НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНОЇ ОСВІТИ МОЛОДІ ІМ. О.М. МАКАРОВА

XIII

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ЛЮДИНА І КОСМОС

Чтобы стать крылатым,
нужно стремление к полёту
Ю.А. Гагарин

Дніпропетровськ
2011

НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНОЇ ОСВІТИ МОЛОДІ ім. О.М. МАКАРОВА

ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛАСНА РАДА
ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКЕ МОЛОДІЖНЕ АЕРОКОСМІЧНЕ ОБ'ЄДНАННЯ «СУЗІР'Я»
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА
НАЦІОНАЛЬИИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО «ХАІ»
ДП «КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО «ПІВДЕННЕ» ім. М.К. ЯНГЕЛЯ»
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ НАНУ І НКАУ
ВАТ «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ»
ДП «ВО ПІВДЕННИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД ім. О.М. МАКАРОВА»
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВАТ «ДНІПРОВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД»
ДП «ДНІПРОКОСМОС»

ЗБІРНИК ТЕЗ

XIII Міжнародна молодіжна
науково-практична конференция

«ЛЮДИНА І КОСМОС»

Чтобы стать крылатым,
нужно стремление к полёту
Ю.А. Гагарин

13-15 квітня 2011 року

Дніпропетровськ
2011

XIII Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і Космос»:
Збірник тез – Дніпропетровськ: 2011.

Збірник містить тези доповідей студентів, аспірантів, молодих вчених та молодих спеціалістів, які представлені на XIII Міжнародній молодіжній науково-практичній конференції «Людина і Космос» за тематичними напрямками науки і техніки, пов'язаними з космосом, космічними технологіями, аерокосмічною технікою.

Рецензенти:
академік НАН України д-р техн. наук, проф. Конюхов С.М.
академік НАН України д-р техн. наук, проф. Пилипенко В.В.

Головний редактор:
д-р техн. наук, проф. Джур Є.О.

Редакційна колегія:

д.т.н., проф. Байбуз О.Г.
д.т.н., проф. Бєляєв М.М.
д.т.н., проф. Безручко К.В.
д.т.н., проф. Габринець В.О.
д.т.н., проф. Дронь М.М.
д.т.н., проф. Калініна Н.Є.
д.т.н., проф. Манько Т.А.
д.психол.н., проф. Носенко Е.Л.
д.т.н., проф. Петренко О.М.
д.т.н., проф. Перлик В.І.
д.ф.-м.н., проф. Поляков М.В.
д.т.н., проф. Пошивалов В.П.
д.ф.-м.н., проф. Приходько О.А.
д.е.н., проф. Сазонець І.Л.
д.т.н., проф., Санін А.Ф.
д.ф.-м.н., проф. Соколовський О.Й.
д.т.н., проф. Січевий О.В.
д.т.н., с.н.с. Сливинський В.І.
д.т.н., проф. Сокол Г.І.
д.ф.-м.н., проф. Тимошенко В.І.
д.б.н., проф. Травлєєв А.П.
д.т.н., проф. Хорошилов В.С.
д.х.н, проф. Чмиленко Ф.О.
д.т.н., проф. Шептун Ю.Д.
к.т.н, доц. Городничий В.В.
к.т.н., доц. Лабуткіна Т.В.
к.т.н., доц. Лінник А.К.
к.т.н., доц. Паслен В.В.
к.ф-м.н., доц. Сохач Ю.В.
к.е.н., доц. Федорова В.А.
к.т.н, доц. Шевцов В.Ю.
к.т.н. Мілих М.М
к.т.н. Фокін А.А.
Демчєнко В.А.
Желтов П.М.
Мозговий Д.К.

Верстка оригінал-макету:
провідний спец. Саковський Л.І.

Відповідальність за рецензування опублікованих матеріалів несуть координатори наукових напрямків конференції

Европейская Комиссия
TEMPUS

Curricula Reform in Space Technology in KZ, RU, UA

Реформирование образовательных программ в области космических технологий в республиках Казахстан, Россия, Украина

Консорциум проекта

Проект финансируется программой «ТЕМПУС»

- ✓ Грандополучатель: Берлинский технический университет, Институт авиации и космонавтики (TU Berlin, ILR), Германия
- ✓ Координатор: Инжиниринг, консалтинг и менеджмент офис (ECM-Office), Германия
- ✓ Университеты из ЕС: Университет «Lessius», Институт инжиниринга «De Nayer», Бельгия
  Университет «Fontys», Институт бизнеса и управления, Нидерланды
- ✓ Целевые университеты:
  - Казахстан: Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилёва • Карагандинский государственный технический университет
  - Россия: Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф.Устинова • Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П.Королёва • Сибирский государственный аэрокосмический университет им. акад. М.Ф.Решетнёва
  - Украина: Днепропетровский национальный университет • Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» • Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «Харьковский авиационный институт»
- ✓ Поддерживающие организации и партнёры:
  - Германия: Немецкое общество авиации и космонавтики им. Отто Лилиенталя и Германа Оберта
  - Казахстан: Министерство образования и науки • Национальное космическое агентство • Торгово-промышленная палата • АО «Центр инжиниринга и трансфера технологий»
  - Россия: Федеральное агентство по образованию Министерства образования и науки Российской Федерации • Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ -ПРОГРЕСС» • ОАО «Информационные спутниковые системы им. акад. М.Ф.Решетнёва • Центрально-Сибирская торгово-промышленная палата
  - Украина: Государственное предприятие Конструкторское бюро «Южное» имени М.К. Янгеля • Национальный центр аэрокосмического образования молодёжи Украины • Днепропетровская торгово-промышленная палата

Цели проекта

- ★ Новые учебные планы: микро и -пикоспутники • космическая связь • CAD/CAM/CAE для создания спутников и их электронных систем • менеджмент космической индустрии и международный бизнес
- ★ Новая инфраструктура: лаборатории спутникостроения • наземные станции связи со спутниками • компьютерные классы для проектирования спутников и моделирования бизнес-процессов • сеть наземных станций связи со спутниками • сеть региональных координационно-технологических бюро

CRIST
www.crist-kru.eu

В.А. Недобежкин
Полковник, ветеран космодрома Байконур (1957 – 1986 гг.),
ведущий инженер ГКБ «Южное» им. М.К. Янгеля (1987-– 2000 гг.),
Лауреат Государственной премии СССР,
кавалер орденов Красной Звезды, Ленина,
медалей Федерации космонавтики СССР, Украины и России

«ГОДЕН ДЛЯ ЗКА!» «...ПОЕХАЛИ...!»
(50–летие первого запуска человека в Космос)

Вторая мировая война, а для народов СССР – Великая Отечественная война дала мощный толчок в развитии нового направления в технике, связанного с теорией реактивного движения, в первую очередь в военном деле – ракетостроения. На этой основе параллельно развивались и многие другие отрасли техники, прикладной и фундаментальной науки. Всё это происходило под плотной завесой секретности, в основном в недрах двух гигантов, недавних союзников по войне, а затем ставших в жесткое противостояние. Разница была в том, что народам Советского Союза победа досталась ценой громадных людских и материальных потерь, США в итоге понесли значительно меньший урон, но приобрели нечто большее. Они захватили в поверженной Германии специалистов первой величины в создании ракетной техники и оборудование для её производства. СССР к отечественному заделу тоже кое-что досталось из того, что «американы» (как называл их С.П. Королев) не успели отправить за океан.

Это «новое», в послевоенные годы связано, в основном, с несколькими именами, наглухо закрытыми в СССР под неопределенными званиями «Главный конструктор» (С.П. Королев) и «Главный теоретик» (М.В. Келдыш), в США с немецким именем Вернер фон Браун.

В этот поток маленькой песчинкой был вовлечен и автор этих строк. Начав свое среднее образование в 1948 г. в «потешных войсках» (так шутливо называли москвичи спецшколы) воспитанником 1-го Московского артиллерийского подготовительного училища, (1-е МАПУ), а потом, курсантом 1-го Ленинградского артиллерийского училища, через три месяца был переведен в Ростовское высшее артиллерийское инженерное училище. Оно хоть и называлось артиллерийским (открытое название войсковая часть 86608), но профиль был ракетным. Вновь сформированное училище расположили на территории бывшего среднего артиллерийского противотанкового училища на окраине г. Ростова. Младшие курсы этого училища были переведены в г. Сумы, 3-й курс был оставлен до выпуска. На старом месте и в течение года мы сосуществовали на одной территории не общаясь. Первое, что нас удивило в новом заведении, это то, что мы стали слушателями, а не курсантами. В качестве табельного оружия нам вручили офицерские сабли, а не привычные нам карабины СКС (самозарядный карабин Симонова) и в форму одежды ввели кавалерийские шпоры (в том числе и для, офицерского состава). Женская часть многочисленного ростовского студенчества сразу заметила разницу между курсантами, увольняемыми в город. Это вызвало недоумение и шушуканье. Зачем курсантам шпоры и сабли, если в училище нет лошадей, а на параде противотанковые пушки транспортируются грузовиками?

С тех пор 35 лет календарной службы в Советской Армии связаны с ракетной техникой: училище, ракетная бригада РВГК, ракетный испытательный полигон НИИП-5 (впоследствии получивший наименование космодром Байконур), ГП «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля, с 2001г. – воспоминания о былом.

В системе всеобщей секретности знания о положении дел в отрасли в те годы ограничивались объемом функциональных обязанностей. Лишь в последние 20-30 лет многое стало доступным в открытой печати, в юбилейных изданиях бывших «п/я». Интересующихся адресую к очень интересному изданию 1996 г. «Ракетно-космическая корпорация «Энергия им. СП. Королева» под редакцией Ю.П. Семенова. В нем опубликованы данные о решениях Правительства по вопросам развития нового направления, начиная с 1946 г. Очень интересно издание воспоминаний Б.Е. Чертока – «Ракеты и люди» в 4 книгах, издательства «Машиностроение», Москва 1995 – 1999 гг.; А.И. Осташева – «Испытания ракетно-космической техники дело моей жизни. События и факты.», издание г. Королев, Московской обл., 2005 г.

Б.Е. Черток и А.И. Осташев (младший) – старейшие работники РКК «Энергия» им. С.П. Королева, прошедшие большую часть своей жизни на Байконуре. Близко с ними сотрудничать мне выпала честь, работая в испытательном Управлении (по пилотируемой тематике) в должностях начальника отдела и заместителя начальника Управления.

А под командованием Евгения Ильича Осташева (старшего), подполковника, начальника Управления (погиб в катастрофе 24 октября 1960 г. при подготовке к пуску ракеты Р-16) были сделаны мои первые шаги на испытательном поприще на полигоне в должности начальника отделения телеметрической команды при подготовке к пуску 1-го ИСЗ.

Пуску первого в мире космонавта в СМИ посвящено очень много материала объективного и интересного и просто «уток», особенно перед Днем Космонавтики. Из интересных публикаций материал в журнале «Известия ЦК КПСС» № 5 1991 г. – «Звёздный рейс Юрия Гагарина», в журналах «Новости космонавтики» № 4, 6 2005 г. – письмо Гагарина жене, написанное за два дня до пуска (передано ей после его гибели в авиационной катастрофе). Письмо Г.С. Титова в ЦК КПСС об установлении Дня Космонавтики и статья – «Исторические факты и современный анализ». Военно-патриотической группой Космодрома издан сборник – «От героев былых времен не осталось порой имен...» (г. Байконур, 2001г. Составители Я.В. Нечеса, А.Я. Сорокин). Газета «Красна Звезда» 12 апреля 2005 г. опубликовала краткую выписку из боевого расчета – «Гагаринский боевой расчет».

Из разряда «Утки» в журнале «Новости космонавтики» № 6 2006 г. опубликована статья – «Безответственные байки», «Комсомольская правда в Украине» 11.04.1997 г. опубликовала заметку – «Гагарин улетел в космос под звуки пионерского горна» и ряд других нелепостей в ряде изданий из разряда «ОБС» (одна баба сказала).

Что осталось в памяти о тех днях?

За прошедшие годы многое стерлось в памяти и перемешалось с другими, не менее яркими событиями. И всё же..., что осталось в памяти?

Во-первых, восхищение самим замыслом. Ведь после сенсации о запуске 1-го ИСЗ и последующими за ними попытками запуска к Луне в 1958 г. (аварийными) и

удачным (частично) пуском «Луны-1 в 1959 г. Этот пуск был просчитан, и тщательно готовился, и всё отрабатывалось. Всё-таки замысел дерзновенный (можно не бояться громких слов). Восхищение средствами его воплощения – ракетой-носителем и космическим кораблем «Восток». По этому вопросу, теперь доступному, я адресую читателя к энциклопедии «Космонавтика» издания «Советская энциклопедия» 1985 г., Москва.

Во-вторых, организация испытаний. Первыми лицами технического руководства на технической и стартовой позициях. По этому вопросу кратко остановлюсь лишь на некоторых моментах, касающихся, в частности, состава боевого расчета и работы телеметрической команды. Боевой расчет для работы с ракетой-носителем (космического аппарата в данной заметке не касаюсь) был составлен из представителей КБ, их смежников, личного состава подразделений испытательного управления и воинской части. Представители различных служб полигона по обеспечению испытаний значились в каком-то другом расчете, откровенно говоря, о его существовании никогда не задумывался. Работа в боевом расчете разработчиков систем и испытателей КБ обеспечивала высокий профессионализм и оперативность решения возникающих в ходе испытаний вопросов и тройного контроля за выполнением ответственных операций, что было далеко не лишним. Тройной контроль был принят «на вооружение» по предложению С.П. Королева на первом заседании Государственной комиссии при подготовке к первому пуску ракеты Р7 (об этом автор узнал позднее из воспоминаний ветеранов РКО, а в то время иногда грызла обида за недоверие).

На стартовой позиции номера боевого расчета имели пропуска только на рабочие места, по функциональным обязанностям, т.е. исключалась возможность нахождения на рабочих местах посторонних лиц. Цвет нарукавных повязок указывал время эвакуации. Эти меры организационного порядка были разработаны и приняты после трагических событий 24 октября 1960 г. на СК пл. 41 с ракетой Р-16.

Из того состава участников работ по подготовке пуска Гагарина в Днепропетровске по состоянию на март 2010 г. живут около 20 офицеров в отставке, из них лишь четверо однозначно трудились в составе боевого расчета на ТП и СП. Это капитан Яхонтов В.И., старший лейтенант Юрченко Ю.И., лейтенант Петренко В.В. (ныне все трое подполковники в отставке), и автор этих строк.

Для нынешнего читателя, возможно, будет интересно знать, что представляла из себя телеметрическая команда испытательной части, её задачи и техническое оснащение?

В испытательной части, сформированной в 1957 г. на базе одного из дивизионов ракетной бригады РВГК, команда в технической группе электроиспытаний оказалась как-бы «белой вороной». В ракетных бригадах не было в штатах таких подразделений, и что такое телеметрия у большинства офицеров было самое смутное понятие. Скорее всего, поэтому все три начальника отделения – Хапанков Н.П., Андреев В.А., Недобежкин В.А. – были выпускниками Ростовского инженерного училища. Команда оказалась «автономией» среди привычных для ракетных подразделений двигателистов, электриков, специалистов механосборочных работ (а проще – монтажников). По штатному расписанию команда состояла из 12 офицеров и 25-30 рядовых и сержантов, объединенных в три отделения по функциональному

назначению: для работы с наземным оборудованием на ТК и СК, для работы с бортовой аппаратурой и датчиками на РН и с оборудованием телеизмерений для контроля функционирования стартовых систем.

За командой было закреплено следующее оборудование:

– пульты управления бортовыми системами «Трал» (для ТК и СК), статические преобразователи напряжения для питания бортовой и датчиковой аппаратуры, соответствующая наземная кабельная сеть;

– приемные телеметрические станции «Трал» (три комплекта). Для дубляжа в процессе испытаний на ТК и СК использовались средства измерительного пункта (ИП-1);

– проявочные машины для обработки материалов регистрации испытаний (носитель информации – 35 мм фотопленка) – три комплекта;

– два комплекта многоканальных наземных регистраторов (МНР-1) информации о работе систем старта;

– кабельная сеть для МНР-1 (стационарная и разового использования);

– датчики различных типов (стационарные – давления на газовых магистралях) и разового использования на стартовой системе. Кабельная сеть и датчики разового использования поставлялись в комплекте с каждой готовящейся к пуску ракетой;

– специально сконструированные просмотровые столы для просмотра материалов регистрации.

Расходные материалы: спирт, фотопленка, химические реактивы обеспечивались инженерной службой части по заявкам. Бортовые источники питания телеметрической аппаратуры поставлялись в комплекте с ракетой и готовились на зарядной станции, состоявшей в штатном расписании группы электроиспытаний.

По тому времени оборудование считалось передовой разработкой, нынешнему читателю, возможно, это покажется Каменным веком.

Основная задача команды – получение телеметрической информации в процессе электрических испытаний ракеты и стартового оборудования, в полете ракеты на активном участке траектории о функционировании систем для ее последующего анализа. По результатам анализа Государственная комиссия принимает решение о ходе дальнейших работ.

И, о главном, подготовке летной ракеты на технической и стартовой позициях и пуске. Не углубляясь в предысторию первого – пилотируемого полета, назову лишь маленькую деталь, подтвердившую информацию о готовившемся событии.

Деталь эта – маленький штампик на всех паспортах на приборы в сопроводительной документации – «Годен для ЗКА». Этот штампик обратил на себя внимание начальников бортовых расчетов и при проверке сопроводительной документации одной из машин (обычно так в ходе испытаний называлась ракета), предшествовавших пилотируемому пуску. Беспилотных пусков, кораблей-спутников было пять. Три – в 1960 г. – май, август, декабрь и два в марте 1961 г. О напряженности работ пусть читатель судит сам. Программа работ до низового звена не доводилась, сообщалось лишь о дате начала работ по подготовке к очередному пуску и дате его проведения.

Телеметристы ОКБ-1 пояснили мне, что эта серия (со штампиками) предназначена для пилотируемого варианта. Сама аббревиатура – «ЗКА» осталась

загадкой. И лишь в 2006 г. в упомянутой выше книге А.И. Осташева я нашел ответ (стр.190). Работники, занятые внедрением специального «Положения по ЗКА» расшифровали его как начальные буквы фамилий трех деятелей того времени – три «К» Королев, Курчатов, Келдыш.

Чем была характерна работа при подготовке летной машины на ТК? Назову несколько моментов. Во-первых, уровень подготовки расчета, на его счету было более 10 пусков и работа проводилась с участием офицеров телеметрического отдела и представителей КБ, обладавших высокими знаниями и квалификацией. Называю с признательностью их фамилии: Шалдаев Е.С., Федоров Ю.И., Николаев Ю.С. (испытательное управление) Воршев В.В., Сема тин К.П., Кузьмин Б.В., Солодов Д.М. (КБ). Поэтому слово «ответственность» даже не произносилось. Все понимали, что машина готовится к пуску с человеком на борту. Конечно, это вызывало большое естественное напряжение, но работали спокойно, слажено. Уверенность в работе придавало и то, что и Главный конструктор ОКБ МЭИ (Московский энергетический институт, разработчик телеметрической аппаратуры) – Богомолов А.Ф. в процессе испытаний почти постоянно находился на технической позиции. Как начальник команды и номер боевого расчета я всегда с добрым чувством и признательностью вспоминаю монтажную бригаду КБ (к большому сожалению, в памяти стерлись их имена). Расчет всегда находил быструю, квалифицированную помощь в любых затруднительных вопросах в процессе испытаний. Они приходили на помощь, даже упреждая просьбы номеров расчета. Но работа всегда проводилась под контролем представителя Главного конструктора. Принцип тройного контроля выполнялся неукоснительно.

В отличие от предыдущих машин, на первой пилотируемой в ходе штатных испытаний по эксплуатационной документации были проведены проверки по частным программам («ЧП»), при которых проверяли работу бортовых систем при возникновении возможных нештатных ситуаций. Все эти «ЧП» проводились с записью на телеметрию, с последующим тщательным анализом. Как правило, требовалась срочная обработка материалов записи. Вот тогда и заливали в бачки проявочной машины спирт для промывки и просушки проявленной пленки (10 л на одну машину). Начальник расчета старший прапорщик Вечерка сумел так организовать работу расчета фотообработки, что в команде не было случаев употребления этого соблазнительного зелья.

Правда, о принимаемых мерах по результатам анализа «ЧП» до нашего уровня телеметристов информация не доводилась.

Немного забегая вперед, приведу злую шутку некоторых острословов «увидел телеметриста – убей его!». Видимо, вызвано это было тем, что в процессе испытаний с записью на телеметрию все «бобики» систем были записаны на фотопленку, а по древнему преданию, гонца с плохой вестью убивали. Но техническое руководство и командование в/ч и Управления высоко оценивало работу телеметристов.

Отмечу и еще одну деталь, можно сказать, человеческую слабость – любопытство. Хотелось увидеть кандидатов на предстоящий полет и «дядьку» – легендарного по эпопее «Челюскина», одного из первых Героев Советского Союза – Каманина Николая Петровича (Золотая звезда №7). И такая возможность представилась. В один из обычных рабочих дней я с расчетом находился около

центрального блока машины, когда по громкой связи объявили – «Всем не занятым в работе, покинуть монтажный зал!». Конечно, мы были «заняты», только отошли с видного места. К машине подошел С.П. Королев с группой молодых летчиков и начал им что-то объяснять. Разговора мы не слышали, но летчиков рассмотрели. Ничего особенного, нашего возраста, и по виду на «героев» не тянули. Первое любопытство было удовлетворено, но все же стремились не пропустить какой-то момент, чтобы посмотреть на «подопытных» (как некоторые шутники называли их между собой в курилке). Фамилии кандидатов в первый полет узнали после заседания Государственной комиссии.

Не останавливаясь на других деталях испытаний на ТП, отмечу лишь, что после анализа материалов штатных комплексных испытаний техническое руководство доложило Государственной комиссии о возможности приступить к работам по подготовке комплекса к вызову на старт (заключительные операции на РН и КА, стыковка, перекладка «пакета» на установщик). Это кропотливая и сложная работа! Впоследствии я всегда восхищался четкой работой монтажного расчета. В памяти сохранились фамилии руководителей этих работ, сослуживцев из комплексного отдела: Синеколодецкий Н.П, Гусейнов В.Э, Жмакин А.И., Бондаренко В.М. Днепропетровске живет ветеран Байконура, один из виртуозов этой работы, инженер расчета старший прапорщик Тарасов В.П.

График работы на СП был составлен с учетом резервного дня.

1-й день – вывоз ракеты, операции по ее установке, электрические испытания (автономные и комплексные, так называемые «генеральные»). Для телеметрии после завершения работ по установке ракеты – установка и настройка датчиков на элементах стартовой системы и участие в «генеральных» с последующей обработкой и анализом материалов регистрации. По результатам анализа Государственная комиссия приняла решение на заправку и пуск.

2-й день – установка бортовых источников питания, контрольное включение систем и проверка исходного состояния, заправка ракеты компонентами, посадка Гагарина в корабль. К сожалению этого волнующего момента видеть не довилось. Об этом я узнал от счастливцев-стартовиков, в частности начальника команды по обслуживанию стартовой системы капитана Холина В.А.

В пультовой бункера телеметристы располагались на двух рабочих местах. В пультовой системы управления: старшие лейтенанты Шалдаев Е.С., Григорьев Г., Шумаков Н. (ОКБ-1). Задача – управление бортовыми системами телеметрии, связь с измерительным пунктом ИП-1 и стреляющим (начальник Управления полковник Кириллов А.С). В небольшой комнатке у двух регистраторов МНР-1 – автор этих строк, старшие лейтенанты Мамай М.П., Николаев Ю.С., Куценко Г.Д., Лагуткин В.А. с задачей контроля прохождения циклограммы запуска двигателей и исходного состояния стартовой системы.

Конечно, самым напряженным было время после объявления 30-минутной готовности. Эти минуты запомнились на всю жизнь, не предполагая тогда, что буду писать эти строки через полстолетие.

Многочисленный боевой расчет – на своих рабочих местах в пультовых бункера, приемных станциях измерительных пунктов (ИПах). Последними эвакуированы в бункер расчеты стартовой системы и кабины обслуживания. Кабина задвинута

в нишу стартового сооружения, фермы обслуживания разведены и ракета удерживается четырьмя силовыми фермами по силовому поясу центрального блока, как за талию. Под хвостовой частью ракеты на глубине порядка 25м просматривается расходящийся веером газоход. Сама ракета покрыта белым инеем испаряющегося с поверхности кислорода, разница температур с наружным воздухом около 200°.

Отовсюду следуют доклады стреляющему о приеме готовностей. Руководят пуском С.П. Королев, его заместитель по испытаниям Л.А. Воскресенский («Воскрес» или «Леня»), начальник испытательного управления полковник Кириллов А.С. – стреляющий. В пультовых – тишина. За перископом – Кириллов А.С. и Воскресенский Л.А.

Готовность 10 минут. Включают бортовые системы «Трал». На приемных станциях «Трал» и регистраторах МНР-1 идет визуальный просмотр (и контрольная запись) исходного состояния систем. Общий доклад короткий – «Исходные в норме!». На ИП-1 на связи с Королевым СП. – Осташев А.И. (младший). Набор готовности не комментирую, прилагаю ксерокопию карточки стреляющего.

С Гагариным с момента его посадки в корабль (позывной «Кедр») по спецсвязи ведут переговоры из бункера председатель Государственной комиссии Руднев К.Н., Королев С.П., Камарин Н.П., Попович П.С. (позывной «Заря-1»).

Набор готовности к пуску занимает 7 минут. Для телеметристов в карточке две команды – «Протяжка-1» (для МНР-1) и «Протяжка-2» для включения протяжки на приемных станциях «Трал» (на всех ИПах по трассе полета). Все внимание на блоки визуального контроля и доклад о прохождении команд для стреляющего. И вот последняя – есть «Контакт подъема» (сработал датчик отрыва хвостовой части от стартовой системы). Ракета вначале медленно выходит из объятий стартового сооружения, а затем стремительно уходит ввысь. Пуск произведен в 9 час 07 мин. Выключали протяжку регистраторов МНР-1 и слушаем репортаж о полете. (С.П. Королеву с ИП-1 докладывает А.И. Осташев): «Полет нормальный, двигатели работают устойчиво, параметры систем в норме!» Эта фраза отделение боковых блоков (1-я ступень, ~ 120 сек), сброс головного звучит как песня, радость огромная! Но… впереди три критические точки – обтекателя, — на 150 сек и отделение корабля от третьей ступени при выходе на орбиту. Секунды тянутся медленно, прошло разделение, сброшен обтекатель, все нормально. И… наконец-то есть отделение корабля! Это доклад дальнего ИПа.

Радость трудно описать, это надо пережить! Теперь главное – удачная посадка. Полтора часа – вечность! Все ждут (проводят кое-какие заключительные операции). И наконец-то руководство получило доклад о приземлении. Прямо скажем, дикий восторг! Успокоились лишь после команды – «Провести заключительные операции на системах!

Сергей Павлович на радостях отдал свою «Победу» для отправки со старта не занятых проведением заключительных операций номеров боевого расчета в казармы, чем еще больше подогрел радость: Сам «СП» отдал свою машину, чтобы развести расчеты!

Телеметристам надо было обработать материалы регистрации пуска и отправить их в отдел анализа службы полигона.

Работа была высоко оценена Правительством. Кириллову А.С. было присвоено звание Героя Социалистического труда, командир испытательной части полковник

Юрин В.Н. награжден орденом Ленина, орденами и медалями награждена большая группа офицеров, рядового и сержантского состава. Награды вручал Главнокомандующий Маршал Москаленко К.С. В числе награжденных был и автор заметки – награжден орденом Красной Звезды.

Впереди был старт Г.С. Титова.

В телеметрии я проработал 17 лет, из них 8 лет – начальником комплексной лаборатории и около 10 лет впоследствии (до 1975 г.) по всем пускам, в том числе и пилотируемым, вел репортажи. Последний из них по программе ЭПАС.

P.S. На мой взгляд, «Положение о ЗКА», проведение программ по возможным нештатным ситуациям, организационные мероприятия по усилению мер безопасности при работе на стартовой позиции – это результат жестокого урока, полученного 24 октября 1960 года, оплаченного многими жизнями. Урока, усвоенного на всех уровнях на долгие годы.

Восток-1. *Гагарин Ю.А.* *12.04.1961 года*		
1. ВНИМАНИЕ		
2. МИНУТНАЯ ГОТОВНОСТЬ	9.01'51''	
3. КЛЮЧ НА СТАРТ	9.03'00''	
4. ПРОТЯЖКА 1	9.03'06''	
5. ПРОДУВКА	9.03'16''	
6. КЛЮЧ НА ДРЕНАЖ	9.03'51''	9.04'51''
7. ПУСК	9.05'51''	9.05'51''
8. ПРОТЯЖКА 2	9.06'41''	9.06'41''
9. ЗАЖИГАНИЕ	9.06'51''	9.06'51''

«Карточка стреляющего»
А.С. Кирилова во время
старта Ю.А. Гагарина.
12 апреля 1961 г.

1
Акустические волны, шумовые эффекты и вибрация

Координатор:
Сокол Галина Ивановна,
профессор кафедры технической механики ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

УДК: 679.76

О.Н. Берелет[1], инженер-специалист; Г.И. Сокол[2], д.т.н., профессор;
О.М. Дуплищева[1], вед. инженер; В.И. Порубаймех[2], к.т.н.
[1]КБ «Южное» им. М. К. Янгеля;
[2]ДНУ им. Олеся Гончара
E-mail: Oleg7771970@km.ru

ИСПЫТАНИЯ АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА

В процессе полета летательного аппарата в воздушной среде атмос-феры при работе его двигательной установки происходит генерирование акустических волн, а при обтекании корпуса летательного аппарата и его выступающих частей воздушным потоком происходит генерирование ударных волн, которые на некотором расстоянии, уменьшаясь по амплитуде, становятся акустическими.

Возросшие требования к обеспечению высокой надёжности ЛА диктуют необходимость учитывать влияние акустических факторов на этапе проектирования ЛА. Поэтому большое значение имеют вопросы испытания агрегатов и систем ЛА на воздействие акустического шума и ударные нагрузки, а также вопросы их защиты от воздействия этих нагрузок.

Интенсивность ударной волны зависит от многих факторов, которые были введены Уайтхемом в полуэмпирическое уравнение, и позволяют рассчитать уровень звукового давления,

$$\Delta P = K_r \cdot K_v \cdot K_\gamma \cdot M^{\frac{3}{4}} \cdot \left(M^2 - 1\right)^{\frac{1}{4}} \cdot r^{-\frac{3}{4}} \cdot \sqrt{P_0 \cdot P_r}$$

Испытания агрегатов и систем ЛА на воздействие акустического шума проводятся в специальных установках.

Основными параметрами, которые характеризуют установки для создания акустического шума, являются:

– уровень звукового давления 170 дБ с плавной регулировкой в пределах 90-170 дБ;

– отклонение уровня звукового давления от заданного, которое должно быть не более ± 3 дБ;

– случайный акустический шум в диапазоне частот 125-10000 Гц;

– форма спектра акустического шума;

– продолжительность воздействия звукового давления не менее 5 минут.

В качестве источников акустического шума наибольшее применение получили акустические генераторы.

С целью создания благоприятных условий для персонала, обслуживающего работающие установки, необходимо снижение шума на рабочих местах. На ГП КБ «Южное» были разработаны и внедрены на пневмоустановках два типа глушителей шума.

УДК 621.1.011

С.А. Гафуров, аспирант[1]; Р.Б. Сейфетдинов, к.т.н., ассистент[1]; Е.В. Шаматов, д.т.н., профессор[1]; А.Н. Крючков, д.т.н., профессор[2]
[1]Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
[2]Институт акустики машин при СГАУ
E-mail: sa.gafurov@gmail.com

ОЦЕНКА КОММЕРЦИАЛИЗУЕМОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

На данный момент времени наиболее распространенным типом двигателя, который применяют в качестве универсальных источников энергии, а также в качестве холодильных установок, является классический двигатель Стирлинга (α, β, γ типы). Однако данный тип двигателя имеет ряд общеизвестных недостатков. Заменой таким системам призваны стать термоакустические системы, в основе которых лежит рабочий цикл Стирлинга. Они обладают существенными преимуществами по сравнению с традиционными энергетическими системами: простота конструкции, высокая надежность, возможность использования любых источников тепла, высокий к.п.д. и экологичность. На рисунке 1 представлена принципиальная схема термоакустического устройства на основе бегущей волны.

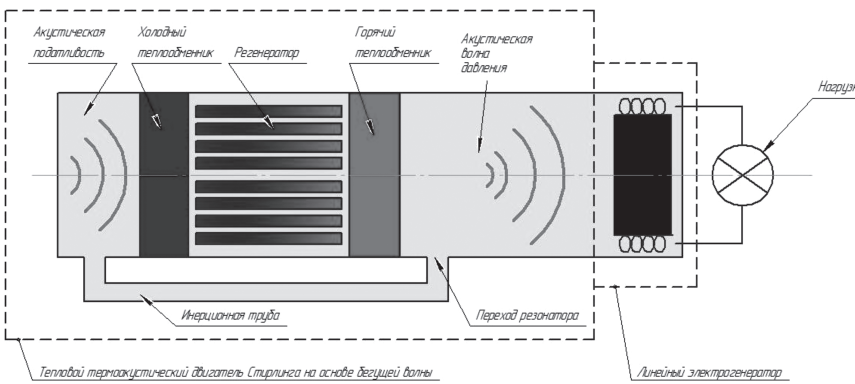


Рисунок 1 – Принципиальная схема термоакустического двигателя

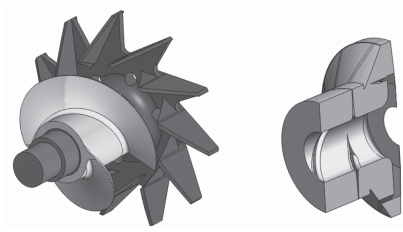
Однако, недостаточная изученность термоакустических явлений и отсутствие общей теории рабочего процесса а также невысокие рабочие характеристики термоакустических устройств являются серьезным препятствием их для широкого применения. На сегодняшний день наиболее перспективным является использование термоакустических систем в составе комбинированных установок. Примером таких установок являются комбинированные устройства для производства тепла и электроэнергии (CHP).

УДК 62-251

С.А. Гафуров, аспирант[1];
Е.В. Шаматов, д.т.н., профессор[1]; А.Н. Крючков, д.т.н., профессор[2]
[1]Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
[2]Институт акустики машин при СГАУ
E-mail: sa.gafurov@gmail.com

РАЗРАБОТКА ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КАВИТАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ В ШНЕКО-ЦЕНТРОБЕЖНОМ НАСОСЕ

Важной особенностью динамических процессов, протекающих в топливных системах двигателей, предназначенных для летательных аппаратов, является, как правило, наличие кавитационных процессов. В этом случае, проведение экспериментальных исследований является достаточно сложным и дорогостоящим мероприятием. Таким образом, возникает необходимость проведения адекватного численного эксперимента с помощью современных CAD/CAM/CAE технологий. Приведем твердотельную модель шнеко-центробежного колеса авиационного насоса (рисунок 1 а) а также модель его расчетной области (рисунок 1 б).



а) б)

Рисунок 1 – Модели шнеко-центробежного колеса а также модель расчетной области

Расчет производился на основе метода конечных объемов а также за счет взаимной интеграции CAD и CAM пакетов, в качестве которых были выбраны SolidWorks а также Ansys CFX. Сеточная модель строилась в сеточном генераторе ICEM CFD.В качестве граничных условий для численного расчета данной модели выбраны массовый расход жидкости на вход в шнек а также статическое давление на выходе из центробежного колеса. При задании свойств расчетной области указывалась частота вращения ротора.

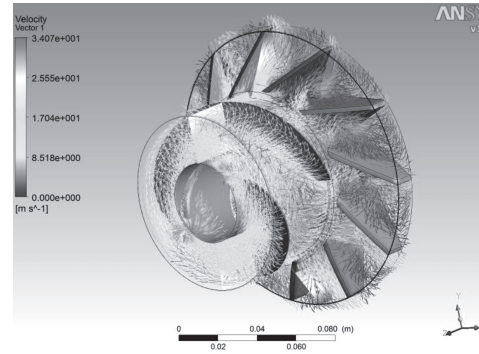


Рисунок 2 – Распределение векторов скоростей

В результате моделирования были получены профили распределения векторов скоростей (см. рисунок 2), температуры и давления по объему расчетной области шнеко-центробежного колеса.

УДК 621.391.7

М.Ю. Деркач, магистрант;
П.В. Стефаненко, д.п.н., проф.; В.В. Паслен, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: maxello@ua.fm

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

В современном мире все шире применяются автоматизированные системы обработки и обмена информацией. Однако важнейшим методом информационного обмена все еще остается человеческая речь. В связи с этим возрастает необходимость обеспечения конфиденциальности обмена речевой информацией. Данный тип информации, в основном, требует использования средств защиты при организации переговоров лиц, допущенных к конфиденциальной информации. Сложность разработки технических средств состоит, в частности, в том, что в процессе переговоров важными элементами, помимо содержания, является интонация и тембр голоса.

Существует две группы методов защиты речевой информации – искажение акустического сигнала при помощи технических средств и исключение возможности физического доступа.

Суть методов искажения акустического сигнала заключается в преобразовании формы звуковых колебаний таким образом, чтобы исключить восприятие стандартными техническими средствами, а в случае использования специальной аппаратуры – сделать восстановление информации злоумышленником бессмысленным с точки зрения затрат материальных, интеллектуальных и временных ресурсов.

Сейчас основным методом искажения речи являются генераторы шума, однако использование таких устройств является действительно эффективным лишь в случае наложения на информационый сигнал шума, действительно являющегося случайным процессом.

Сигнал, полученный с использованием большинства современных способов, в действительности является псевдошумовым. Такой сигнал по своим характеристикам близок к шумовому, однако отличается от него наличием внутренних корреляционных связей. Использование таких генераторов целесообразно только для защиты от перехвата информации на слух, корреляционные методы, в свою очередь, позволяют полностью очистить информационный сигнал от шумовой составляющей. В дополнение к этому, современные технические средства позволяют демаскировать информационный сигнал при отношении сигнал/шум до -10 дБ.

Все это обуславливает необходимость применения других методов маскирования речи, таких, как, например, использование эффекта реверберации. Однако, для того, чтобы сделать окончательные выводы, необходимо провести анализ эффективности защиты речевой информации данным методом. В настоящее время на кафедре РТЗИ ведутся работы по исследованию эффективности методов маскирования на основе эффекта реверберации в сравнении с другими методами, основанными на использовании маскирующих сигналов с «цветными» характеристиками спектральной плотности мощности.

УДК 534.62

М.А. Ермилов, студент; А.Н. Крючков, д.т.н., профессор;
Г.О. Белов, аспирант; М.В. Баляба, студент
Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
E-mail: juk-suchodol11@yandex.ru

КАМЕРА ЗАГЛУШЕНИЯ ВЫХЛОПА ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ

В современном производстве фактический уровень шума различных газоперекачивающих установок значительно выше санитарных норм. Это является большой проблемой для производителей и обслуживающего персонала этих установок. Наша задача заключалась в разработке камеры заглушения магистрали выхлопа вакуумной установки, в которой применялись воздуходувки Рутса.

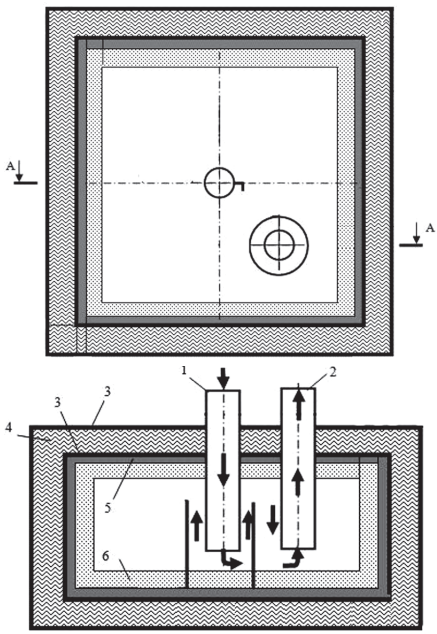


Рисунок1 конструкция камеры
1 – приточная труба; 2 – вытяжная труба; 3 – металлическая панель (толщиной 0,8...2,0 мм); 4 – пористая звукопоглощающая панель (толщиной 50 мм); 5 – плосколистовой вибродемпфирующий материал ISO-7 (толщиной 3,5 мм); 6 – плосколистовой звукопоглощающий материал AA 25 SMT (толщиной 25 мм)

Эффективность глушителя определяется не качеством звукопоглощающего материала, а самой конструкцией. Существует большое количество справочников по акустике, в которых рассказывается о разных видах глушителей и даже даются практические рекомендации по их проектированию. Но при всем при этом достаточно мало информации можно найти о принципах конструирования, т.е. почему именно такая конструкция должна эффективно работать, а такая нет и почему такие параметры необходимо выбрать. Собрав необходимую информацию из различных справочников и книг по акустике, удалось спроектировать камеру заглушения, которая согласно расчетам снизит шум, излучаемый выхлопом установки, более чем на 30дБ.

Разработанная камера заглушения представляет собой камерный отражатель звука низких частот, внутренняя футеровка которого поглощает акустические колебания высоких частот. Объем и геометрические размеры камеры выбираем исходя из диаметра и расположения выходного трубопровода.

УДК 629.7.054

А.А. Заброда, студент; В.Н. Мельник, д.т.н., доцент;
О.Я Ковалец, ассистент; В.В. Карачун, д.т.н., профессор
Национальный технический университет Украины «КПИ»
E-mail: karachun1@gala.net

ПОПЛАВКОВЫЙ ГИРОСКОП В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Представляется целесообразным все рассуждения строить, ориентируясь на конкретную техническую реализацию серийно выпускаемого авиационной промышленностью поплавкового прибора. Например, на гироскопический датчик угловых скоростей, унифицированный, типа ДУСУ2-6АС, предназначенный для использования в летательных аппаратах длительного действия.

Под действием прошедшей внутрь прибора акустической волны поплавок будет совершать поступательное движение в направлении излучения. Естественно, что величина этого перемещения будет ограничена геометрией цапфенных опор.

Вынужденное движение поплавка под действием звуковой волны приведет к дополнительному давлению на опоры выходной оси увеличивая, тем самым, сухое трение.

Решая первую задачу динамики, можно вычислить величину этого давления:

$$N = M\ddot{U},$$

где M – масса поплавка, $U(t)$ – поступательное перемещение гироузла.

Ограничиваясь систематической составляющей погрешности измерений, без учета динамики подвижной части, определяем значение акустической погрешности (в простейшем случае) –

$$\beta^{\alpha} = \frac{fNr}{c} = \frac{Mfr}{c}\ddot{U}(t),$$

где r – радиус цапфенной опоры, c – коэффициент жесткости пружины ДУСУ. Остается установить закон перемещения поплавка $U(t)$ под действием звукового излучения.

УДК 629.7.054

М.Ф. Калініна, аспірант; В.М. Мельник, д.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: Kalinina.Miroslava@yandex.ru

ПІДВОДНИЙ АПАРАТ ЯК ПЛОСКА ПЕРЕШКОДА

В державах з протяжною береговою лінією система захисту власних рубежів повинна незмінно включати в себе заходи протичовнової оборони. В сучасних умовах підводним човнам належить провідна роль в озброєній боротьбі на морі.

За умови, що дистанція до підводного апарата значна, можна у першому наближенні вважати об'єкт плоскою перешкодою для акустичних хвиль гідроакустичних станцій.

Плоска перешкода розглядається як нескінченна за протяжністю та як пластина обмежених розмірів.

Проходження акустичних хвиль крізь плоскі перешкоди у вигляді нескінченних пластин описується суттєво спрощеним математичним апаратом і значно знижує трудоємність аналізу. Разом з тим, наближене моделювання процесу призвело, як з'ясувалось, до спрощень, за яких результати теоретичних і експериментальних досліджень стали призводити до непогоджених між собою висновків [1].

Вихід із ситуації полягає в максимальному наближенні імітаційних механічних і математичних моделей до реальних, а саме перехід від нескінченних пластин до пластин обмежених розмірів.

Аналіз згинних коливань плоских тіл обмежених розмірів ефективно проводиться шляхом представлення збурення та прогину пластини подвійним рядом в прямокутній області. Цей метод має найбільш просту математичну інтерпретацію та дозволяє глибоко вивчати динаміку тіл обмежених розмірів.

1. Рухомі міражі: (Монографія) / В.В. Карачун, В.М. Мельник; Нац. техн. ун-т України «КПІ», – Київ: «Корнійчук», 2009. – 136 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 135 – 136.

УДК 543.420

Ю.Ю. Кононенко, студент, Н.М. Смітюк, к.х.н., доцент;
Ф.О. Чмиленко, д.х.н, професор
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: nmtsh@ukr.net

АКУСТИЧНІ ХВИЛІ В ПРОБОПІДГОТОВЦІ ГЕТЕРОГЕННИХ СИСТЕМ

Використання акустичних хвиль, насамперед ультразвуку в хімії визначається можливістю одержання густини енергії, яка на 3-5 порядків перевищує густину енергії при використанні дії інших фізичних методів (фотоліз, радіоліз тощо). Акустична обробка на стадії пробопібготовки зокрема рослин, грунтів та інш. є перспективним і необхідним при контролі об'єктів довкілля на вміст залишків космічного брухту. Вплив ультразвуку на хімічний і фізико-хімічний процеси, що протікають у гетерогенних системах, включає: ініціювання деяких хімічний реакцій, зміну швидкості реакцій, створення в рідині ударних хвиль, диспергування твердих тіл і коагуляцію твердих часток у рідини, дегазацію рідини і т.д. Під дією ультразвуку (УЗ) змінюються поверхневі властивості проб, активізуються їх адсорбційно-флотаційні властивості, що веде до зростання вилучення елементів у розчин і зниженню витрати розчинника. Вплив на рідину УЗ коливань прискорює протікання окислювально-відновних реакцій у водних розчинах, сприяє утворенню перекису водню та інших окислювачів, а також ряду радикалів, падіння газовмісту рідини і т.д. Ці ефекти сприяють підвищенню ступеня вилучення елементів при проведенні валового аналізу зразків, скороченню тривалості стадії пробопідготовки, поліпшенню метрологічних характеристик визначення елементів фізико-хімічними методами.

Описано вплив різних параметрів ультразвуку (частота, інтенсивність та тривалість) на процес розкладання рослинних (листя, суцвіття, насіння та стеблі амброзії полинолисної, голок сосни звичайної) в специфічних розчинниках, при цьому розглянуто вплив природи розчинника на ступінь вилучення елементів у мінералізат. Ультразвукову обробку зразків у присутності розчинів (1 М нітратна кислота, суміш «царська водка») проводили за допомогою ультразвукового диспергатора УЗДМ-1М, який дозволяє отримувати випромінювання з частотою 22-47 кГц при інтенсивності 2,43-5,07 Вт/см^2. Тривалість УЗ обробки не перевищувала 15 хвилин. Визначення елементів (Cd, Ni, Co, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn) проводили атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С-115 ПКС в полум'ї ацетилен-повітря.

Встановлено, що на процес валового розкладання у рослинних зразках амброзії полинолисної та сосни звичайної впливає природа розчинників та встановлена оптимальна окислювальна суміш. Підібрані оптимальні умови ультразвукового (тривалість обробки – 15 хв, інтенсивність – 3,88 В/см^2 , частота – 22 кГц) розкладання рослинних зразків концентрованою нітратною кислотою. Запропонована методика прискореного розкладання рослинних зразків з застосуванням ультразвукової обробки, яка характеризується експресністю, зменшенням витрат кислот та поліпшенням метрологічних характеристик атомно-абсорбційного визначення елементів, що входять до складу залишків космічного брухту.

УДК 629.7.054

А.А. Кривец, студент; А.А. Заброда, студент
Национальный технический университет Украины «КПИ»
E-mail: karachun1@gala.net

ДИФРАКЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Как правило, дифференцирующие гироскопы компонуются в одном блоке – блоке демпфирующих гироскопов (БДГ) – и ориентируются своими осями чувствительности по трем осям фюзеляжа $Ox_1y_1z_1$. Таким образом, все сказанное будет отличаться только наименованиями угловых скоростей, но не по содержанию.

Следует остановиться на анализе возможности появления постоянных составляющих в аналитическом представлении моментов-помех, вызванных дифракционными явлениями проникающего акустического излучения. Особенно актуальным этот вопрос представляется для поплавкового интегрирующего гироскопа, довольно часто используемого в качестве чувствительного элемента в трехосной гиростабилизированной платформе (ГСП). Наличие постоянной составляющей возникающего момента-помехи приведет к систематическому уходу гироскопа относительно выходной оси и, следовтаельно, к систематическому дрейфу платформы относительно осей стабилизации.

Пусть, к примеру, углы рыскания $\varphi(t)$, тангажа $\psi(t)$ и крена $\theta(t)$ изменяются во времени по закону:

$\varphi(t)=\varphi_0\sin\omega_k t$; $\psi(t)=\psi_0\sin\omega_k t$; $\theta(t)=\theta_0\sin\omega_k t$,

где ω_k – частота качки корпуса ракеты.

Возьмем в акустическом возмущении $\exp i\omega_1 t$ только действительную, косинусную, составляющую и будем записывать звуковое воздействие в виде $P=P_0\cos\omega_1 t$.

Проанализируем величины моментов-помех. Примем угол β равным нулю, что соответствует отсутствию циркуляции. Тогда:

$$(M_z)_1=\frac{4\pi}{R}I_z hi\omega_1 a_1^{(1)}z^2(1-z)^2(\omega_x\cos\omega_1 t)=$$

$$=\frac{4\pi}{R}I_z hi\omega_1 a_1^{(1)}z^2(1-z)^2\cos z\cos\omega_1 t(\theta_0\omega_k\cos\omega_k t-\varphi_0\omega_k\cos\omega_k t\sin\psi)=$$

$$=\frac{4\pi}{R}I_z hi\omega_1 a_1^{(1)}z^2(1-z)^2\cos z(\theta_0\omega_k\cos\omega_k t\cos\omega_1 t-\varphi_0\omega_k\sin\psi\cos\omega_k t\cos\omega_1 t).$$

Если имеет место равенство угловой скорости ω_k корпуса летательного аппарата и частоты ω_1 упругих перемещений поверхности подвеса, т.е. $\omega_k=\omega_1=\omega_c$,

тогда слагаемые в круглых скобках дают квадраты косинуса частоты совпадения ω_c:

$$(M_z)_1=\frac{4\pi}{R}I_z hi\omega_1 a_1^{(1)}z^2(1-z)^2\cos z(\theta_0\omega_c\cos^2\omega_c t-\varphi_0\omega_c\sin\psi\cos^2\omega_c t).$$

УДК 534.6

Е.Г. Крылова, студент; Г.И. Сокол, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: krylova.k@i.ua

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИНФРАЗВУКА В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

В настоящей работе систематизированы источники инфразвука в атмосфере Земли. Рассмотрена связь инфразвука с явлениями в верхней и в нижней атмосферах. В последнее время все больше внимания уделяется всевозможным колебательным движениям атмосферы, в том числе и инфразвуковым волнам. Это может обуславливать широко известную связь солнечной активности с биосферными процессами. Инфразвуковые колебания (ИЗ – колебания) в атмосфере Земли генерируются по многочисленным причинам: галактические космических лучи, падения метеоритов, электромагнитные излучения и корпускулярные потоки от Солнца, а также геосферные процессы. Взаимодействие электромагнитного излучения с оптическими неоднородностями атмосферы приводит к генерации акустических колебаний в широком диапазоне частот. Известно, что инфразвуковые колебания даже небольшой интенсивности влияют на организм человека: вызывают тошноту и звон в ушах, уменьшают остроту зрения. Колебания средней интенсивности могут стать причиной расстройства пищеварения, нарушения функций мозга с самыми неожиданными последствиями. Инфразвук высокой интенсивности, влекущий за собой резонанс, приводит к нарушению работы практически всех внутренних органов, возможен смертельный исход из-за остановки сердца, или разрыва кровеносных сосудов.

Фактором, оказывающим значительное влияние на инфразвуковые колебания атмосферы (ИКА), является сейсмическая активность, причём она может быть внешним воздействием на подготовительные процессы и их результатом Связь интенсивности сейсмических процессов с солнечной активностью была обнаружена при анализе глобальной сейсмичности и 11-летних солнечных циклов. Влияние сейсмической активности на ИКА является очень сложным процессом и не сводится только к поршневому излучению колеблющихся литосферных плит. Здесь необходимо учитывать разнообразные физико-химические процессы, как в литосфере, так и в атмосфере. ИКА могут порождаться газовыми выделениями из трещин литосферы при возрастании сейсмической активности, колебаниями литосферных плит, аэрозольными неоднородностями в атмосфере.

Наличие инфразвука в атмосфере Земли при растущих мощностях вертикально-осевых ветроагрегатов предполагает проведение дальнейшего анализа взаимодействия инфразвуковых акустических полей с солнечным излучением. Инфразвук от землетрясений и пожаров может служить предвестником, сигналом и причиной катаклизмов (взрывы метанового льда). Изучая его распространение можно составлять прогнозы погоды.

УДК 534.321.8

А.В. Кубрак, студент; Г.И. Сокол, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: xquexbekx@mail.ru

АКУСТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ИНФРАЗВУКОВЫХ СФЕРИЧЕСКИХ ВОЛН

В настоящее время проектирование лабораторных инфразвуковых генераторов приводит к определённым трудностям, так как соотношение между радиусом излучателя R и длиной волны инфразвука λ очень мало, что соответствует высокому уровню звукового давления в акустическом поле.

Целью настоящей работы является создание алгоритма и программы для расчёта характеристик сферических акустических полей в диапазоне инфразвуковых частот.

Для решения поставленной задачи были проведены расчёты: полезной мощности монополя, угла между давлением и колебательной скоростью в поле сферической волны, интенсивности в поле монополя.

Составлены алгоритм и программа расчёта характеристик дальнего поля сферической волны на инфразвуковых частотах.

Приведен график изменения параметра kR (k – волновое число, R – радиус излучателя) в зависимости от расстояния r от излучающего элемента, а также график изменения угла сдвига фаз для частот 1-20 Гц.

Показано падение уровня звукового давления в дальнем поле сферического излучателя в зависимости от расстояния, при начальном уровне звукового давления 160 дБ.

Приведена амплитудно-частотная характеристика звукового давления в дальнем поле для двух точек.

Из расчета следует что:

– акустическая мощность сферического излучателя равна акустической мощности излучателя плоской волны в случае, если $\cos\phi = 1$, при этом параметр kR велик, что приводит к усложнению задачи проектирования сферического излучателя звука;

– при $r = 5\lambda$ здвигом фаз между звуковым давленим и колебательной скоростью в дальнем поле можно пренебречь и считать их находящимися в фазе;

– практически реализовать конструкцию сферического излучателя с малым углом ϕ сложно ввиду его больших размеров. Однако, для частот излучения f=20-30 Гц вполне осуществим излучатель с параметром kR=2, $\cos\phi$=0,8.

Предложена конструкция генератора инфразвуковых сферических волн в виде шара.

До настоящего времени алгоритмы и программы для расчёта характеристик сферических акустических полей в диапазоне инфразвуковых частот не были созданы.

УДК 371.693.4:534.292:534-6

Б.В. Кузнецов, студент; В.Н. Прошкин, к.т.н., доцент;
Д.С. Гришин, студент; Ю.В. Конопацкий, студент
Пензенская государственная технологическая академия
E-mail: bris-AZAZEL@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАНИЗКОЧАСТОТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ИМИТАТОРАХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ

В настоящее время известно множество способов моделирования психофизиологических ощущений в различных обучающих системах, таких как наземные, водные, воздушные и космические системы. По источникам отечественной и зарубежной информации общий объем воспроизведения (полнота моделирования) реальной обстановки на современных комплексных тренажерах не превышает 98 %. Сегодня на высоком уровне моделируются шумовые эффекты слышимого диапазона, тактильно-кинестетические ощущения, приборная информация, внешняя визуальная обстановка, ощущения пространственного движения и различного рода внештатных и чрезвычайных ситуаций. В условиях наземной подготовки на таких тренажерах, перечисленные эффекты и ощущения сопровождаются без психофизиологического эмоционального и болезненного фона, которое имеет место в реальной обстановке таких как укачивания, затуманивание зрения, нарушение чувства равновесия, усталости, страха, тревоги, болевых ощущений, эйфории и т.д. Поэтому при моделировании экстремальных и других режимов работы объекта всегда имела место предметная неполнота, некая условность и отсутствие имитации эмоционального фона, что сказывалось на эффективности обучения, не обеспечивая возможность приобретения навыков, более высокого уровня для принятия правильных решений в штатных и аварийных режимах.

По результатам информационных и патентных исследований, выявлены факторы, которые ограничивают развитие увеличения полноты моделирования реальной обстановки. Выяснилось, что до недавнего времени у разработчиков комплексных средств обучения существовало ложное мнение о невозможности с помощью современных технических средств имитировать полную информационную среду реальных условий, включая психофизиологическую напряженность персонала. В ходе исследования также обнаружено, что в большинстве случаев все отрицательные психофизиологические ощущения возникают из-за акустических шумов инфразвукового диапазона, образованного движительной техникой различного назначения и промышленных установок. На основании проведенных работ предложено принципиально новое техническое решение, разработан способ моделирования психофизиологических эффектов в тренажере, по которому получен патент на изобретение.

Исходя из априорной информации об объекте управления, субъективных и объективных признаков, отмеченные у людей при воздействии на них инфразвука разных параметров, с учетом опасной и условно опасной зон риска, предельных уровней инфразвуковых эффектов и времени его воздействия синтезируются в информационных каналах инфразвуковые колебания и влияют на обучаемый экипаж. Для ограничения действия инфразвука на окружающую обстановку и обслуживающий персонал, тренажер, вместе с обучаемым экипажем, помещают в демпфер инфразвуковых колебаний.

УДК 629.7.054

К.В. Кузьменко, студент; Д.А. Чередниченко, студент
Национальный технический университет Украины «КПИ»
E-mail: karachun1@gala.net

ПРОНИКАЮЩЕЕ АКУСТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОГРЕШНОСТИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Как оказалось, помимо самостоятельного интереса, кинематическое и акустическое воздействия формируют широкий круг актуальных прикладных задач анализа и синтеза инерциальных систем в плане изучения природы их совместного одновременного проявления. К слову сказать, такой подход оправдан и в том смысле, что в большей степени соответствует натурным условиям функционирования. Так, например, в момент старта транспортных носителей типа «Протон», «Зенит», «Циклон-4» или «Маяк», либо при выполнении операций разделения и разведения при старте с орбитальной ступени (ОС) авиационно-космической системы (АКС), на ракете-носителе одновременно выполняются как операции вывода на номинальный режим работы разгонных блоков двигательных установок, так и построение опорной системы координат (или предусмотренных тактическими задачами системы ориентирных направлений). Аналогичные процедуры выполняются при решении маршевых задач ближнего космоса по доставке КА на заданную орбиту (или перевод с опорной на геостационарную).

Такая постановка задачи приводит к необходимости создания иных расчетных моделей, учитывающих как угловое движение корпуса РН, так и пространственное нагружение бортовой аппаратуры проникающим акустическим излучением. Исследования показывают, что изгибные колебания поверхности поплавка и элементной базы прибора под действием одной только звуковой волны, как правило, не оказывают существенного влияния на погрешность измерения. Но при наличии еще и углового движения РН картина резко меняется. Выходной сигнал помимо полезной составляющей, в этом случае, содержит постоянную и периодическую компоненты погрешности измерений, соответствующие «ложной» угловой скорости. Таким образом, наличие носителя кинетического момента коренным образом меняет картину измерений.

Пояснение имеющему место явлению состоит в том, что упругие перемещения поплавкового гироскопа под действием акустического излучения приводят к возникновению возмущающих моментов, воспринимаемых прибором как входная величина. Принимая во внимание достаточно большую поверхность поплавка, следует ожидать и соответствующую реакцию гироскопа на порождаемое возмущение.

Таким образом, упруго-напряженное состояние поплавкового подвеса в совокупности с носителем кинетического момента приведет к существенному изменению динамических свойств прибора и послужит источником дополнительных погрешностей в натурных условиях. Описание природы этого явления составляет содержание данной главы.

УДК 629.7.054

Д.В. Литвиненко, студент, Е.О. Морозова, студент;
Национальный технический университет Украины «КПИ»
E-mail: karachun1@gala.net

ПОСТРОЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ В РЕВЕРБЕРАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Конструкционные особенности серийно выпускаемых поплавковых приборов позволяют при изучении динамики гироскопа особое внимание уделить анализу состояния не только боковой поверхности подвижной части подвеса, но также и торцевой. Прежде всего остановимся на анализе динамики оболочечной части подвеса. Рассмотрим наиболее общий случай – трехмерную задачу.

Прошедшая внутрь прибора звуковая волна, как уже отмечалось, приведет к упругим перемещениям боковой поверхности поплавка в продольном $U_z(t,z)$, радиальном $\vec{W}(t,z)$ и касательном $U_\varphi(t,z)$ направлениях (относительное движение), что в условиях переносного углового движения корпуса РН со скоростью $\vec{\omega}$ вызовет появление сил инерции Кориолиса $\vec{F}_u^c(U_z)$, $\vec{F}_u^c(W)$ и $\vec{F}_u^c(U_\varphi)$ и, естественно, послужит причиной возникновения возмущающих моментов $\vec{M}_u^c(U_z)$ $\vec{M}_u^c(W)$ и $\vec{M}_u^c(U_\varphi)$. Составляющие $\vec{M}_1$ и $\vec{M}_3$ этих моментов приведут к прецессии оси фигуры с угловой скоростью $\omega_1^a(t)$ и с угловым ускорением $\dot{\omega}_1^a(t)$ относительно выходной оси:

$$M_1(t)=\frac{2I\omega\dot{U}_\varphi(t)}{R_0};\ M_3(t)=2\pi\frac{I\omega}{R_0}\dot{W}(t);$$

$$\omega_1^a(t)=2\frac{I\omega}{HR_0}\left[\dot{U}_\varphi(t)+\pi\dot{W}(t)\right], \quad (1)$$

где I – экваториальный момент инерции поплавка, H – кинетический момент гироскопа.

Кроме того, упругие перемещения $U_z(t)$ поверхности поплавка вдоль его протяженности приведут к возникновению момента сил инерции Кориолиса $M_u^c(U_z)$, вектор которого совпадает с выходной осью прибора:

$$M_u^c(U_z)=\frac{1}{R_0}\cdot 2I\omega\dot{U}_z(t). \quad (2)$$

УДК 534-6

И.О. Моргун, к.т.н.; В.Г. Савин, д.т.н., профессор
Национальный технический университет Украины «КПИ»

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С НЕОДНОРОДНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Рассматривается задача об установившихся электроупругих колебаниях цилиндрического пьезопреобразователя с секционированными электродами при неоднородном электрическом возбуждении.

Рассмотрены четыре основных случая электрических граничных условий на поверхности преобразователя. Одна секция электрода для всех рассмотренных случаев возбуждается электрическим напряжением, вторая секция в одном случае закорочена, во втором случае – возбуждается электрическим напряжением, которое отличается от возбуждения первой секции амплитудой, в третьем случае часть внешней поверхности преобразователя не электродирована, в четвертом случае – электродирована, а ее электроды разомкнуты.

Разработана математическая модель, включающая в себя постановку и решение задачи об установившихся электроупругих колебаниях цилиндрической пьезокерамической оболочки (преобразователя) с учетом неоднородности электрических граничных условий на ее поверхности.

Найдены выражения, позволяющие вычислять все основные электромеханические характеристики динамического процесса – прогибы и тангенциальные смещения цилиндрической пьезокерамической оболочки, а также электрическую напряженность керамики, разности потенциалов на разомкнутых электродах. При решении задачи привлекалась линейная теория тонких электроупругих оболочек, базирующаяся на гипотезах Кирхгофа-Лява, разложение искомых величин по собственным формам колебаний оболочки, разложение кусочно-непрерывных функций в ряды Фурье.

Анализ полученных решений и числовых результатов позволяет сделать вывод о том, что неоднородное электрическое возбуждение цилиндрического преобразователя вызывает в нем изгибные формы колебаний.

УДК 629.7.054

М.М. Мурашко, студент; В.В. Карачун, д.т.н., профессор;
В.Н. Мельник, д.т.н., доцент; О.Я. Ковалец, ассистент
Национальный технический университет Украины «КПИ»
E-mail: karachun1@gala.net

ВЛИЯНИЕ ПРОНИКАЮЩЕГО АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРИБОРЫ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ

Моменту активного отделения второй ступени от первой предшествует вывод на номинальный режим работы ее маршевых двигателей с одновременной подготовкой к работе навигационно-пилотажного оборудования ракеты-носителя (РН). Наряду с прочими функциональными операциями, в этот период времени строится система заданных ориентирных направлений. Оставляя в стороне вопросы специфики, в том числе и безопасности, самого маневра разведения, отличающегося наличием мощного теплового факела двигателей второй ступени, подробно остановимся на другом малоизученном явлении – влиянии прошедшего в подобтекательное пространство акустического излучения со стороны двигателей на бортовую аппаратуру РН, в частности, на гироскопические приборы и устройства. Общий уровень акустического поля в районе реактивной струи, как уже отмечалось, может достигать 180 дБ, при ширине частотной полосы – 0…10 кГц. Такие режимы наблюдаются, частности, при старте ракет с поверхности Земли или из шахт.

Шум реактивной струи, обладая широким спектром частот и случайным характером изменения величины звукового давления, приведет к возникновению в механических системах бортовой аппаратуры множества форм колебаний, в том числе и резонансных. В своей совокупности волновые процессы, как показывают результаты экспериментальных исследований, приведут к нарушению режима функционирования приборов и, в итоге, к ухудшению тактико-технических характеристик изделий в целом, что выльется в необходимость решения дополнительных нештатных задач эксплуатации РН и выведения космических аппаратов (КА), не предусмотренных Техническими условиями.

Последнее поясняется следующим. Характер движения КА на высотах, превышающих условную границу атмосферы Земли, существенным образом зависит от многих факторов, среди которых не последнее место занимают собственно погрешности выведения и погрешности построения ориентирных направлений, например, с помощью систем инерциальной навигации. Совокупность этих нежелательных проявлений может привести либо к необходимости доукомплектования КА корректирующими двигателями (или топливом) с целью обеспечения требуемых параметров орбиты, либо, вообще, – к существенному сокращению времени существования космического аппарата.

УДК 629.7.054

М.М. Мурашко, студент; Н.И. Довгодько, студент
Национальный технический университет Украины «КПИ»
E-mail: karachun1@gala.net

ЗВУКОВЫЕ ПОЛЯ В ПРИБОРНОМ ОТСЕКЕ

Механическую модель прохождения звука через круглую пластину представим следующим образом (рис.1).

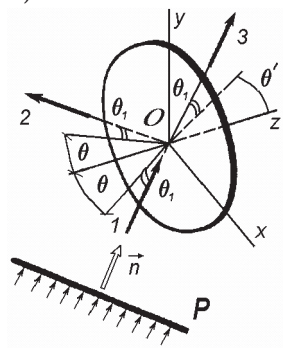


Рис. 1. Схема прохождения звуковой

волны через круглую пластину

С левой (лицевой) стороны пластины падает плоская монохроматическая волна давления P в направлении нормали $\vec{n}$ к фронту. Падающую, дифракционную и прошедшую волны обозначим соответственно цифрами 1, 2 и 3. Толщину платины примем равной h, а радиус – R_0.

Систему координат $Oxyz$ свяжем со срединной плоскостью, а точку O совместим с геометрическим центром пластины. Очевидно, что она наиболее подвержена влиянию акустического излучения в направлении Oz нормали к поверхности, так как именно здесь ее импеданс минимальный по сравнению с двумя другими измерениями.

Проанализируем возмущенное изгибное движение торцевой пластины кожуха под действием плоской звуковой волны. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний в форме Софи Жермен имеет вид [162] –

$$D\Delta^2 W_T(x,y,t)+\rho h\ddot{W}_T(x,y,t)=q(x,y,t),$$

где $\Delta^2=\dfrac{\partial^4}{\partial x^4}+2\dfrac{\partial^4}{\partial x^2\partial y^2}+\dfrac{\partial^4}{\partial y^4}\overset{def}{=}\mathrm{A}$ – итерированный лапласиан (бигармонический оператор); $D=\dfrac{Eh}{12(1-\sigma)}$, ρ, h и σ – цилиндрическая жесткость, плотность материала пластины, толщина и коэффициент Пуассона соответственно.

УДК 629.76-531.7

Н.О. Остапченко, студентка,
Г.І. Сокол д.т.н., професор, Є.В. Горбенко, аспірантка
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Ostapchenko-nata@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В АГРЕГАТНОМУ ВЕРСТАТІ

В сей час коливання набувають особливого значення у зв'язку з бурхливим зростанням потужностей машин, швидкостей руху їх механізмів, забезпеченням стійкості і керованості систем. Коливання надзвичайно небезпечні, коли виникають похибки в роботі машин і механізмів, збільшується знос, помітно знижується надійність, з'являється можливість руйнувань і аварій.

Останні 10-15 років велика увага приділяється визначенню технічного стану на основі вібраційної діагностики верстатного обладнання. Відзначаються переваги експлуатації верстатів, що з'являються з використанням системи контролю та діагностики.

Співробітниками Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України, отримані цікаві та важливі результати теоретичних і експериментальних досліджень обтискних станів – заготовочних, сортувальних, трубних, листопрокатних. Встановлено основні причини формування суттєвих динамічних навантажень в обладнанні.

Одна з основних задач, що розв'язуються при проведенні дослідження, полягала у визначенні причини виникнення значних динамічних навантажень, які в багатьох випадках у 2-3 рази і більше перевищували статичне навантаження. Без вирішення цього завдання неможлива розробка заходів щодо їх зменшення.

Коливання мають величезне значення для сучасної техніки, особливо для таких галузей, як автоматичне регулювання та управління, верстатобудування, літакобудування. Розглядаються коливання в металорізальних верстатах перш за все з позицій впливу на точність і якість оброблюваних поверхонь, а також на довговічність інструменту та елементів конструкції верстата. Як і для машин інших типів, досить важливим є розгляд акустичного проявлення коливань у вигляді шуму. У більшості випадків коливання у верстатах є небажаними. Проте в деяких випадках коливання використовуються для дроблення стружки, зниження тертя і поліпшення умов переміщення робочих органів верстата або умов різання.

Незважаючи на фізичну різноманітність природи коливань, всім коливальним рухам властиві деякі загальні закономірності. Вивчення цих закономірностей, а також розробка методів дослідження коливальних процесів є предметом теорії коливань. Важко назвати галузь техніки, де б не виникали в тій чи іншій мірі коливальні рухи.

Перехідні процеси – це період неусталеної роботи верстата, тобто періоди пуску і гальмування. У ці періоди можуть виникнути значні скачки коливань, які приведуть систему верстата до похибок у точності, розладу системи або навіть до її поломки. У зв'язку з цим завданням роботи є складання математичної моделі агрегатного верстата і розрахунок спектру частот під час перехідного процесу.

УДК 349.24; 620.97

О.М. Пархоменко, аспірант
Харківська національна академія міського господарства
E-mail: rigena@mail.ru

РОЛЬ ГІС В МОДЕЛЮВАННІ ШУМОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Боротьба з шумом ведеться постійно, з того часу як людина створила виробництво. Виробничий процес вимагає від працюючого персоналу емоціональної рівноваги та зусередженості працівника. За останні роки в енергетиці досить широко використовують вітроенергетичні установки. Процес виробітки електроенергії супроводжується генеруванням в навколишнє середовище підвищеного рівня шуму.

Зменшення підвищеного рівня шуму від ВЕУ є важливою задачею охорони праці. Для забезпечення комфортних умов праці і зменшення шумового впливу на працюючий персона та навколишнє середовище були застосовані геоінформаційні системи (ГІС). ГІС це система яка: – представляє собою взаємодію п'яти компонентів: комп'ютерних засобів, програмного забезпечення, географічних даних, регламенту і користувачів; – виконує функції вводу, інтегрування, зберігання, обробки, аналізу, моделювання і візуалізації географічної інформації.

Однією з суттєвих відмінностей ГІС від інших інформаційних систем є те, що вони мають великі можливості роботи з геопросторовими даними. Вони описують будь – які об'єкти, що знаходяться в реальному земному просторі. Вони складаються з двох частин: просторові данні, що описують місцезнаходження, форму і розміри об'єкту, а також характеристики об'єкту. Для збереження інформації використовується просторова база даних (ПБД). Вона використовується для зберігання і виконання запитів до даних про просторові об'єкти, які представлені деякими абстракціями: точка, лінія, полігон.

Просторова база даних володіє розширеною функціональністю, яка дозволяє зберігати цілісний просторовий об'єкт, який об'єднує як традиційні види даних, так і географічні (данні про положення об'єкта в просторі). За допомогою просторових баз даних можна виконувати аналітичні запити, які містять просторові оператори для аналізу просторово – логічних відношень об'єктів (перетинання, доторкання, міститься в, містить, знаходиться на відстані Х від, та ін.) За допомогою ГІС MapObjects було розроблено програмне середовище, за допомогою якого є можливість розмістити вітроенергетичні установки у конкретному географічному просторі. Зв'язок з просторовою базою даних дає змогу врахувати затухання звуку при розповсюдженні на місцевості. При цьому в розрахунку враховуються кліматичні умови (концентрація водяних парів, атмосферний тиск, звуковий тиск ВЕУ, температура повітря). В результаті задавання всіх умов розрахунку на електронній карті висвітлюється звукове поле ВЕУ.

Таким чином, застосування геоінформаційних систем, дає змогу на етапі проектування зменшити звукове поле вітроенергетичних установок. Застосування ГІС допоможе скоротити фінансові витрати підприємства на медичне обслуговування працюючого персоналу та уникнути професійних захворювань знизити вплив ВЕС на оточуюче середовище.

УДК 621.12

Г.А. Реентова, студентка; Э.А. Артемьев, к.т.н., профессор
Астраханский государственный технический университет
Email: hally-09@mail.ru

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ РАСХОДОМЕР

Расходомеры постоянного перепада давления (ротаметры) широко используется в системах контроля и регулирования химико-технологических процессов, в теплоэнергетических установках, на фармацевтических предприятиях, предприятиях пищевой промышленности для измерения объемного расхода плавно меняющихся однородных потоков чистых и слабо загрязненных жидкостей и газов, а также сред с дисперсными включениями инородных частиц. Недостатками существующих ротаметров являются:

– измерение только одного параметра – объемного расхода продукта (жидкости или газа);

– аналоговый выход;

– влияние температуры контролируемого продукта на результаты измерения.

Предлагаемый расходомер работает следующим образом. По команде от блока управления 10 усилители-формирователи временного интервала 12 и 13 и вычислительное устройство 14 устанавливаются в исходное состояние, а на выходе генератора тока импульсов возбуждения 11 возникает импульс тока, при взаимодействии которого с полем постоянного магнита 7, в волноводах 1 и 2 возникают импульсы упругих крутильных волн (прямой эффект Видемана), которые распространяются по волноводам в обе стороны от места возбуждения, со скоростями C_1 и C_2. Внутри направляющей 8 размещены два ферромагнитных волновода (ФВ) 1 и 2, концы которых помещены в демпферы 5 и 6, причем ФВ выполнены из разных материалов, у которых скорости крутильных волн в них при температуре 20°С C_1 и C_2, и температурные коэффициенты скоростей крутильных волн $\alpha 1$ и $\alpha 2$ различны. У нижнего конца ФВ размещены два преобразователя упругих волн в ЭДС 3 и 4.

Через интервалы времени $\Delta t_1 = H/C_1$ *и* $\Delta t_2 = H/C$ крутильные волны достигнут преобразователей магнитного поля 3 и 4 соответственно и наведут в них эдс считывания (обратный эффект Видемана), которые после усиления и преобразования в блоках 12 и 13 в виде импульсов, длительностью $\Delta t_{1\ и}\ \Delta t_2$ поступают в вычислительное устройство 14. На выходе вычислительного устройства формируется сигнал, пропорциональный средней температуры θ, высоты подъема поплавка H и объемного Q и массового расхода продукта m.

$\Theta = (C_{10}\,\Delta t_1 - C_{20}\,\Delta t_2)/(C_{20}\,\alpha_2\,\Delta t_2 - C_{10}\,\alpha_1 \Delta t_1) + 20^0$С ,

$H = \Delta t_1\, C_{10}(1 + \alpha_1(\Theta - 20^0\text{C})) = (\Delta t_1 \Delta t_2)/(k_1 \Delta t_1 - k_2 \Delta t_2)$, $Q = H/k$

где $k_1 = \alpha_1/C_{20}(\alpha_2 - \alpha_1)$, $k_2 = \alpha_2/C_{10}(\alpha_2 - \alpha_1)$, k=const.

Тогда при известной плотности ρ_0 при 20 °С $m = \rho_0(1 + \alpha_1 \rho\Theta) * Q9)$

УДК 504.06:534.83

Л.В. Родионов, к.т.н., ассистент[1]; А.Н. Крючков, д.т.н., доцент, профессор[2];
Г.О. Белов, аспирант[1], М.В. Баляба, студент[1]
[1]Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
[2]Институт акустики машин при СГАУ
E-mail: rl63@bk.ru

ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛЯ РАЗГРУЗОЧНЫХ КАНАВОК НА ШУМ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА

В настоящее время уделяется всё больше внимания вопросу акустического комфорта человека, как дома, так и на рабочем месте. Шестеренные насосы (ШН) внешнего зацепления широко распространены вследствие ряда причин. Поэтому одной из задач являлось снижение шума ШН. Проведенное исследование основано на предположении взаимодействия пульсаций давления рабочей среды и акустического шума. Для снижения пульсационной нагруженности ШН выполнены разгрузочные канавки (РК) специальной формы в его подпятниках (втулках). Выбор профиля РК осуществлялся при помощи разработанной авторами математической модели ШН. Для определения эффективности влияния профиля РК на шум ШН были проведены замеры уровня шума в трех контрольных точках, расположенных на равном удалении от стенда с ШН. При анализе сравнивались средне энергетические значения уровня шума ШН с исходными и предложенными РК.

Выявлено, что предложенный профиль РК снижает зубцовые гармоники в спектре пульсаций давления на выходе из ШН и, как следствие, уменьшается шум на этих же зубцовых гармониках (рисунок 1).

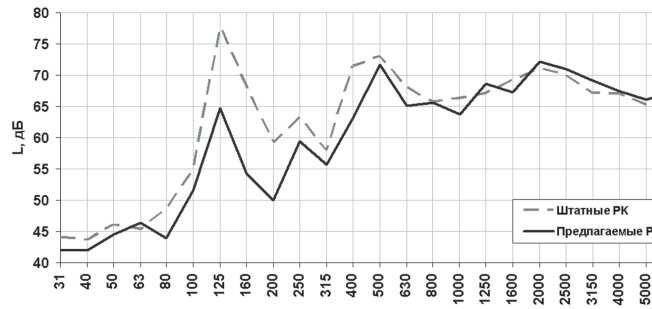


Рисунок 1 – Уровень шума около шестеренного насоса, при давлении на выходе Рвых=2 МПа и частоте вращения n=800 об/мин

Таким образом, мероприятия по снижению пульсаций давления рабочей среды позволяют также снизить уровень шума ШН на частотах, соответствующих его рабочему процессу. Особенно это актуально для низких частот, где звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы не так эффективны.

Данная работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

УДК 504.06:534.83

Л.В. Родионов, к.т.н., ассистент[1]; А.Н. Крючков, д.т.н., доцент, профессор[2];
Г.О. Белов, аспирант[1], М.А. Ермилов, студент[1]
[1]Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
[2]Институт акустики машин при СГАУ
E-mail: rl63@bk.ru

СНИЖЕНИЕ ШУМА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ УСТАНОВКИ ГАСИТЕЛЯ ПУЛЬСАЦИЙ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

Основным назначением гасителей колебаний (ГК) является снижение пульсаций давления рабочей среды в гидравлической системе и как следствие увеличение ресурса её работы. В проведенном исследовании интерес также представляло влияние установки ГК на общий уровень шума исследуемой гидравлической системы. Предполагалось экспериментально изучить справедливость гипотезы о взаимодействии пульсаций давления рабочей среды и акустического шума. Главным источником виброакустической нагруженности стендовой системы является шестеренный насос (ШН). Был спроектирован и изготовлен ГК, установка которого дала требуемый результат по снижению пульсаций давления рабочей жидкости.

Измерения уровня звукового давления осуществлялось в трех контрольных точках, расположенных на равном удалении от стендовой системы с ШН. Далее оценивался общий уровень шума с использованием средне энергетического значения результатов измерений.

Выявлено, что установка ГК в стендовой системе привела не только к уменьшению пульсаций давления рабочей среды, но и к снижению уровня шума на дискретных частотах, соответствующих режиму работы ШН (рисунок 1).

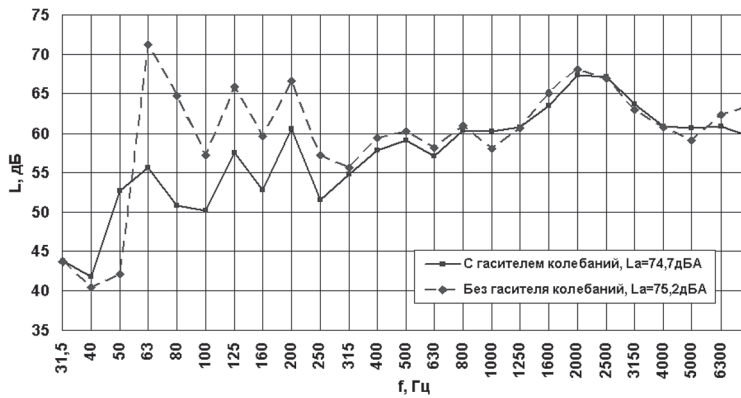


Рисунок 1 – Общий уровень шума стендовой системы, при давлении на выходе ШН Рвых=2 МПа и частоте вращения n=400 об/мин

Данная работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

УДК 629.76-531.7

Т.А. Рибалка, студентка; Г.І. Сокол д.т.н., професор; У.М. Тучина, інженер
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: trybalka@mail.ru, gsokol@ukr.net.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ ТОЧНОСТІ У МЕХАНІЗМАХ ВЕРСТАТІВ

Дослідження динамічної точності верстатів спрямовано на визначення коливань та шуму, неврівноваженості та биття деталі, кінематичних погрішностей, зазорів у сполученнях, міцності, зносостійкості, швидкохідності, надійності. Важливим у програмі динамічного дослідження э визначення характеристик збуджувальних впливів та спектрів власних частот коливання. Механічні системи у практичних розрахунках є складними пружними системами. Для повного визначення деформацій, які виникають в таких складних системах при коливаннях, необхідно знати переміщення усіх точок системи. Зазвичай замість реальної механічної системи розглядають ідеалізовану модель, у якій розподіл мас та пружних зв'язків реальної системи замінено більш простим розподіленням. У результаті такої ідеалізації реальна система замінюється еквівалентною з кінцевим числом ступенів свободи. Розглянуто систему агрегатного верстата, яка складається із пружно з'єднаних між собою мас (бокова станина – права, задня, ліва; силова головка – права, задня, ліва; пристрій; стіл) жорстким стрижнем (болтом). Значення власної обертальної частоти верстату та вимушених обертальних частот відповідних силових головок не збігаються, а отже, не відбувається явища резонансу, при якому система руйнується. Дана система верстата управляється масою.

У даній роботі було приведено облік існуючих робіт в області дослідження динамічної точності у металорізальних верстатах та навантаження у колесо-обробних верстатах, наведено дослідження динамічної точності формоутворення фасонної поверхні залізничного колеса, розглянуто динаміку нестаціонарного режиму розгону урівноваженого супорта карусельного верстату.

У процесі роботи агрегатно-свердлильного верстата виникають вимушені коливання під дією зовнішніх сил лівої, задньої та правої силових головок. Керуючись характером з'єднання елементів верстата, а також враховуючи геометричні параметри болтів та наявність фундаменту, розраховано жорсткість системи агрегатного верстата та визначено вимушені і власні обертальні частоти на кожну силову головку у процесі дії. Обертальні частоти не збігаються між собою, а отже, явище резонансу відсутнє. Побудовано графіки значень коливальної швидкості, які свідчать, що частота зовнішнього впливу значно більша власної, дії сил пружності і тертя на час коливання системи зневажливо малі і система керується масою. Розраховано добротність для лівої, задньої, правої силової головки відповідно. Отримані значення добротності чисельно малі і система володіє вібростійкістю.

УДК 621.896

М.Д. Рыбальченко, студент; В.Н. Илюхин, к.т.н., доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет
им. С.П. Королева
E-mail: rmd92@mail.ru

ДИАГНОСТИКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ СМАЗОЧНЫХ СИСТЕМ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ИХ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Шум создаваемый работающим оборудованием, наряду с температурой и вибрацией используется, как один из параметров позволяющих локализовать неисправность оборудования. По результатам вибродиагностических испытаний без разборки станка можно оценить техническое состояние деталей, что обеспечивает возможность устранения дефектов на начальном этапе их возникновения и снижение стоимости обслуживания оборудования на 40 – 50 %.

На кафедре автоматических систем энергетических установок Самарского государственного аэрокосмического университета были проведены исследования акустических характеристик последовательного питателя при работе его поршней с различными скоростями, т.е. при различных значениях перераспределяемого им расхода смазочного материала.

Испытания проводились следующим образом. На вход питателя подавалась рабочая жидкость при различных значениях расхода и с помощью шумомера-анализатора спектра ОКТАВА 101А в течении 10 с измерялись среднеквадратичные, эквивалентные и пиковые уровни звука, и уровни звукового давления в октавных и третьоктавных полосах частот. Результаты измерений записывались в персональный компьютер ПК в форме таблиц и диаграмм.

По результатам испытаний был построен график зависимости максимального уровня звука (звукового давления) от величины расхода рабочей жидкости на входе в питатель (средней частоты перемещения поршней).

При этом фиксировался максимальный уровень звука на временной характеристике Slow (медленно) при номинальной среднегеометрической частоте 80 Гц с частотной коррекцией типа Лин, которая была выбрана как среднегеометрическая частота измерений на которой происходили наиболее характерные изменения уровня звукового давления при изменении расхода.

Внедрение способа диагностики последовательных смазочных систем по изменению их виброакустических характеристик, требует проведения дальнейших исследований для формирования библиотек специфических особенностей спектра и формы виброакустических сигналов в зависимости от вида дефекта последовательных питателей, а так же виброакустических спектров нормально функционирующих питателей при различных условиях их работы.

УДК 534.7

Т.Л. Савчук, инженер; Т.А. Рыбалка, студент; Г.И. Сокол, профессор, д.т.н.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: majaj@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА НАСЕКОМОГО МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ АНАЛОГИЙ

Ранее были определены частоты вибрационных и акустических колебаний, которые оказывают вредное влияние на тело вредителя растений колорадского жука. Показано, что основными факторами в определении резонансной частоты являются масса и жесткость всего тела или отдельного органа живого насекомого.

Целью настоящей работы является разработка методики определения резонансной частоты механической системы сердца насекомого.

Моделирование сложных механических систем, которые состоят из масс, соединенных между собой элементами упругости, часто проводится с использованием метода электромеханических аналогий. К таким сложным системам относятся электроакустические приборы, механизмы станков, аппаратура и акустические устройства, которые состоят из электрических, механических и акустических элементов. К электрическим элементам относятся индуктивности, емкости, активные сопротивления, трансформаторы; к механическим и акустическим – массы, упругости, сопротивления потерь (например, на трение) и своего рода механоакустические трансформаторы. Эти элементы комбинируют в электрические, механические и акустические системы в виде различного рода контуров и цепочек, а также в виде электромеханических и электроакустических преобразователей. Под последними подразумевают устройства преобразования колебаний одного вида энергии в другой, например акустических колебаний в электрические или электрических в акустические.

Одинаковый порядок и форма дифференциальных уравнений описывающих колебания в средах с одной упругой постоянной, то есть акустических процессов, механических и электрических, позволяют установить аналогии между параметрами всех этих процессов.

В данной работе на основе метода электромеханических аналогий разработана методика определения резонансной частоты механической системы, для которой традиционные методы неприемлемы. Это – многокамерная система сердца насекомого.

В частности, для сердца насекомого, как многокамерной системы состоящей из полостей с оболочками, заполненными жидкостью и соединенными между собой, метод электромеханических аналогий позволяет определить параметры, которые дают возможность определить степень влияния акустических колебаний на ткани вплоть до разрыва стенок камер.

Полученный результат отвечает диапазону резонансных частот, которые были определены во время вибрационных испытаний тела насекомого. Это говорит о правильности выбранной методики.

На основе знаний о резонансных явлениях в механической системе можно моделировать акустические воздействия на эту систему.

УДК 534.322.3

А.И. Сафин, студент; А. А. Иголкин, к.т.н., доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет им. С. П. Королева
(Национальный исследовательский университет)
E-mail: rturik@rambler.ru

ПРОГРАММА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ИМПЕДАНСНОЙ ТРУБЕ

В настоящее время акустический комфорт все больше затрагивает каждого инженера, конструктора и производителей, необходимо изучение свойств звукопоглощающих материалов. Многие из существующих методов требуют дорогих ресурсов, таких как огромные лаборатории, реверберационные и заглушенные камеры. С использованием импедансной трубы можно получить акустические свойства материалов без необходимости капитальных вложений, дорогостоящих ресурсов, ни больших помещений.

Источник звука (динамик) устанавливается на один конец трубки, а образец материала помещается на другой конец. Динамик генерирует розовый шум.

Следующим шагом является математическая обработка полученных сигналов и вычисление параметров:

– коэффициент отражения (комплексная величина);

– коэффициент звукопоглощения;

– акустический импеданс (комплексная величина).

Представим теоретические основы: стационарные плоские волны, создаваемые внутри импедансной трубы, измеряются микрофонами в двух точках, расположенными между собой на расстояние S и на расстояние L от тестируемого материала.

Переменное избыточное давление, возникающее в упругой среде при прохождении через неё звуковой волны:

$$P_1(f) = A(f) \cdot e^{i \cdot k \cdot e_1} + B(f) \cdot e^{-i \cdot k \cdot e_1}$$

$$P_2(f) = A(f) \cdot e^{i \cdot k \cdot e_2} + B(f) \cdot e^{-i \cdot k \cdot e_2}$$

где A и B амплитуды прямой и обратной волны,

Рисунок 1 – Последовательность расчетов

В результате измерений получены графики коэффициентов отражения, поглощения и акустического импеданса.

УДК 534.832-7

М.Б. Сейфетдинов, магистр; С.А. Гафуров, аспирант;
Р.Б. Сейфетдинов, к.т.н., ассистент; Е.В. Шаматов, д.т.н., профессор
Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
E-mail: aeromach@mail.ru

ГАЗОДИНАМИЧЕСКАЯ ДОВОДКА ГЛУШИТЕЛЯ ШУМА ТЕРМОАКУСТИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ

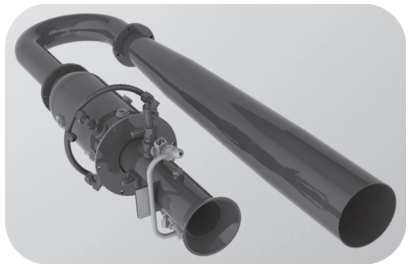
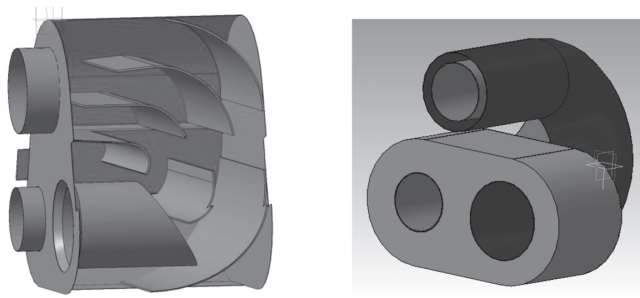


Рисунок 1 – Термоакустический двигатель

Термоакустический двигатель на основе бегущей волны представлен на рисунке 1. Результатом рабочего процесса данного устройства является высокоскоростной поток продуктов сгорания обладающих высокой температурой 800-1100 ˚С. При этом уровень звука достигает 80 дБА. Для коммерческого применения подобных установок крайне необходимо его снижение до соответствующих норм.

Имеющаяся система глушения данной установки (см. рисунок 2 а) не обеспечивает приемлемый уровень звукового давления. Это происходит из-за неблагоприятных особенностей конструкции глушителя. В ходе испытаний выявлено, что камера воспринимается системой как продолжение резонатора и не осуществляет акустического разделения потока на должном уровне. Установка лопаток для устранения турбулентных потоков не приносит желаемого эффекта, повышает стоимость изготовления изделия а также снижает его технологичность. По результатам CFD-расчетов была предложена новая конструкция глушителя, представленная на рисунке 2 б, которая позволила снизить шум на 12 дБА.

Новая конструкция камеры глушения позволяет произвести разделение акустической волны, не снижая мощность термоакустического двигателя.



а) б)

Рисунок 2

УДК 62-533.4

Р.Б. Сейфетдинов, к.т.н., ассистент; М.Б. Сейфетдинов, магистр;
С.А. Гафуров, аспирант; Е.В. Шаматов, д.т.н., профессор
Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
E-mail: fagott@bk.ru

РАЗРАБОТКА МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ПО ОБРАТНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Классические активные методы управления динамическими характеристиками систем подразумевают подвод к системе энергии для подавления виброакустических нагрузок, уровень которой соизмерим с уровнем подавляемых процессов. Недостатком данной стратегии является двойная потеря энергии, связанная с производимой энергией самих виброакустических процессов и энергией направляемой на их подавление.

Наиболее эффективно предлагаемая стратегия активного управления виброакустическими процессами может быть применена в энергоустановках, рабочий процесс которых основан принципе термоакустического взаимодействия.

К таким системам относятся: пульсирующие воздушно-реактивные двигатели (ПуВРД), камеры вибрационного горения (трубы Рийке), импульсные трубки, термоакустические двигатели на основе цикла Стирлинга.

Основным критерием эффективности в таких системах является выполнение условия Релея. Условие Релея показывает качество преобразования тепловой энергии в механическую энергию в акустической волне.

Целью предложенного метода управления является повышение качества преобразования тепловой энергии в механическую посредством управления фазовым соотношением между процессом тепловыделения и изменением акустического давления/

Структурная схема предлагаемого метода активного управления термоакустическим взаимодействием в открытой термоакустической системе представлена на рисунке 1.

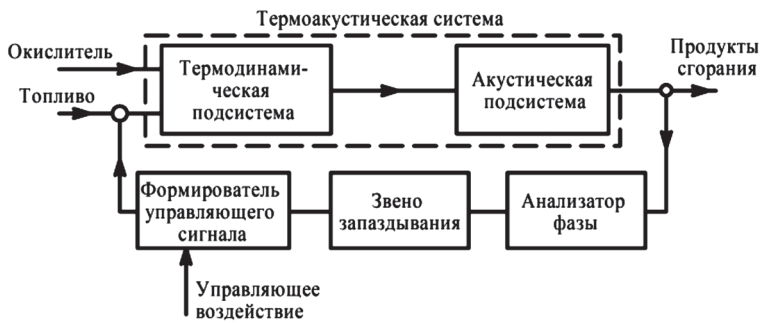


Рисунок 1 – Модель активного управления термоакустическим взаимодействием в открытой термоакустической системе

УДК 534.86

М.Я. Семків, аспірант
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
E-mail: mishasemkiv@gmail.com

ЛОКАЛЬНІ РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ДИНАМІЧНОГО ПОШИРЕННЯ ОДНОРІДНИХ ТА ІНТЕРФЕЙСНИХ ТРІЩИН

В даній роботі проведено аналітичні дослідження динамічного поширення однорідних тріщин, а також поширення тріщин вздовж границі розділу двох середовищ з різними механічними характеристиками. Всі співвідношення були отримані в припущенні, що зона прояву нелінійних ефектів мала в порівнянні з розмірами самої тріщини, а поле напружень навколо пластичної зони може бути представлено асимптотичними формулами, отриманими при розв'язанні задачі теорії пружності. При математичному описі явища розповсюдження тріщини важливим моментом було виявлення загальних закономірностей розподілу полів напружень і переміщень в околі вершини тріщини. Скалярний і векторний потенціали представляються у вигляді добутку функції, яка залежить від радіуса на функцію, залежну від кута при вершині тріщини.

В роботі проведено аналітичний і чисельний аналіз напружень і переміщень, а також потоку енергії у вершину тріщини. З'ясовано, що максимальне розтягуюче напруження зміщується з площини розповсюдження тріщини, коли величина швидкості досягає певного значення, і тріщина намагається відхилятись від прямолінійного поширення. Отримано показник сингулярності напружень і вирази для кутового розподілу сингулярних членів напружень для різних швидкостей поширення тріщин. Визначені критичні швидкості поширення тріщини. Побудовано графіки залежності напружень від кута при вершині тріщини. Також слід відзначити, що із отриманих співвідношень, у випадку коли швидкість тріщини не перевищує швидкість хвиль Релея, то рівняння еластодинаміки для довільного закону руху вершини тріщини мають не більше одного розв'язку.

Таким чином, теоретичний аналіз кутового розподілу напружень відповідає експериментальним даним по розповсюдженню тріщини, а також її розгалуженню у випадку, коли швидкість розповсюдження досягатиме деякого критичного значення.

УДК 621.45:629.78

Е.А. Степанов, студент; А.М. Павловский, аспирант
Национальный технический университет Украины «КПИ»
E-mail: eugenestepanov.ukraine@gmail.com

ПРОЦЕССЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ ОТ ДАТЧИКОВ В УСТРОЙСТВАХ КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИИ

Системы контроль вибрации на летательных аппаратах (ЛА) является неотъемлемой частью диагностики газотурбинного двигателя (ГТД). Данная система проектируется как опция в блоке контроля двигателя или самостоятельное устройство. Данная система определяет значение виброускорения в узлах двигателя подверженных максимальной нагрузке.

ГТД ЛА является сложным устройством на проектирование, которого затрачивается такое же количество времени, как и на постройку ЛА. Информация поступающая от датчиков вибрации, представляет набор зашумленных гармоник, для дальнейшей обработки которых требуется проведение фильтрации аналогового сигнала.

Для фильтрации сигнала используют фильтры основанные, как правило, на операционных усилителях зарекомендовавших себя как стабильное устройство. Так как датчики вибрации находятся непосредственно на двигателе, а связи к блоку отвечающему за вибрацию могу тянуться десятки миров. То в близи к двигателю устанавливают преобразователь (усилитель) сигнала. Но даже преобразованный сигнал, входящий в устройства требует усиления для получения точной информации об уровне вибрации. Поэтому в каскад аналоговых фильтров на входе устройства также устанавливают усилители сигнала. Реализация усилителя не всегда соответствует современным нормам по точности энергопотребления и занимаемым габаритам. В связи с этим, в предлагаемом устройстве контроля вибрации данный каскад реализовывается на новой элементной базе, которая соответствует всем требованиям.

Попадая в блок, сигнал проходит через R-C цепочку, которая выполняет грубую фильтрацию низких частот. Далее сигнал усиливается приблизительно в 0.5 – 0.7 раза от значения усиления, которое требуется для дальнейшей обработки, разделение усиления сигнала на два этапа сделано для того чтобы разгрузить элементы отвечающие за выполнение данной операции, и уменьшить количество погрешностей сигнала вследствие преобразования. После первого усилителя сигнал поступает в фильтр высоких частот, построенный на трех операционных усилителях. Далее он проходит через фильтр низких частот построенный на базе микросхемы типа MAX, в зависимости от выставленного режима микросхема будет подавлять все сигналы которые превышают уровень заданный в ТЗ. Последним элементом аналогового фильтра является второй усилитель, который преобразует сигнал для дальнейшей оцифровке и обработки микроконтроллером.

Особенностью каскада отвечающего за фильтрацию сигнала на входе устройства является реализация всех преобразований таким образом, чтобы данные полученные аналого-цифровым преобразователем не имели лишних гармоник на недопустимых частотах и погрешность информации от датчика, была минимальной.

УДК 534.231

Т.В. Тузниченко, студент; Г.И. Сокол, д.т.н. профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: tusnichenko_t@ukr.net., gsokol@ukr.net

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В МОДЕЛИРОВАНИИ АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ВОЗДУШНОГО ВИНТА САМОЛЁТА И РОТОРА ВЕТРОУСТАНОВКИ

В 1937 г. Л.Я. Гутин предложил методику расчета звукового поля воздушного винта самолёта. При внимательном рассмотрении видны общие закономерности в моделировании акустических полей воздушного винта самолёта и ротора ветроустановки. Поэтому теория Л.Я. Гутина, предложенная в работе «Теория звукового поля воздушного винта самолёта» для расчета характеристик акустического поля, применима и к полю ротора ветроустановки.

Согласно теории, что на каждый элемент колеса в виде воздушного винта самолёта и ротора ветроустановки, действуют две силы: аэродинамическая и сопротивление вращательному движению.

Рассматривая элемент лопасти ветроколеса, определим силы, с которыми элементы лопасти воздействуют на среду

$$n\int_0^{R_0} A(R)dR = n\int_0^{R_0} dP = P\ ,\ n\int_0^{R_0} B(R)dR = n\int_0^{R_0} dM = M\ ,$$

где n – число лопастей; R_0 – длина лопасти; P – аэродинамическая сила, приводящая лопасть в движение; M – момент во вращательном движении лопасти.

Периодически повторяющиеся силы разложим в ряд Фурье, получим выражения для амплитуд гармоник

$$A_m = \frac{2}{m\pi}A(R)\cdot\frac{R}{a}\sin\left(m\pi\frac{\tau}{T}\right)dR\,d\theta \quad B_m = \frac{2}{m\pi}B(R)\cdot\frac{R}{a}\sin\left(m\pi\frac{\tau}{T}\right)dR\,d\theta\,.$$

Потенциал скоростей, обусловленный сосредоточенной силой, определим как

$$\phi = \frac{-i}{4\pi\rho kc}\,X\left(\frac{1}{2r}+\frac{ik}{r}\right)\cdot\frac{e^{-ikr}}{r}x\Bigg|\,.$$

Выражение для звукового давления имеет вид

$$p = \frac{m\omega_1}{2\pi cr}\left[-P\cos\vartheta+\frac{nc}{\omega_1 R_2^2}M\right]J_{mn}\left(kR\sin\vartheta\right).$$

Согласно предложенной теории проведен расчет звукового поля ротора ветроустановки. Можно видеть, что акустическое поле имеет направленность. На расстоянии 300м от ВЭУ – 250С, уровень звукового давления составляет менее 80 дБ, что отвечает санитарным нормам, принятым в Украине.

УДК 534-13

А.А. Шинкаренко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: univer_energy@inbox.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСШИРИТЕЛЬНОМ БАКЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Тепловой насос – это термодинамическая установка, в которой теплота от низкопотенциального источника передается потребителю при более высокой температуре. При этом процессе затрачивается механическая энергия. Эффективность установки с тепловым насосом характеризуется несколькими факторами, в частности, коэффициентом преобразования энергии, который имеет первостепенную важность, поскольку позволяет определить рентабельность теплового насоса. В первую очередь, наибольшую перспективу представляет использование теплового насоса в системах горячего водоснабжения и отопления зданий.

В работе рассмотрена двухконтурная установка теплового насоса, в которой контуры объединены с помощью расширительного бака, предназначенного для:

– отделения конденсата от газового потока, возникающего в случае нерасчетной работы теплового насоса;

– сглаживания пульсаций давления, которые могут возникать при запуске/остановке компрессоров и могут взаимно влиять друг на друга.

Основной проблемой рассматриваемой схемы теплового насоса является чувствительность компрессоров установки к скачкам параметров на входе, что может привести к поломке компрессора. Конструкция расширительного бака имеет первостепенное значение при гашении пульсаций давления хладагента.

Целью работы является исследование нестационарных волновых процессов в расширительном баке теплового насоса.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1) Для определения параметров в узлах теплового насоса построена математическая модель процессов, описывающая реальный термодинамический цикл.

2) Определены основные параметры компрессоров и границы их работоспособности по характеристикам вибраций, пульсаций давления в трубопроводе и рабочим температурам.

3) Построена численная модель нестационарных процессов в расширительном баке теплового насоса на основе уравнений Навье – Стокса.

4) С помощью построенных моделей проведены расчеты нестационарных волновых процессов в расширительном баке и определено их влияние на работу компрессоров теплового насоса.

Полученные результаты позволили оценить эффективность бака как демпфирующего устройства и провести проектирование его конструкции, отвечающей требованиям технологичности, минимизации потерь энергии при заданном уровне гашения возмущений.

2
Гидроаэрогазодинамика и тепломассоперенос в системах летательных аппаратов

Координаторы:
Приходько Александр Анатольевич,
заведующий кафедрой технической механики ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара, доктор физико-математических наук, профессор
Тимошенко Валерий Иванович,
зам. директора по научной работе Института технической механики НАНУ и НКАУ, член-корреспондент НАНУ, доктор физико-математических наук, профессор

УДК 629.7.063.6

Д.С. Абраменко, начальник отдела
ОАО «УкрНИИТМ»
E-mail: nio1@ukrniitm.dp.ua

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЗАТОПЛЕННОЙ СТРУИ МОЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ОЧИСТКЕ ПОЛОСТЕЙ РКТ

В ряду технологий, отработанных в производстве ракетно-космической техники (РКТ), видное место занимает технология механизированной струйной очистки и обезжиривания крупногабаритных емкостей. Основным принципом жидкоструйной мойки и очистки является удаление механических и жировых загрязнений благодаря динамическим и физико-химическим воздействиям на них жидкостных свободных незатопленных струй. Особенности конструкций емкостей РКТ обусловили необходимость создания моечно-очистного оборудования с малогабаритными головками и устройствами их ввода, позволяющими доставлять моющие струи с необходимыми гидродинамическими характеристиками практически в любую зону очистки. При этом большое значение имеет создание сопловых устройств, формирующих дальнобойные струи, но имеющих минимальные размеры, так как от этого зависят размеры моечных головок. Поэтому были проведены исследовательские работы в целях поиска и создания оптимальных конструкций сопловых устройств для моечных головок, позволяющих при значительном сокращении габаритов сопел сохранить их гидродинамические характеристики. В разработанных моечных головках используются жидкостные дальнобойные сопловые устройства, содержащие цилиндрический ствол с конической выходной частью и размещенный в стволе выпрямитель.

Математическая модель незатопленной жидкостной струи состоит из уравнения количества движения и уравнения неразрывности, записанных в цилиндрической системе координат с известным начальными граничными условиями. Жидкость в струе принималась несжимаемой с постоянной температурой и известными теплофизическими свойствами. Целью моделирования было определение распределения поля скоростей и давления в струе для нахождения рациональных параметров насадка и выпрямителя. Решение уравнений математической модели проводили численным методом контрольного объема на разнесенной сетке. Аппроксимацию конвективных членов в уравнении производили по схеме второго порядка точности. В результате аппроксимации получали дискретный аналог дифференциальных уравнений, который решался по схеме против потока. Написанную программу тестировали на задачах, решения которых известно и получено разными авторами. Получено распределение скорости и давления по длине и радиусу струи в зависимости от геометрических параметров насадка и выпрямителя. Это позволяет найти рациональные проектно-конструкторские решения моечной головки в зависимости от особенностей очищаемых полостей изделий РКТ.

УДК 532.516

М.С. Арсенюк, аспирант; А.А. Приходько, д.ф-м.н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара
E-mail: ars_mix@ukr.net

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР ПРИ ОБТЕКАНИИ КОРПУСА ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ВБЛИЗИ ПУТЕВОЙ СТРУКТУРЫ

Создание новых перспективных транспортных средств стало актуальной проблемой, необходимость решения которой обусловлена ростом требований к их техническим характеристикам. Традиционный подход к созданию новых транспортных средств предполагает стадию доводки опытных вариантов, которая занимает до 70% от общего времени разработки. Это связано с недостаточной адекватностью используемых математических моделей и недостаточным использованием современных систем автоматизированного проектирования. Высокоскоростные транспортные средства на магнитном подвесе должны развивать большие скорости, порядка 500-600 км/ч. При таких скоростях существенное влияние на динамику движения транспортного средства оказывают аэродинамические силы, поэтому важно определить их характер и силу еще на этапе проектирования.

В докладе рассмотрена методика и результаты численного моделирования обтекания транспортного аппарата на сверхпроводящих магнитах, движущихся над путевой структурой. Расчеты выполнены на основе системы уравнений Навье-Стокса сжимаемого газа. Для замыкания исходных уравнений использовалась модель турбулентности SST. Для решения системы исходных уравнений использовался метод контрольных объемов.

Представлены распределения давления, коэффициента трения, предельные линии тока на поверхности корпуса транспортного средства и путевой структуры, а также результаты визуализации пространственной структуры потока, кинетической энергии турбулентности, вихревой вязкости в расчетной области. Анализируются особенности структуры потока вблизи носовой и кормовой частей корпуса, в зазоре между транспортным средством и путевой структурой. В потоке за телом наблюдаются система из двух поперечных и двух продольных, противоположно вращающихся вихрей.

Направлением дальнейших исследований будет оптимизация аэродинамической формы высокоскоростного транспортного средства на магнитном подвесе.

УДК 629.4.063

А.И. Артамонов, студент; Ю.А. Митиков, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: pluton716@mail.ru

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАДДУВА БАКА O_2

На данный момент гелиевый наддув баков с кислородом широко используется в ракетной технике. Технически и конструктивно реализация гелиевого наддува сложна из-за того, что титановые баллоны с гелием располагают непосредственно в баке с жидким кислородом. Это приводит к большим остаткам гелия в них.

Целью исследования является поиск надежного и коммерчески выгодного метода повышения эффективности наддува бака O_2.

Рассмотрено и проведено сравнение вариантов размещения баллонов с гелием в жидком кислороде и межбаке с учетом сжимаемости. Показана эффективность каждого варианта. Предложен путь повышения эффективности наддува – ввод в баллоны в требуемый момент времени определенной доли энтальпии.

Проведен анализ наиболее характерных вариантов размещения баллонов с гелием для наддува, показана их эффективность. Предложен новый метод повышения характеристик газобаллонного наддува кислорода гелием.

УДК 55.42.03

А.А. Вороньков, аспирант
Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: aviszuto@gmail.com

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ СПВРД

В данной работе рассматриваются оценки возможности реализации малоразмерных СПВРД.

В виду сложности масштабного воспроизводства конструкций практически во всех отраслях техники. Не составляет исключения в этом смысле проблематика миниатюризации двигателей известных типов и ассоциированных с ними рабочих процессов при условии интеграции в соответствующую транспортную систему. В развитие данного тематического направления представлен метод опережающих численных исследований режимов работы сверхзвукового прямоточного воздушно-реактивно-го двигателя (СПВРД), предназначенный для решения проектных задач в рамках проработки концепции БЛА легкого класса со сверхзвуковой скоростью полета.

Представлена комплексная газодинамическая модель малоразмерного ПВРД, отражающая процессы внешнего и внутреннего обтекания. Внутренние течения и физические поля определяются моделью горения. На основании модели исследовались газодинамические процессы в малогабаритном ПВРД, процесс запуска и стабилизация пламени в рабочем объеме камеры сгорания.

УДК 532.5

Е.О. Дидинская, аспирантка; А.А. Кочубей, докт. физ.-мат. наук, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: murmurkisa@gmail.com

ОБ ОДНОМ МЕХАНИЗМЕ ДВИЖЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ В ЖИДКОСТИ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕВЕСОМОСТИ

Широкое распространение и бурное развитие космических технологий приводит к постоянному расширению спектра используемых в космосе веществ и систем, а также к необходимости изучения все более сложных процессов, в них протекающих. В частности, в последние годы в сфере интересов космических исследований оказались многофазные среды, в которых объекты дисперсной фазы претерпевают физико-химические превращения, например, фазовые переходы, или вступают в химические реакции с основной фазой. Целью настоящей работы является корректировка приведенного утверждения, доказательство существования и анализ движения объектов дисперсной фазы, которое может возникнуть в подобных процессах.

Пусть в условиях пренебрежимо малых массовых сил, то есть, условиях невесомости, в первоначально неподвижной жидкости (газе) содержится относительно малые первоначально неподвижные объекты дисперсной фазы, которые при взаимодействии с основной фазой претерпевают упомянутые выше физико-химические превращения. В общем случае суммарный удельный объем веществ, вступивших в указанное физико-химическое превращение, и суммарный удельный объем веществ, являющихся продуктами вышеназванных процессов, не совпадают. Чтобы компенсировать эффект скачка плотностей при физико-химических превращениях, в жидкости неизбежно должно возникнуть течение, в случае фазовых переходов называемое стефановским. Возникновение течения связано с появлением в жидкой среде градиентов давления. Однако интенсивность по поверхности частицы дисперсной фазы может быть различной, то есть, и давление на поверхности объекта дисперсной фазы может изменяться, что, очевидным образом, приводит к возникновению суммарной «реактивной» силы, действующий на данный объект и приводящий его в движение. Помимо этого объект дисперсной фазы может подвергаться несбалансированному влиянию стефановских течений от других объектов, если, конечно, последние расположены достаточно близко к нему. Таким образом, гидродинамический эффект физико-химических превращений делает некорректным представление о диффузионном механизме этого процесса.

Особый практический интерес представляют два случая: высокоинтенсивная химическая реакция и медленный фазовый переход.

Предложенная выше физическая модель гидродинамического эффекта физико-химических превращений в многофазной среде в условиях невесомости была формализована в виде математических моделей стефановского течения и проиллюстрирована несколькими примерами численных расчетов. В качестве инструмента численного моделирования использовался метод граничных элементов.

УДК 536.24

А.В. Дидинский, аспирант; А.А. Кочубей, докт. физ.-мат. наук, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: didinskiy@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ

Одним из наиболее перспективных направлений развития современных космических технологий является космическое материаловеденье, а именно получение материалов с заданными свойствами на орбите в условиях микрогравитации. Дело в том, что в образцах материалов, полученных в результате орбитальных экспериментов, были обнаружены неоднородности химического состава, которые не могли быть объяснены существовавшей диффузионной моделью процесса затвердевания. Попытки объяснить обнаруженный феномен конвекцией Марангони или слабой свободной конвекцией в поле малых массовых сил также не увенчался успехом. Эффекты термодиффузии и связанной диффузии описываются системой уравнений Онзагера, трудность решения которой определялась наличием в ней коэффициентов разного порядка. До того, как в работе [1] был предложен специальный асимптотический подход к решению системы уравнений Онзагера, указанные трудности преодолеть не удалось. Предложенный в работе [1] подход основывается на разложении решения в ряд по малому параметру, характеризующему отношение внедиагональных элементов матрицы Онзагера к диагональным ее элементам. При численном исследовании краевых задач для системы уравнений Онзагера удалось показать, что, начиная с первого приближения, даже в стационарные распределения концентраций вносятся возмущения, приводящие к возникновению неоднородностей соответствующего поля в местах максимальных градиентов иных полей.

Основной целью настоящей работы является анализ фазовых переходов в аналогичных средах в условиях микрогравитации. Использование в этом случае системы уравнений Онзагера в качестве одной из математических моделей процесса представляется вполне оправданным и закономерным. Очевидно, что вследствие сегрегации вблизи границы фазового перехода возникают значительные градиенты сегрегируемых веществ, которые, в свою очередь, приводят к возникновению в этих же местах заметных неоднородностей полей нейтральных, несегрегируемых примесей, что не предсказывается традиционной теорией. Таким образом, эффекты термодиффузии и связанной диффузии могут быть использованы для качественного объяснения образования неоднородностей при затвердевании сложных смесей в условиях микрогравитации. Для анализа количественного соответствия необходимо проведение численного эксперимента на более общей математической модели, включающей помимо термодиффузии и связанной диффузии еще и слабую свободную конвекцию и конвекциею Марангони.

1. **Дидинский А.В.**, Евдокимов Д.В., Кочубей А.А., Поляков Н.В. Асимптотический анализ системы уравнений Онзагера // Вісник ДНУ. Серия: Моделирование. – ДНУ, 2010. – Вып. 2. №8. – С. 36-44.

УДК 533.692

И.А. Каленюк, аспирант; В.В. Чмовж, к.т.н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: i.kaleniuk@gmail.com

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ МОДИФИКАЦИЙ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

В связи с постоянным ростом пассажирских и грузовых перевозок при помощи воздушного транспорта возникает ряд задач, которые связаны с увеличением скорости и дальности полетов магистральных самолетов, а также с уменьшением стоимости их полета. Данные задачи можно решить путем улучшения аэродинамических характеристик, как самого самолета, так и отдельных его частей. Улучшение аэродинамических характеристик профиля, в частности его аэродинамического качества, приведет к уменьшению расхода топлива, что повлечет за собой уменьшение стоимости полетов.

В исследовании проводился численный анализ влияния модификаций сверхкритического профиля McDonnell/Douglas DSMA-523 на его аэродинамические характеристики. Модификация проводилась путем изменения геометрии нижней и верхней поверхностей профиля, а также геометрии задней кромки профиля. Верхняя поверхность изменялась, начиная с 43 % от длины хорды по параболическому закону:

$$\overline{y} = \left(0{,}033085\overline{x}^2 - 0{,}029658\overline{x} + 0{,}006646\right)\cdot\Delta\,, \quad (1),$$

где Δ – относительное утолщение задней кромки в процентах хорды.

Нижняя поверхность изменялась, начиная с 65 % от длины хорды по линейному закону:

$$\overline{y} = \left(0{,}0295\overline{x} + 0{,}0191\right)\cdot\Delta\,. \quad (2)$$

Рассматривалось обтекание профиля потоком вязкой сжимаемой жидкости, в широком диапазоне чисел Маха от 0,6 до 0,85 с шагом 0,5 и в широком диапазоне углов атаки от -2 до 5° с шагом 1°. Параметры атмосферы соответствовали 9000 м. Для численного моделирования использовалась модель турбулентности Спаларта– Аллмараса.

Из полученных результатов видно, что изменение геометрии сверхкритического профиля существенно влияет на его аэродинамические характеристики.

УДК 62-799

С.С. Марин, студент; В.Н. Прошкин, к.т.н., доцент;
А.Е. Чеботарь, студент; М.Н. Мальцев, студент
Пензенская государственная технологическая академия
E-mail: electron59@ya.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЗАМКНУТОЙ ГИДРОСИСТЕМЫ

В современных разветвлено-замкнутых гидравлических системах контроль герметичности решается, как правило, по анализу изменения давления, расхода или уровня рабочей жидкости (РЖ) [1, 2]. Недостатком известных способов является высокая погрешность определения факта начала разгерметизации в системах, в состав которых входят агрегаты с переменными температурными и объемными характеристиками. Кроме того, отсутствует контроль герметичности системы на этапе ее заполнения РЖ.

Для устранения указанных недостатков в рамках НИРС Пензенской государственной технологической академии разработана автоматизированная система контроля герметичности замкнутой гидросистемы, которая позволяет выявить аварийную обстановку на различных этапах ее эксплуатации с учетом температурных, расходных и других характеристик.

В качестве информационных сигналов для выявления аварийной обстановки, являются:

$SW_{ГН}$ – сигнал объемной скорости потока РЖ напорной гидролинии;
$SW_{ГС}$ – сигнал объемной скорости потока РЖ сливной гидролинии;
$SW_{ГК}$ – сигнал объемной скорости потока РЖ компенсационной гидролинии;
$ST_{ИГЭ}$ – сигнал температурной скорости РЖ в источнике гидравлической энергии;
$ST_{ИГП}$ – сигнал температурной скорости РЖ в источнике гидравлической подпитке;
$ST_{ПГЭ}$ – сигнал температурной скорости РЖ в потребителе гидравлической энергии;
$SV_{ИГП}$ – сигнал объемной скорости РЖ в источнике гидравлической подпитке.

Эти сигналы подаются на сумматор и в нем складываются. Если гидросистема исправна, то сигнал на выходе сумматора равен нулю, а при ее разгерметизации – отличный от нуля. По величине сигнала сумматора блоком анализа и управления производится оценка сложившейся ситуации и определяется дальнейший ход работы системы. При малых утечках включаются визуальная или акустическая сигнализация, а при больших – формируется команда на перевод системы в безаварийное положение.

На этапе заполнения гидросистемы РЖ признаками аварийной обстановки являются:
$SW_{ГН}$ – сигнал объемной скорости потока РЖ напорной гидролинии;
$SW_{ГС}$ – сигнал объемной скорости потока вытесняемого газа сливной гидролинии;
$t_{ВЗ}$ – время заполнения гидросистемы рабочей жидкостью.

1. **Прошкин В.Н.** и др. Автоматизированная система для контроля герметичности в системах охлаждения тепловых, преимущественно атомных электростанциях. Проблемы технического управления в региональной энергетике. – Пенза: ПТИ, 2003. – С. 210-212.
2. А.с. 1552732 СССР. МКИ: F15B19/00, 20/00. Устройство защиты замкнутой гидросистемы от утечек рабочей жидкости / В.Н. Прошкин и др.

УДК 629.7.063.6

А.Н. Мататюк, студент; Ю.А. Митиков, доцент, зав.кафедрой
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail:matatyuk@ukr.net

ОБЗОР МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ВЫСОТЫ РАЗРУШЕНИЯ СТУПЕНИ РН НА ПАССИВНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ РН «ЗЕНИТ»

На данный момент существует проблема рассеивания мелких осколков после разрушения ступени РН на пассивном участке траектории за зону отчуждения. Предпринимались попытки решения этой проблемы, например, изменив траекторию полета, но результаты не были достигнуты на приемлемом уровне.

Главная цель обзора – найти эффективный и недорогой метод решения проблемы, что впоследствии приведет к уменьшению зоны разлета обломков ступени.

В обзоре рассмотрено множество методов по уменьшению высоты разрушения ступени. Эти методы проанализированы и отобраны для детального рассмотрения. Таким образом, более подробно в обзоре рассмотрены следующие способы снижения высоты разрушения ступени РН на пассивном участке траектории: теплозащита и охлаждение днища бака с горючим, сгорание обломков ступени РН в плотных слоях атмосферы, стравливание паров горючего, слив горючего и др.

Обзор методов снижения высоты разрушения ступени РН на пассивном участке траектории позволяет определить наиболее эффективные из них. В дальнейшем, если использовать их на практике, возможно уменьшение зоны разлета обломков РН, а также уменьшение зоны отчуждения, что приведет к положительному экономическому эффекту.

УДК 532.5

Е.С. Петрусев, студент; Ю.В. Бразалук, ассистент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: zyman89@mail.ru

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Рассмотрим плоскую область сложной геометрической формы, заполненную сверхтекучей жидкостью. Пусть в рассматриваемой области содержится конечное число подвижных твердых объектов, геометрические размеры которых, конечно, меньше характерных размеров области течения, но соизмеримы с таковыми. Кроме того, пусть в области течения содержится конечное число вихрей, представляющих собой достаточно малые в сравнении с обсуждавшимися выше масштабами области с ненулевыми завихренностями одного знака. Предположим также, что внешняя поверхностная и массовая силы на рассматриваемую систему не действуют, то есть движение сверхтекучей жидкости определяется введенной выше вихревой системой.

В рамках сделанных выше допущений и предположений течение сверхтекучей жидкости можно моделировать вихревым течением идеальной несжимаемой жидкости, при этом вихревую систему удобно заменить системой дискретных вихрей. Поскольку содержащиеся в области течения материальные объекты подвижны, полная формулировка задачи должна включать в себя уравнения движения этих объектов в предположении о том, что все их механические характеристики известны.

Тогда формулировка гидродинамической задачи может быть выполнена как в терминах потенциала скоростей, так и в терминах функции тока. В силу того, что в сверхтекучей жидкости можно полностью пренебречь эффектами вязкости, то есть, не возникает даже циркуляция по обтекаемым контурам, обтекание содержащихся в области течения объектов в любой момент времени можно полагать бесциркуляционным. Гидродинамическая постановка задачи должна быть дополнена задачами Коши для уравнений движения дискретных вихрей, а полная постановка задачи должна включать еще и задачи Коши для соответствующих дифференциальных уравнений движения подвижных материальных объектов.

Комбинированный метод граничных элементов и дискретных вихрей применен для численного решения поставленной гидродинамической задачи. Для решения всех сформулированных задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений был использован метод Эйлера, поскольку правые части всех рассматриваемых обыкновенных дифференциальных уравнений на каждом шаге по времени определяются численно на основе численного решения гидродинамической задачи. Для определения давления на поверхности обтекаемых подвижных объектов уравнения Эйлера были спроектированы на касательную к обтекаемому контуру, и полученное выражение для касательной производной давления было проинтегрировано вдоль контура обтекаемого тела.

Предложенный подход был проиллюстрирован несколькими примерами численных расчетов.

УДК 532.516

А.А. Пилипенко, инженер
Институт транспортных систем и технологий, НАН Украины
E-mail: anton_pilipenko@ukr.net

К РАСЧЕТУ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТРАНСЗВУКОВЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ ПРИ ОБТЕКАНИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ

Исследование трансзвуковых турбулентных течений имеет важное теоретическое и практическое значение при решении задач внешней и внутренней аэродинамики. Трансзвуковой диапазон скоростей является основным при обтекании несущих поверхностей и хвостового оперения летательных аппаратов, роторов вертолетов, течений вблизи воздухозаборников авиационных двигателей, в решетках компрессоров и диффузорах, в проточной части газовых турбин.

Особый интерес представляет трансзвуковое турбулентное обтекание неподвижного аэродинамического профиля при различных параметрах набегающего потока. Здесь могут наблюдаться локальные сверхзвуковые зоны, ударные волны и волны разрежения различной конфигурации, отрыв пограничного слоя, автоколебания скачков уплотнения, вызывающие крупномасштабные пульсации и нестационарность всего поля течения. Несмотря на то, что исследования в указанной области ведутся более полувека, механизмы вязко-невязкого взаимодействия, ведущие к различной структуре поля течения, остаются недостаточно изученными.

На сегодняшний момент достигнуто понимание общих физических закономерностей трансзвукового обтекания аэродинамических профилей, включающих процессы возникновения локальных сверхзвуковых зон, скачков уплотнения и волн разрежения, развития пограничного слоя и его отрыва. Вместе с тем, для получения количественных данных о конкретной структуре течения, аэродинамических характеристиках при заданной форме профиля, угле атаке, числах Рейнольдса и Маха набегающего потока необходимо проведение физических либо численных экспериментов.

Обтекание профиля крыла в трансзвуковом диапазоне скоростей обычно исследовалось экспериментальными и аналитическими методами. В настоящее время осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса являются основной математической моделью при численном решении задач аэродинамики. В рамках данной модели возможно получение всех газодинамических переменных с учетом возникающих особенностей течения, таких как отрыв потока, нестационарное взаимодействие скачков уплотнения с пограничным слоем и следом за профилем.

Целью настоящей работы является систематическое исследование в широком диапазоне чисел Маха и углов атаки трансзвукового турбулентного обтекания аэродинамических профилей, выявление зон отдельных режимов на плоскости «число Маха – угол атаки», включая автоколебания скачка уплотнения, на основе численного моделирования с использованием осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса.

УДК 532.5

В.Г. Решняк, студент; А.А. Кочубей, докт. физ.-мат. наук, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: revitmt@gmail.com

ПРОЦЕССЫ ФЛОТАЦИИ И СЕДИМЕНТАЦИИ В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ

Флотация и седиментация, то есть, процессы естественной сепарации в многофазной среде, помещённой в поле гравитации, встречаются во многих производственных технологиях в наземных условиях. Аналогичные процессы в условиях микрогравитации оказываются непригодны для практического использования вследствие малости гравитационной силы, если, конечно, некоторое поле массовых сил, аналогичных гравитационным, не создано искусственно. Поэтому процессам флотации и седиментации в условиях малой гравитации существенного внимания не уделяли. Однако, в многофазных средах в условиях микрогравитации могут иметь место достаточно медленные процессы флотации и седиментации, эффект которых будет соизмерим, а иногда и более значителен, чем иные воздействия, приводящие в движение объекты дисперсной фазы в условиях микрогравитации, а именно: малые движения несущей среды, вызванные разнообразными причинами, термо- и диффузиофорез, эффект Марангони для пузырьковых сред. Поскольку за значительные промежутки времени суммарное воздействие эффектов флотации и седиментации на распределение объектов дисперсной фазы может оказаться достаточно существенным, становится очевидной необходимость исследования указанных процессов, прежде всего, средствами математического и численного моделирования.

Было рассмотрено движение конечного числа сферических объектов дисперсной фазы в поле малых массовых сил. Предполагалось, что массовые силы и разности плотностей объектов дисперсной фазы и несущей фазы таковы, что движение происходит в стоксовском режиме. Были рассмотрены два случая: 1. Объекты дисперсной фазы столь удалены друг от друга, что не оказывают при движении взаимного влияния. В данном случае задача сводится к численному интегрированию 3N независимых обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка, где N – число объектов дисперсной фазы. Широкий спектр численных методов решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений применим для решения рассматриваемой системы, в данной работе применялись методы Эйлера и Рунге-Кутта четвёртого порядка точности. 2. Объекты дисперсной фазы взаимодействуют друг с другом. Механизмом такого взаимодействия может быть течение Стокса, вызванное движением рассматриваемых объектов. Полный расчёт такого течения невозможен, поскольку область решения имела бы исключительно сложную форму. Поэтому в данной работе была применена упрощённая математическая модель, согласно которой каждый объект дисперсной фазы представлялся при помощи дискретной особенности, интенсивность которой предполагалась пропорциональной относительной скорости объекта.

Предложенные математические модели процессов флотации и седиментации были проиллюстрированы несколькими примерами численных расчётов.

УДК 532.516

Е.Б. Рогоза, мл. научный сотрудник
Институт транспортных систем и технологий НАН Украины, Днепропетровск
E-mail: reb2601@bk.ru

ЧИСЛЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ НОСОВОЙ ЧАСТИ ТОНКОГО ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНА СОПРОТИВЛЕНИЯ НЬЮТОНА

Во многих инженерных приложениях возникает необходимость уменьшения аэродинамических нагрузок, действующих на подвижный объект. Автомобиль, истребитель, подводная лодка, скоростной поезд испытывают влияние сил и моментов. Минимизация этих характеристик, зависящих от геометрической формы тел, влияет на рабочие показатели указанных объектов, а также на способность выполнять поставленные задачи. В общем случае силы трения определяют мощность двигательной установки, а силы давления влияют на управляемость объекта.

Точное решение задачи о выборе рациональной формы носовой части плоских и осесимметричных тел минимального волнового сопротивления получено лишь для частных случаев. Одним из подходов решения данной задачи является метод применения приближенных формул для давления на поверхности тела, основанный на Ньютоновской модели течения газа.

В докладе рассматриваются вопросы выбора рациональной формы, изолированной носовой части тела под нулевым углом атаки. Используется асимптотический закон Ньютона для давления на поверхности тела. Единственность решения оптимизационной задачи обеспечивается наложением изопериметрических ограничений на целевую функцию, построенную как интегральную характеристику в виде волнового сопротивления тела.

Разработан единый программный комплекс методов оптимизации. Реализованы методы прямого поиска, градиентные и стохастические алгоритмы. Проведено сравнение алгоритмов оптимизации на известных тестовых функциях. Рациональные формы носовой части, полученные в ходе численной оптимизации, сравниваются с аналитическими решениями вариационных задач. Построены известные носовые части минимального волнового сопротивления. Анализируется влияние определяющих параметров на интегральные характеристики тел.

Исследованы границы применимости модели течения Ньютона. Показано, что данная модель может быть использована для выбора эффективных методов оптимизации.

Направлением исследования будет повышение эффективности оптимизационных модулей, а также использование различных моделей сплошной среды.

УДК 536.24

Д.Н. Сербиченко, м.н.с.; Н.В. Поляков, д. физ-мат. н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: serbichenko@rambler.ru

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, РАЗВИВАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ

Многочисленные орбитальные эксперименты последних десятилетий убедительно показывают отличия процессов развития биологических структур и объектов в наземных условиях и в условиях микрогравитации на борту орбитальных станций. Орбитальные эксперименты дороги и ограничены в количестве проводимых опытов, поэтому в рассматриваемой области приходится отдавать предпочтение теоретическим методам исследования процессов роста биологических структур и организмов, что нетипично для традиционной биологии. Более того, орбитальные эксперименты, относящиеся к процессам роста биологических объектов в условиях малой гравитации, вообще говоря, по самой своей сути ограничены, поскольку для многоклеточных организмов процессы развития в значительной мере запрограммированы генетически с учетом наличия силы тяжести. Однако нельзя исключить, что при долговременном размножении таких организмов в условиях микрогравитации активирующиеся мутации будут направлены, прежде всего, на подавление генетических признаков, учитывающих силу тяжести. Таким образом, реальные закономерности развития сложных организмов в условиях микрогравитации эмпирически могут быть определены только в результате очень долговременных орбитальных экспериментов, которые в настоящее время оказываются весьма дорогостоящими и труднореализуемыми.

До настоящего времени математическое моделирование процессов биологического роста было направлено, в первую очередь, на изучения влияния внешних условий на исследуемый процесс. В ряде работ отмечалась явная аналогия математических моделей процессов биологического роста и математических моделей процесса тепломассообмена с фазовыми переходами, в частности, с медленно протекающими фазовыми переходами, что позволило применить при изучении рассматриваемых задач хорошо разработанные математический и численный аппараты теории тепломассообмена. Не останавливаясь на успехах применения указанной аналогии, хотелось бы только отметить, что в теории тепломассообмена достаточно часто встречаются задачи с неустойчивой границей фазового перехода. Подобная неустойчивость была показана в численных экспериментах, моделирующих биологический рост. Очевидно, что развитие неустойчивости границы роста, равно как и границы фазового перехода, в условиях микрогравитации, где нет доминирующего направления, принципиально отличается от аналогичного процесса в наземных условиях. Рассматривая дифференциальный рост как генетически закрепленное развитие неустойчивости границы роста, можно прийти к выводу о том, что в условиях микрогравитации рост организмов будет стремиться к образованию центрально-симметричных гомотетичных квазифрактальных структур.

Вышесформулированный тезис был проиллюстрирован результатами ряда численных экспериментов.

УДК 536.24

И.И. Ткаченко, аспирантка;
А.А. Кочубей, д.ф.-м.н., профессор, первый проректор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: demchyktkachenko@yahoo.com

РАСЧЕТ СИСТЕМ ПОРИСТОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

На сегодняшний день основной тенденцией в повышении эффективности энергетических устройств реактивных двигателей является повышение температуры. С ростом температуры растет и энергонапряженность систем, что в свою очередь требует совершенствования существующих и разработки новых систем охлаждения. На данный момент можно выделить шесть основных типов отвода тепла: за счет конвекции, теплопроводности, массообмена, излучения, электро-магнитных полей, а также за счет физико-химических превращений, кроме того на практике также часто встречаются и их комбинации. Выбор того или иного варианта отвода тепла зависит от конструктивных особенностей аппаратов и особенностей их применения. В настоящей работе мы остановимся на рассмотрении систем пористого охлаждения, использование которых целесообразно при построении искусственных спутников Земли и планирующих зондов. Основным преимуществом таких систем охлаждения в первую очередь является равномерная подача вещества охладителя через пористую стенку охлаждаемой поверхности, а, как следствие, и сравнительно равномерное распределение температуры стенки. Вещество охладителя, проходя через пористую стенку, отбирает от нее тепло, а затем после выхода на поверхность снижает интенсивность ее теплообмена с горячими газами, за счет этих факторов наблюдается снижение температуры охлаждаемой пористой стенки.

В настоящей работе мы будем рассматривать однотемпературную модель фильтрации вещества охладителя через пористую стенку сопла. В том случае, если в пористой стенке не будет происходить фазовый переход охладителя, задача будет сводиться к рассмотрению уравнения Лапласа для давления. В противном же случае, когда в стенке сопла будет наблюдаться фазовый переход охлаждающего вещества, следует рассматривать уже две подобласти – первую, в которой охладитель находится в жидкой фазе (она по-прежнему будет описываться уравнением Лапласа для давления) и вторую, в которой происходит фильтрация паровой фазы вещества охладителя, который будет описывать уравнением Лапласа для квадрата температуры. В оптимальном режиме работы температура на рабочей поверхности защитного пористого покрытия равна температуре кипения вещества охладителя. На границе фазового перехода (в неоптимальном режиме) ставилось условие Стефана, а также задавалась температура, равная температуре фазового перехода вещества охладителя.

В качестве расчетного метода был выбран метод граничных элементов, преимущества которого позволяют работать с областями сложной геометрической формы (он не требует дискретизации внутренней области), с нелинейностью уравнения для второй подобласти, а также нелинейностью, связанной с подвижностью границы фазового перехода, расположение которой с течением времени находится в процессе расчета.

УДК 532.5+533.6

В.А. Толошна, студент; Л.І. Книш, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім.Олеся Гончара
E-mail: Vitoshaa@yandex.ru

РОЗРАХУНОК ТЕЧІЇ РІДИНИ В КАНАЛАХ РІЗНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Існуючі обмеження по масі та компонуванню для технологічного обладнання космічних апаратів змушують шукати нові види та форми такого обладнання. В цьому сенсі перспективним під час проектування різного роду теплообмінних апаратів, елементів систем подачі палива є використання труб некруглого перетину, а також труб з перегородками. Такі перегородки можуть розділяти потоки в рекуперативних теплообмінних апаратах, подібне конструктивне рішення можуть мати системи охолодження панелей з фотоелектричними перетворювачами та ін.

Розрахунок динамічних та температурних полів подібних систем пов'язаний зі значними труднощами, тому що виникає необхідність рішення системи рівнянь в каналі складної геометрії, як правило, з нелінійними граничними умовами. Зведення задачі до плоскої суттєво її спрощує, що й було зроблено.

Базуючись на класичній системі рівнянь Нав'є-Стокса для в'язкої нестислої рідини було складено математичну модель, що описує стаціонарний ламінарний рух в трубі напівкруглого перетину. Визначений зв'язок цієї задачі з задачами про обертання рідини та задачами теорії пружності. Сформульовані граничні умови.

Дослідження проведені чисельно та аналітично. Чисельне рішення було отримане ітераційним методом. Проста геометрія поставленої задачі та відсутність внутрішніх джерел збурень призводить до того, що збіжність наступає відносно швидко. На основі чисельного розрахунку було побудовано профіль швидкості та визначені якісні характеристики течії в циліндричному каналі напівкруглого перерізу. Розглянута методика й створена на її основі програма розрахунків може бути застосована при чисельних дослідженнях теплофізичних і гідродинамічних процесів у циліндричних каналах різного поперечного перерізу. Отримані дані можна покласти в основу двовимірної апроксимації, в якій будуть враховані зміни швидкості, як в радіальному так і в аксіальному напрямі.

Аналітичний розв'язок задачі пов'язаний зі значними труднощами. В загальному вигляді не вдалося знайти формулу для границі області, що виключає отримання результатів методом конформних зображень. Аналітичне рішення поставленої задачі отримано у вигляді рядів та інтегралів Фур'є від гіперболічних функцій, які не вдалось представити у скінченому вигляді. Для аналізу аналітичного рішення виконано заміну нескінченної межі інтегрування на кінцеву, що дозволило розрахувати інтеграл по квадратурній формулі трапецій. Результати розрахунків за цією методикою лягли в основу наближеного аналітичного рішення.

В роботі наведено порівняння обох варіантів розрахунку, що показує достовірність отриманих результатів і можливість їх подальшого використання для розрахунку процесів, які мають місце в каналах напівкруглого перерізу та в круглих каналах з перегородками.

3
Гравитация и фундаментальная физика

Координатор:
Соколовский Александр Иосифович,
профессор кафедры квантовой макрофизики ДНУ имени Олеся Гончара, доктор физико-математических наук, профессор

УДК 530.1

Н.Н. Банникова, аспирантка; А.И. Соколовский, д.ф.-м.н., профессор
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: bnndnu@mail.ru

ГИДРОДИНАМИКА СВЕРХТЕКУЧЕГО БОЗЕ-ГАЗА

На основе системы уравнений для функции распределения (ФР) квазичастиц $f_p(x,t)$, амплитуды волновой функции конденсата $\eta(x,t)$ и его скорости $\upsilon_{sl}(x,t)$, полученной в работе [1] для бозе-газа слабо взаимодействующих частиц, строится гидродинамика сверхтекучего бозе-газа. В качестве независимых переменных, описывающих жидкость, нами выбраны скорость конденсата $\upsilon_{sl}(x,t)$, скорость подсистемы квазичастиц (нормальной компоненты жидкости) $\upsilon_{nl}(x,t)$ и её температура $T(x,t)$, а также амплитуда $\eta(x,t)$ (переменные $\xi_\mu(x,t)$). В гидродинамике Ландау-Халатникова вместо переменной $\eta(x,t)$ используется полная плотность жидкости $\rho(x,t)$. Наш подход ориентирован на обобщение уравнений Гросса-Питаевского, представляющих собой систему уравнений для функций $\eta(x,t)$ и $\upsilon_{sl}(x,t)$, на случай наличия в системе квазичастиц в гидродинамическом состоянии. Задача решается на основе обобщенного метода Чепмена-Энскога, предполагающего, что в описанном состоянии ФР квазичастиц имеет структуру $f_p(x,\xi(t))$, то есть является функционалом параметров $\xi_\mu(x,t)$. При этом скорость $\upsilon_{nl}(x,t)$ и температура $T(x,t)$ определяются формулами

$$\int d^3p\, p_l f_p(x,\xi) = \int d^3p\, p_l n_p(\xi(x)) \equiv \pi_l(\xi(x)),$$

$$\int d^3p\, \varepsilon_p(\eta) f_p(x,\xi) = \int d^3p\, \varepsilon_p(\eta) n_p(\xi(x)) \equiv \varepsilon(\xi(x)),$$

где $n_p(\xi) \equiv (e^{[\varepsilon_p(\eta) - p_l\omega_l]/T} - 1)^{-1}$ – равновесная ФР квазичастиц, $\varepsilon_p(\eta)$ – их спектр,

$\omega_l \equiv \upsilon_{nl} - \upsilon_{sl}$. Вычисление ФР $f_p(x,\xi)$ проводится в двойной теории возмущений: по градиентам параметров $\xi_\mu(x)$ и взаимодействию между частицами. Временные уравнения для $\upsilon_{nl}(x,t)$, $T(x,t)$ выведены из уравнений для параметров $\pi_l(\xi(x,t))$, $\varepsilon(\xi(x,t))$, которые непосредственно следуют из кинетического уравнения для ФР $f_p(x,\xi)$. В итоге получены и проанализированы уравнения гидродинамики системы.

1. **Пелетминский С.В.** К кинетике пространственно-неоднородного бозе-газа при наличии конденсата / С.В. Пелетминский, А.И. Соколовский, В.С. Щелоков // ТМФ. – 1977. – Т.30, N1. – С.57-72.
2. **Пелетминский С.В.** Гидродинамика сверхтекучей бозе-жидкости с учетом диссипативных процессов в модели со слабым взаимодействием / С.В. Пелетминский, А.И. Соколовский, В.С. Щелоков // ТМФ. – 1978. – Т.34,N1. – С.81-98.

УДК 539.192

О.С. Белкина, асс., В.Н. Глушков, проф., Н.В. Могилевская, доц.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: bos82@ua.fm

ВОЗМОЖНОСТИ АНГАРМОНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГЕНЕРАЦИИ ДИСТРИБУТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

Использование дистрибутивных базисных функций вместо традиционных атом-центрированных позволяет достичь заданной точности расчета электронной структуры молекул при значительно меньших вычислительных затратах. Основной проблемой на пути реализации этой программы является нахождение точек центрирования. Существующие подходы в большей степени используют методы типа проб и ошибок, чем физические представления о распределении электронной плотности в молекулах. Ранее нами были предложены модели построения дистрибутивных базисов, в основу которых положены, с одной стороны, анализ оптимального распределения электронной плотности, а с другой – моделирование движения электрона в поле ангармонического потенциала [1,2]. Применение этого подхода к расчету энергий основного состояния при равновесных положениях атомов в приближении Хартри-Фока (ХФ) показало, что построенные таким образом небольшие базисы позволяют достичь точности расчета, которая превосходит результаты, полученные с наибольшими традиционными базисами, используемыми в современных квантово-механических компьютерных программах. Однако, как известно, одно-конфигурационная ХФ функция не может обеспечить адекватное поведение молекулярной системы в пределе больших межъядерных расстояний R

Цель данного исследования – изучить работоспособность нашей ангармонической модели для построения корректных потенциальных кривых двухатомных молекул в широком интервале R, включая процесс диссоциации молекулы. Для этого была использована модель Коулсона-Фишера, в основе которой лежит одно-конфигурационная волновая функция, построенная из *неортогональных* орбиталей. В отличие от распространенного приближения Хартри-Фока она позволяет адекватно рассматривать процессы диссоциации молекул и, следовательно, учитывает эффекты так называемой статической электронной корреляции. Предварительные вычисления показывают применимость наших моделей построения дистрибутивных базисов, которые адекватно могут описать не только равновесные конфигурации молекул, но и их распад на атомы в соответствующих состояниях.

1. **В.Н.Глушков**, О.С.Белкина // Оптика и Спектр. 2007, Т.102, С.233
2. **V.N.Glushkov**, J.Kobus and S.Wilson // J.Phys.B: At.Mol.Opt.Phys. 2008, V.41, P.205102

УДК 530.12

И.М. Бормотова; М.П. Коркина, д.ф-м.н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: q_Leex@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСТОЯННОЙ НА ДВИЖЕНИЕ ПРОБНОЙ ЧАСТИЦЫ В ПОЛЕ ЗАРЯЖЕННОГО КОЛЛАПСАРА

Космологические наблюдательные данные последнего времени свидетельствуют о том, что наша Вселенная расширяется с ускорением[1, 2]. Эти результаты в частности были получены при наблюдении сверхновых звезд типа Ia[3]. Ускорение можно учесть, введя в уравнения Эйнштейна космологическую постоянную.

Представляет интерес построить потенциальные кривые, описывающие движение пробной частицы в поле коллапсара при наличии космологической постоянной.

Целью данной работы является рассмотрение движения пробной частицы в поле нейтрального и заряженного коллапсара в отсутствии и при наличии космологической постоянной.

Выводы: в работе построены графики зависимости эффективной потенциальной энергии для нейтрального и заряженного коллапсара при наличии и в отсутствии космологической постоянной. Показано, что влияние космологической постоянной на процесс коллапса не вносит изменений, но оно сказывается на больших расстояниях. Эффективная потенциальная энергия с учетом космологической постоянной имеет еще один максимум, который соответствует неустойчивым круговым орбитам.

1. **S.M. Carroll** The Cosmological Constant. // arxiv: arstro-ph/0004075v2, 8 Apr 2000.
2. **А.Д. Чернин** Темная энергия и всемирное антитяготение.// УФН, 2008, Т.178, №3.
3. **H. Wei** Tension in the Recent Type Ia Supernovae Datasets //arXiv:0906.0828.

УДК 530.1

І.М. Бормотова, А.А. Ступка, к.ф.-м.н., науковий співробітник
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: q_Leex@mail.ru, antonstupka@mail.ru

КІНЕТИЧНА ТЕОРІЯ НЕРЕЛЯТИВІСТСЬКИХ СИСТЕМ, ЩО ГРАВІТУЮТЬ, У НАБЛИЖЕННІ САМОУЗГОДЖЕНОГО ПОЛЯ

Систему багатьох тіл, що взаємодіють гравітаційно, за допомогою рівняння Больцмана без зіткнень та самоузгодженого гравітаційного потенціала вперше описав Джинс [1,2]. Рівняння для одночастинкової функції розподілу масивних тіл: $\partial f/\partial t + \vec{\upsilon}\partial f/\partial \vec{r} + \vec{F}\partial f/\partial \vec{\upsilon} = 0$, де $\vec{F}$ – самоузгоджена сила, яка у випадку тіл однакової маси може бути записана як напруженість поля, що пов'язана з ньютонівським потенціалом $\vec{E} = -\partial\varphi/\partial\vec{r}$, а рівняння Пуассона для гравітаційного поля: $\partial\vec{E}/\partial\vec{r} = -4\pi G m\rho$ завдяки визначенню густини маси через функцію розподілу $\rho = \int f d^3\upsilon$ замикає систему. Наведену систему рівнянь часто називають системою Власова [2], хоча система рівнянь Власова має суттєві відмінності окрім того, що була написана для плазми [3]. Рівняння Больцмана без зіткнень для однокомпонентної системи однакових частинок зберігає свій вигляд, але в якості сили фігурує сила Лоренца $\vec{F} = e(\vec{E} + [\vec{\upsilon}, \vec{H}]/c)$, де e – електричний заряд частинки, $\vec{E}$ – напруженість електричного поля, а останній доданок описує релятивістську взаємодію із самоузгодженим магнітним полем. Електромагнітне поле, звичайно, описується рівняннями Максвелла [3] $\partial\vec{E}/\partial\vec{r} = 4\pi e\rho$, $\partial\vec{E}/\partial t + 4\pi e\vec{j} - crot\vec{H} = 0$, $\partial\vec{H}/\partial\vec{r} = 0$, $\partial\vec{H}/\partial t + crot\vec{E} = 0$. Потік частинок (струм) має вигляд $\vec{j} = \int \vec{\upsilon} f d^3\upsilon$. Як бачимо, у рівняннях Власова наявне вихрове поле, що в нерелятивістському наближенні для систем, що гравітують, відсутнє. Якщо розглядати лінійне наближення для рівнянь Власова, то можна відокремити підсистему рівнянь, що містить лише потенційне самоузгоджене поле [3]. Тоді замість системи рівнянь Максвелла будемо мати рівняння Пуассона, в якому фігурує потенційне поле, що може бути враховано запровадженням кулонівського потенціала φ, та часове рівняння $\partial\vec{E}/\partial t + 4\pi e\vec{j}^{\parallel} = 0$, де фігурує потенційний струм. Отже, система рівнянь Власова для системи тіл, що гравітують, у наближенні потенційного поля містить на додачу до системи рівнянь Джинса додаткові часове рівняння та визначення потенційного струму $\vec{j}^{\parallel} = (\int \vec{\upsilon} f d^3\upsilon)^{\parallel}$. Часове рівняння для випадку гравітуючих мас $\partial\vec{E}/\partial t - 4\pi G m\vec{j}^{\parallel} = 0$ було отримано в роботі [4]. Справедливість цього часового рівняння підтверджено при вивченні нерелятивістської границі рівнянь Ейнштейна-Гільберта [5].

1. **Jeans J.H.** Monthly Notices Roy. Astron. Soc. 76, 71 (1915).
2. **Henon M.** A&A 114, 211 (1982).
3. **Власов А.А.** ЖЭТФ 8 (3), 291 (1938).
4. **Stupka A.A.** Proc. YCS'15 on astronomy and space physics. Kiev. 2008. P. 29-32.
5. **Ступка А.А.**, Коптева Е.М. Труды БФФХ-2010. Т. 1. Севастополь. 2010. С. 65-68.

УДК 539.186

С.В. Гедеон, м.н.с; В.Ю. Лазур, д.ф.-м.н., професор
Ужгородський національний університет
E-mail: gedsv@narod.ru

R-МАТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ РОЗСІЯННЯ ЕЛЕКТРОНІВ НА АТОМАХ КАЛЬЦІЮ: ПОБУДОВА *B*-СПЛАЙНОВИХ БАЗИСІВ

Метод *R*-матриці з *B*-сплайнами (BSR) [1] використаний для комплексних *ab initio* розрахунків характеристик розсіяння електронів на атомах Са та фоторозщеплення іона Ca^-. Структура атома Са та його іонів розраховувалася у рамках багатоконфігураційного наближення Хартрі-Фока (БКХФ), за допомогою пакетів MCHF [2] та BSR [1]. Найбільш складний етап реалізації методу БКХФ полягає у побудові багатоелектронного базису функцій конфігураційних станів (configuration state functions), т.з. CSF-базису [2], за яким розкладається хвильова функція нерелятивістського рівняння Шредінгера для атома чи іона.

У наших працях [3-7] показано, що «рекурентний» принцип побудови і розкладу за *B*-сплайнами багатоконфігураційного CSF-базису (N+1)-електронної системи на основі розкладеного за *B*-сплайнами багатоконфігураційного CSF-базису N-електронної системи цього ж елемента дозволяє отримувати точні резуль-тати зі структури атомних систем (енергії, хвильові функції, сили осциляторів). На початковому етапі «рекурсії» багатоконфігураційний CSF-базис (M+1)-електронної системи ($M<N$) будують на основі одноконфігураційного базису одноелектронних хартрі-фоківських орбіталей M-електронного кора. При цьому одноелектронні орбіталі конфігураційних станів атомної системи, які використовуються для побудови відповідного CSF-базису, можуть бути неортогональними. Показано, що можливі проміжні варіанти побудови *B*-сплайнових базисів, коли розклад CSF-базису за *B*-сплайнами відбувається не на початковому кроці «рекурсії», а на одному з наступних кроків. Кожний такий варіант розкладу відповідає різним способам урахування міжелектронної кореляції в атомній системі.

Застосування неортогональних *B*-сплайнових розкладів багатоконфігура-ційних CSF-базисів до атомної системи кальцію дозволило отримати структурні параметри мішені високої точності, які до цього часу ще не використовувалися в *R*-матричних розрахунках розсіяння e+Са та фоторозщеплення $h\nu$+Ca^-, і, відповідно, обчислити характеристики вказаних процесів з підвищеною якістю.

1. **Zatsarinny O.** Comput. Phys. Commun..– 2006.– V. 174, № 4.– Pp. 273–356.
2. **Froese Fischer C.** Comput. Phys. Commun..– 1991.– V. 64, № 3.– Pp. 369–398.
3. **Zatsarinny O.**, Bartschat K., Gedeon S., Gedeon V., and Lazur V.. Phys. Rev. A.– 2006.– V.74.– № 5.– P. 052708 (10 pp).
4. **Zatsarinny O.**, Bartschat K., Bandurina L., Gedeon S.. J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. – 2007. – V. 40. – No 5. – P. 4023–4031.
5. **Гедеон С.В.** Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія «Фізика».– 2009.– № 24.– С. 239-249.
6. **Гедеон С.В.** Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія «Фізика».– 2008.– № 23.– С. 53-57.
7. **Зацарінний О.**, Бартшат К., Бандурина Л., Гедеон С., Лазур В.. Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія «Фізика».– 2007.– № 21.– С. 205-210.

УДК 533.9

В.Н. Горев, студент; А.И. Соколовский, д.ф.-м.н., профессор
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: lordjainor@gmail.com

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В КВАЗИРАВНОВЕСНОЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ПЛАЗМЕ

На основе обобщения метода Чепмена-Энскога, основанного на функциональной гипотезе Боголюбова [1], исследована задача о релаксации температур и скоростей в пространственно-однородной плазме, состоящей из электронов и одинаковых ионов. Рассматривается случай малых разностей температур и скоростей компонент системы $\tau = T_e - T_i$, $u_n = u_{en} - u_{in}$. Задача заключается в выяснении, дают ли распределения Максвелла с температурами и скоростями T_a, u_{an} ($a = e,i$)

$$w_a(p,T,u) = \frac{n_a}{(2\pi m_a kT)^{3/2}} \exp\left(-\frac{(p-m_a u)^2}{2m_a kT}\right) \quad (1)$$

правильный вклад в функции распределения компонент (n_a, m_a – плотность числа частиц и масса частицы a-й компоненты). Задача решается в теории возмущений, основанной на оценках $u_n \sim \lambda$, $\tau \sim \lambda$, где λ – малый параметр теории. Динамика системы описывается кинетическими уравнениями Ландау, имеющими структуру $\partial_t f_a(p,t) = L_a(p, f(t))$. Функциональная гипотеза записывается в виде

$$f_a(p,t) \xrightarrow[t \gg \tau_0]{} f_a(p, u(t), \tau(t)), \quad (2)$$

где τ_0 – характерное время, зависящее от начального стояния системы. Температуры и скорости компонент T_a, u_{an}. определятся обычными формулами

$$\int d^3 p p_n f_a(p,u,\tau) = m_a n_a u_{an}, \quad \int d^3 p \varepsilon_{ap} f_a(p,u,\tau) = \frac{3}{2} k n_a T_a + \frac{1}{2} m_a n_a u_a^2, \quad (3)$$

где $\varepsilon_{ap} = p^2/2m_a$, n_a – энергия частицы и плотность частиц a-й компоненты.

Функции распределения $f_a(p,u,\tau)$ в главном приближении имеют вид: $f_a^{(0)}(p) = w_a(p, T^{eq}, u^{eq})$, где T^{eq}, u_n^{eq} – равновесные значения температур и скоростей компонент системы. Приведены аргументы в пользу того, что поправка к ним отличается от той, которая получается при использовании в качестве функций распределения компонент распределений Максвелла с температурами и скоростями T_a, u_{an}. Показано, что в главном приближении температура и скорость электронов даются формулами: $u_{en} = u_n^{eq} + m_i n_i u_n / (m_i n_i + m_e n_e)$, $T_e = T^{eq} + \tau n_i / (n_e + n_i)$.

1. **Ахиезер А.И.** Методы статистической физики / А.И. Ахиезер, С.В. Пелетминский – М. : Наука, 1977. – 368 с.

УДК 530.1

Н.Г. Гусевик, учитель[1]; А.И. Соколовский, д.ф.-м.н., профессор[2]
[1]Средняя школа № 21
[2]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: iskatel@mail.ru

К УРАВНЕНЯМ ГИДРОДИНАМИКИ СВЕРХТЕКУЧЕЙ БОЗЕ-ЖИДКОСТИ

Уравнения гидродинамики Ландау-Халатникова достаточно сложны [1]. Хотя они исходят из двухжидкостной модели, они мало похожи на гидродинамику двухкомпонентной системы, поскольку вводят скорости компонент. Нами предлагается использовать в гидродинамике сверхтекучей жидкости параметры, применяемые в гидродинамике однокомпонентной жидкости, с дополнительным параметром, который учитывает, что сверхтекучая бозе-жидкость является системой с нарушенной симметрией. Для этой цели можно использовать разность скоростей нормальной и сверхтекучей компонент $\omega_l = \upsilon_{nl} - \upsilon_{sn}$. Наличие у системы двух компонент затрудняет понимание того, что существует система отсчета, в которой плотность импульса жидкости π_l равна нулю. Её скорость (массовая скорость жидкости) определяется обычной формулой $\pi_l = \rho\upsilon_l$, где ρ – плотность массы жидкости. В гидродинамике Ландау-Халатникова все величины рассматриваются в лабораторной системе отсчета (ЛСО) и в системе отсчета Ландау (СОЛ), где сверхтекучая компонента жидкости покоится. В нашем подходе используется ЛСО и обычная сопутствующая система отсчета (ССО), имеющая скорость υ_l. Преобразования Галилея, лежащие в основе теории, теперь выглядят проще, поскольку плотность импульса в ССО $\pi_l^0 = 0$. Для сравнения приведем выражения для плотности энергии и равновесных плотностей потоков импульса и энергии, записанные в терминах величин в ССО и СОЛ

$$e = e^0 + \rho\upsilon^2/2 = e_0 + \pi_{k0}\upsilon_{sk} + \rho\upsilon_s^2/2,$$

$$t_{lm} = t_{lm}^0 + \rho\upsilon_l\upsilon_m = t_{lm0} + \pi_{l0}\upsilon_{sm} + \pi_{m0}\upsilon_{sl} + \rho\upsilon_{sl}\upsilon_{sm},$$

$$q_l = q_l^0 + t_{lm}^0\upsilon_k + e\upsilon_l = q_{l0} + t_{lm0}\upsilon_{sm} + e\upsilon_{sl} + \pi_{l0}\upsilon_s^2/2$$

(величину a в ССО обозначаем a^0, а в СОЛ – через a_0). Естественно, что при этом основные формулы термодинамики однокомпонентной жидкости модифицируются. Так справедлива формула $e^0 + p = \rho\mu + sT + \omega^2(\rho^2 - \rho_s^2)/2\rho$, в которой в случае нормальной жидкости отсутствует последнее слагаемое (ρ_s – плотность сверхтекучей компоненты).

В итоге уравнения гидродинамики сверхтекучей бозе-жидкости представлены нами в новой форме. Это позволяет по-новому взглянуть на экспериментальные основы теории сверхтекучести, поскольку реально сверхтекучая жидкость является однокомпонентной системой.

1. **Халатников И.М.** Теория сверхтекучести / И.М. Халатников. – М.: Наука, 1971. – 320 с.

УДК 530.12

А.А. Егурнов, студент; М.П. Коркина, д.ф.-м.н., профессор
Днепропетровский национальный университет имені Олеся Гончара
E-mail: yegurnov.ale@gmail.com

ПУСТОТЫ ВО ВСЕЛЕННОЙ С КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСТОЯННОЙ

Пустоты – области Вселенной с плотностью намного меньшей средней плотности Вселенной. Пустоты являются самыми большими образованиями во Вселенной. Их средние размеры достигают 40Мпк, известны пустоты до 120Мпк. В настоящее время пустоты изучены слабо, поэтому построение моделей пустот актуально.

Цель данной работы – выяснить возможность существования во Вселенной с космологической постоянной пустот типа де Ситтер – Фридман, Толмен – Фридман. Если существование последних возможно, то выяснить соответствие теоретических моделей наблюдательным данным.

В работе использовались статьи авторов: Коркина М.П., Туринов А.Н., Bonnor W.B., Rudnick L., Williams L.R., El-Ad H. и др. Использовался метод массовой функции и условия сшивки Лихнеровича – Дармуа.

Были построены модели пустот, исследована их эволюция во времени. Построенные модели могут быть применены для описания пустот существующих во Вселенной.

УДК 539.186

Т.М. Заяць, к.ф.-м.н., доцент[1]; А.І. Опачко, пошукач[1];
І.І. Опачко, д.ф.-м.н. професор[1]; В.М. Симулик, д.ф.-м.н., ст.н.с.[2]
[1]Ужгородський Національний університет
[2] Інститут електронної фізики НАН України

РОЗРАХУНОК ПОЛОЖЕНЬ АВТОІОНІЗАЦІЙНИХ СТАНІВ АТОМУ БЕРИЛІЮ В ЗАДАЧІ ІОНІЗАЇ Be ЕЛЕКТРОНАМИ

Розроблений метод взаємодіючих конфігурацій у зображенні комплексних чисел [1-4], і застосований до задач аналізу неперервних спектрів атому гелію та іонів H^- та Li^+ в області енергій вище порогу утворення збуджених іонів застосовано до задачі іонізації атому берилію. Розрахунки такого плану є актуальними для отримання точних даних про вклад у перерізи цих процесів автоіонізаційних станів, які утворюються в області енергій вище порогу іонізації, на фоні неперервного спектру.

В якості прикладу в таблиці 1 приведено положення 4-х ^1S, ^1P, ^1D, автоіонізаційних станів Be, в задачі іонізації атому берилію електронним ударом.

Таблиця 1.

^1S	E,eB	E, eB, [5]	^1P	E,eB	E, eB, [5]	^1D	E,eB	E, eB, [5]
$2p^2$	9,72	9,74	2p3s	10,71	10,73	2p3p	11,52	11,44
2p3p	11,83	11,88	2p3d	11,84	11,85	2p4p	12,32	12,29
2p6p	12,91	12,95	2p4s	12,03	12,09	2p6p	12,88	12,87
2p7p	13,00	13,04	2p4d	12,42	12,49	2p6f	12,95	12,94

Положення найнижчих ^1S, ^1P, ^1D, автоіонізаційних станів Be, отриманих у наближенні методу взаємодіючих конфігурацій в зображенні комплексних чисел у задачі іонізації атому електронним ударом у порівнянні з [5] є опосередкованим, так як [5] – це розрахунок в діагоналізаційному наближенні положень автоіонізаційних станів у задачі розсіяння електронів на іоні Be^+. з утвореням атому Be у збудженому автоіонізацйному стані, який розпадається на залишковий іон та електрон.

Теоретичні розрахунки та аналіз резонансних структур, розпад яких відбувається на декілька станів залишкового іона, в загальному випадку повинні проводитись з врахуванням усіх міжконфігураційних взаємодій [1].

1. **Burkov S.M.**, Strakhova S.I., Zajac T.M. J. Phys. B: Atom. and Mol. Phys. – 1990. – v.21. – p.3677–3689.
2. **Burkov S.M.**, Letyaev N.A., Strakhova S.I., Zajac T.M. J. Phys. B: Atom. and Mol. Phys., 1988, v.21, p.1995-1208.
3. **Заяць Т.М.** Науковий Вісник Ужгородського університету: серія «Фізика». – 2002. – №11. – с.72–86.
4. **Zajac T.M.**, Simulik V.M., International Journal of Pure and Applied Physics – 2006. – v.2, №3. – p.231–248.
5. **Lengyel V.I.**, Navrotsky V.T., Sabad E.P. J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys., v.23, 1990., p. 2847-2867.

УДК 539.12; 537.8

Т.М. Заяць, к.ф.-м.н., доцент;
І.Ю. Кривський, д.ф.-м.н. професор; А.І. Опачко, пошукач
Ужгородський національний університет

ПРО РЕЛЯТИВІСТСЬКУ МОДЕЛЬ АТОМУ ВОДНЮ У КАНОНІЧНОМУ ПРЕДСТАВЛЕНІ ФОЛДІ-ВОТХОЙЗЕНА

Традиційно широко вживаним у різних задачах фізики є рівняння Дірака

$\hat{D}\Psi(x) \equiv (i\gamma^{\mu}\partial_{\mu} - m)\Psi(x) = 0;$ (1)

де $x \equiv (x^{\mu}) \in \mathrm{M}(1,3) = \mathrm{R}_t \times \mathrm{R}^3$, $\gamma^{\mu}\gamma^{\nu} + \gamma^{\nu}\gamma^{\mu} = 2g^{\mu\nu}, g \equiv (g^{\mu}_{\nu}) = \mathrm{diag}(1,-1,-1,-1).$

Це рівняння ін-варіантне відносно локального зображення групи Пуанкаре, генератори якого мають вигляд операторів Лі. $p_{\mu} = i\partial_{\mu}, j_{\mu\nu} = x_{\mu}p_{\nu} - x_{\nu}p_{\mu} + s_{\mu\nu}$; $s_{\mu\nu} \equiv \frac{i}{4}[\gamma_{\mu}, \gamma_{\nu}]$. (2)

Однак у цьому представленні інтерпретація операторів таких фізичних величин, що фігурують у (2), як координата $\vec{x} = (x^{\ell})$ та SU_2 – спін $\vec{s} \equiv (s^{\ell}) = (s_{23}, s_{31}, s_{12})$ є неадекватною. Зокрема, оператор $\vec{s}$ не комутує діракіаном $\hat{D}$ (звідки випливає нефізичне твердження, що, наприклад, $s_z = s_{12}$ не зберігається навіть для вільного дублету); а середнє значення бустового спіну $\vec{s}' \equiv (s_{0\ell})$ у будь-якому стані Ψ спінорного поля дорівнює нулю.

Згадані недоліки відсутні у рівнянні Дірака у канонічному представленні Фолді-Вотхойзена (FW) [1]: $(i\partial_0 - \gamma_0\hat{\omega})\Phi(x) = 0 \Leftarrow \Phi = \hat{V}\Psi$, (3)

де $\hat{V} \equiv \frac{\vec{\gamma}\vec{\partial} + \hat{\omega} + m}{\sqrt{2\hat{\omega}(\hat{\omega} + m)}}, \hat{\omega} \equiv \sqrt{-\Delta + m^2}$.У цьому представленні генератори групи Пуанкаре мають вигляд: $\hat{p}_0 = \gamma_0\hat{\omega}, p_{\ell} = i\partial_{\ell}, j_{ln} = x_l p_n - x_n p_l + s_{\ln}, j_{0l} = -j_{0l} = x_0\hat{p}_l - \frac{\gamma_0}{2}(x_l\hat{\omega} + \hat{\omega}x_l) - \gamma_0\frac{s_{\ln}p_n}{\hat{\omega} + m}$. (4)

а нелокальне зображення групи P, $u(a,\omega) = \exp(-ia^{\mu}\hat{p}_{\mu} - \frac{i}{2}\omega^{\mu\nu}j_{\mu\nu})$ у $\mathrm{H}^{3,4} = \mathrm{L}_2(\mathrm{R}^3) \times \mathrm{C}^4$ є унітарним у квантовомеханічному просторі $\mathrm{H}^{3,4}$ зі стандартною мірою Лєбега d^3x у спектрі $\mathrm{R}^3 = \mathrm{R}^3_x \subset \mathrm{M}(1,3)$ оператора координати $\vec{x} = (x^l) \in \mathrm{R}^3$ спін $1/2$ – дублета. Наголошуємо, що кожна з фізичних величин $\vec{x}, \vec{p} = (p^l), \vec{s}, \gamma^0$, та $\hat{\omega} \equiv \sqrt{\vec{p}^2 + m^2}$, як і кожний з генераторів (4), має безпосередній адекватний квантовомеханічний зміст, який задовольняє принципу спадкоємності з відповідними величинами у нерелятивістській квантовій (чи класичній) механіці. Зокрема, тут оператор $\vec{s}$ комутує з гамільтоніаном $\gamma^0\hat{\omega}$, тому зберігається в часі (як і окремо орбітальні моменти $x_l p_n - x_n p_l$ та $x_0 p_l - \gamma_0(x_l\hat{\omega} + \hat{\omega}x_l)/2$. А, наприклад, набори $(\vec{p}, s_z, \gamma^0)$ або $(\vec{p}, \vec{s}\vec{\gamma}, \gamma^0)$ є повними *стаціонарними* наборами дублета. Власними значеннями цих наборів однозначно (без виродження) визначаються стаціонарні стани дублета. В [1] рівняння (3) використовується для побудови варіанту квантової електродинаміки. У цьому зв'язку актуальною є задача знаходження *стаціонарних станів атому водню* у реляти-вістській FW-моделі і, зокрема, знаходження залежності від орбітального та спінового момен-тів густин внутріатомних електричних струмів та супроводжуючих ці струми густин фінітних внутріатомних потоків електричного та магнітного полів у зв'язаних станах атому водню

1. **Незнамов В.П.** ЭЧАЯ 2006, т.37, вып.1, 151-182.

УДК 530.12

В.С. Каземир, ассистент; М.П. Коркина, д.ф-м.н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: 958Korkin@rambler.ru, kazemirws@mail.ru

ПРЕДЕЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ РЕШЕНИЯ ТОЛМЕНА-БОНДИ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Решение Толмена-Бонди содержит в себе три известных типа решений в зависимости от функции интегрирования $f(R)$ – полной энергия частицы, находящейся в слое R. Рассматривая минимальное значение $f(R)=0$ получаем предельный случай, соответствующий Т-решению. Представляет интерес рассмотреть предельный случай $f(R)=0$ для решения Толмена-Бонди с незаряженной пылью, находящейся в электростатическом поле.

Решение Толмена-Бонди с зарядом в синхронной системе координат можно записать в виде [1]:

$$ds^2 = d\tau^2 - \frac{r'^2}{f^2(R)}dR^2 - r^2(\tau,R)d\sigma^2 \ , \quad (1)$$

$$r = \frac{m(R)}{1-f^2(R)}\left(1-\cos\alpha\sqrt{1-\frac{q^2(1-f^2)}{m^2}}\right),$$

$$\tau-\tau_0 = \frac{m(R)}{(1-f^2(R))^{3/2}}\left(\alpha-\sin\alpha\sqrt{1-\frac{q^2(1-f^2)}{m^2}}\right).$$

где $m(R)$ – массовая функция, q определяет электростатический заряд.

В предельном случае $f(R)=0$ решение переходит в Т-решение для пыли с зарядом. При этом произвольные функции в решении (1) принимают значения:

$$\tau_0(R)=const=0,\ m(R)=const=r_g \quad (2)$$

Таким образом, при наличии заряда в решении (1), так же как и для решения Толмена-Бонди, в предельном случае $f(R)=0$ получаем Т-решение для пыли в электростатическом поле [2].

1. **М.П. Коркина**, Л.М. Черный, «Пылевой шар в электростатическом поле» // УФЖ, Т21, вып.6, с. 917-922, 1976.
2. **М.П. Коркина**, В.С. Каземир «Влияние магнитного поля на свойства космологических моделей типа Кантовского-Сакса» // Вестник ДНУ, с. 79-83, 2006.

УДК 539.12

О.М. Карбованець, м.н.с.
Ужгородський національний університет
E-mail: karbovanets@mail.ru

РОЗПОДІЛ ЗАСЕЛЕНОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ СТАНІВ У ПОВІЛЬНИХ ІОН-МОЛЕКУЛЯРНИХ ЗІТКНЕННЯХ З ПЕРЕРОЗПОДІЛОМ

Інформація про розподіл кінцевих електронних станів за головним n та орбітальним ℓ квантовими числами в реакціях зарядового обміну є важливою для розв'язання різноманітних прикладних задач. Із результатів численних теоретичних досліджень випливає, що у випадку адіабатичного зарядово-обмінного зіткнення $H+Z\to H^{+}+(Z-1)$ домінуючим є захоплення електрона у стан з $\ell=n-1$, тоді як при високих енергія переважно заселяється стан з $\ell=0$.

У даній роботі в рамках асимптотичної теорії атомних зіткнень досліджено розподіл заселеності електронних станів за орбітальним квантовим числом ℓ у процесах одноелектронного захоплення при повільних зіткненнях багатозарядного іона B^{Z_b+} з: а) гомоядерною двоатомною молекулою; б) полярною молекулою A_M виду:

$$A_M+B^{Z_b+}\to A_M^{+}+B^{(Z_b-1)+}.$$

Квазімолекулярна система розглядалася у одноелектронному наближенні, в якому активний електрон рухається у аксіально-симетричному потенціалі молекулярного іона A_M^{+} та сферично-симетричному потенціалі атомного іона B^{Z_b+}. Аксіально-симетричне поле молекулярного іона моделюється ефективним потенціалом, що включає взаємодію з кулонівським полем та точковим диполем іона A_M^{+}. Головний член розкладу експоненціально малої одноелектронної обмінної взаємодії $\Delta E(R)$ між квазімолекулярними конфігураціями $A_M+B^{Z_b+}$ та $A_M^{+}+B^{(Z_b-1)+}$ був обчислений в рамках методу поверхневих інтегралів у квазікласичному наближенні [1]. При цьому обмінна взаємодія виражається через квантову проникливість потенціального бар'єра, що розділяє взаємодіючі частинки.

Одержано нове аналітичне представлення для головного члена розкладу (за малими степенями $1/R$) асимптотики обмінної взаємодії молекули з багатозарядним іоном у термінах повних еліптичних інтегралів першого, другого та третього роду, що є узагальненням результату роботи [1]. Запропонований підхід дозволяє більш точно обчислити вклад ненульових орбітальних моментів ℓ у обмінну взаємодію внаслідок врахування відцентрових членів виду $\ell(\ell+1)/r^2$ у квазіімпульсі системи.

Результати, одержані для розподілу за орбітальним квантовим числом ℓ, добре відтворюють загальні тенденції ℓ – розподілів парціальних перерізів одноелектронного захоплення в низькоенергетичних іон-атомних зіткненнях.

1. **О.М. Карбованець**, М.І. Карбованець, В.Ю. Лазур, М.В. Хома. ЖФД, 14, №4, 4301 (11 с.) (2010).

УДК 530.12

Н.В. Коломоец, студентка; М.П. Коркина, д.ф-м.н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ОБОБЩЁННОЕ РЕШЕНИЕ ДЕ СИТТЕРА. ЕГО СВОЙСТВА

В настоящее время решению де Ситтера посвящено большое количество работ, так как именно это решение с уравнением состояния $\varepsilon + p = 0$ можно рассматривать в качестве метрики, описывающей космологический вакуум. Наблюдения сверхновых звезд типа Ia [1] показали, что наша Вселенная расширяется с ускорением. Наличие космологического вакуума обеспечивает наблюдаемое ускоренное расширение Вселенной.

Известны решения де Ситтера в системе координат кривизн

$$ds^2 = \left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right)dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{r^2}{a^2}} - r^2 d\sigma^2,$$

$d\sigma^2 = d\vartheta^2 + \sin^2\vartheta \cdot d\phi^2$ – метрика двумерной сферы, $a^2 = \frac{3}{\lambda}$, где λ — космологическая постоянная, скорость света $c = 1$, и в синхронных системах координат, где эти решения записываются для всех трёх типов однородных и изотропных трёхмерных пространств:

$$ds^2 = d\tau^2 - a^2 \cdot \left\{ \begin{matrix} \mathrm{ch}^2 \frac{\tau}{a} \\ \mathrm{sh}^2 \frac{\tau}{a} \\ e^{\tau/a} \end{matrix} \right\} \cdot \left(d\chi^2 + \left\{ \begin{matrix} \sin^2\chi \\ \mathrm{sh}^2\chi \\ \chi^2 \end{matrix} \right\} d\sigma^2 \right)$$

В работе получены обобщения решения де Ситтера в синхронных системах координат. Исследована связь метрических коэффициентов решения де Ситтера с метрическими коэффициентами пятимерного плоского пространства, в которое вкладывается пространство де Ситтера. Показано, как изменятся линии времени и пространственные сечения мира де Ситтера при преобразованиях Лоренца в пятимерном плоском пространстве. Показано также, что с помощью выбора произвольной функции интегрирования, содержащейся в обобщенных решениях, можно перейти от замкнутого мира к открытому.

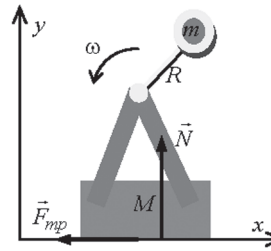
1. **S.M. Carroll** The Cosmological Constant. // arxiv: arstro-ph/0004075v2, 8 Apr 2000.

УДК 531.16; 531.132.1

Б.Р. Литвинов, студент; О.Ю. Орлянский, к.ф.-м.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: b.kvant@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВИБРОМЕХАНИЗМА ПРИ МАЛОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ ТРЕНИЯ

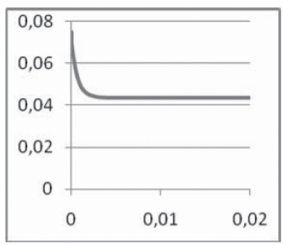
При движении вибромеханизмов наблюдается ряд интересных явлений, которые выглядят, на первый взгляд, парадоксальными и приводят к неверным интерпретациям вплоть до предположения о нарушении закона сохранения импульса. В данной работе рассмотрены различные типы движения вибромеханизма, упрощенная модель которого изображена на рисунке (подобный механизм был изготовлен и апробирован). Механизм состоит из платформы с двигателем (общей массой M), легкого стрежня длины R и прикрепленного к нему груза массы m, которые приводятся во вращательное движение с угловой скоростью ω установленным на платформе двигателем. Коэффициент трения между подставкой и горизонтальной поверхностью k.



Для случая движения, при котором платформа не отрывается от поверхности, проекции второго закона Ньютона на координатные оси могут быть записаны в виде:

$$\begin{cases}(M+m)a_x = m\omega^2 R\cos\omega t - F_{mp},\\ 0 = N + m\omega^2 R\sin\omega t - (M+m)g.\end{cases}$$

При изучении движения данного устройства выяснилось, что вибромеханизм имеет несколько режимов движения даже в случае отсутствия подпрыгивания. При малых угловых скоростях ω он неподвижен. С увеличением ω он при любых начальных условиях платформа выходит на установившийся режим, при котором часть периода она движется вправо, а часть – пребывает в состоянии покоя. При дальнейшем увеличении ω устройство движется сначала в одну сторону, потом в другую (в установившемся режиме всегда преобладает движение в положительном направлении горизонтальной оси для направления вращения, изображенного на рис.). Показано, что при стремлении коэффициента трения к нулю, средняя установившаяся скорость стремится к определенному значению, притом максимальному из возможных (см. график зависимости средней скорости платформы от коэффициента трения). Это выглядит парадоксально, так как само движение вибромеханизма обусловлено наличием сил трения, но имеет естественное объяснение в рамках закона сохранения импульса при $k=0$: $v_{уст} \to m\omega R/(m+M)$.



УДК 539.186

Є.А. Нодь, аспірант; В.Ю. Лазур, д.ф.-м.н., професор;
В.Ф. Гедеон, к.ф.-м.н., ст.н.с.
Ужгородський національний університет
E-mail: nagy-liz@yandex.ru

РОЗРАХУНКИ РОЗСІЯННЯ ЕЛЕКТРОНІВ НА АТОМАХ ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

У наближенні методу *R*-матриці з *B*-сплайнами (BSR) [1] *ab initio* розраховані інтегральні та диференціальні перерізи розсіяння електронів на атомах магнію та стронцію. Структура атомних мішеней розрахована у рамках багатоконфігураційних наближень Хартрі-Фока (MCHF) [2] та BSR, – для Sr та Mg, відповідно. Розклад сильного зв'язку для атома Sr включав 31 нижній зв'язаний стан, – від основного стану 5^1S аж до стану $5s5f\ ^1F^o$. Для атома Mg аналогічний розклад сильного зв'язку включав 36 нижніх зв'язаних атомних станів плюс один вище розміщений стан $3p^2\ ^1S$. При розрахунках мішеней була врахована як валентна, так і кор-валентна кореляції. Перерізи переходів з основного і нижніх збуджених станів атомних мішеней розраховувалися для всіх спектроскопічних станів, включених у розклади сильного зв'язку. Прецизійні розрахунки атомних мішеней дозволили як у випадку магнію, так і стронцію суттєво покращити узгодження обчислених у наближеннях BSR37 [3-4] та MCHF-BSR31 [5] характеристик розсіяння з наявним експериментом. Для кожного з атомів із єдиних позицій, в єдиному наближенні дано теоретичну інтерпретацію широкого спектру спостережуваних даних з електрон-атомного розсіяння. Зокрема, у рамках підходу, розвинутого нами в роботах [3-4] для Mg, отримано інтегральні і диференціальні перерізи пружного розсіяння електронів на атомі Sr в основному стані 5^1S і відповідні перерізи збудження станів 5^3P^o, 4^3D, 4^1D та 5^1P^o стронцію при енергіях до 10 еВ. Отримано хороше узгодження розрахованих інтегральних перерізів з перекаліброваними зі зсувом вправо на 0.98 еВ експериментальними даними [6]. Наші перерізи [5] достатньо добре узгоджуються з даними розрахунків у наближенні Дірака-Фока [7], і мають суттєві розбіжності з даними [8], отриманими у напівемпіричному наближенні з одним підгоночним параметром.

1. **Zatsarinny O.** Comput. Phys. Commun..– 2006.– V. 174, № 4.– Pp. 273–356.
2. **Froese Fischer C.** Comput. Phys. Commun..– 1991.– V. 64, № 3.– Pp. 369–398.
3. **Гедеон В.**, Гедеон С., Зацарінний О., Лазур В., Нодь Є. Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія «Фізика».– 2008.– № 23.– С. 23–35.
4. **Zatsarinny O.**, Bartschat K., Gedeon S., Gedeon V., Lazur V., and Nagy E. Phys. Rev. A.– 2009.– V.79.– № 5.– P. 052709 (10pp).
5. **Нодь Є.** Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія «Фізика».– 2009.– № 25.– С. 148–153.
6. **Romanyuk N.I.**, Shpenik O.B., Zapesochnyi I.P. Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz..– 1980.– V.32.– № 7.– P. 472–475.
7. **Yuan J.** Phys. Rev. A..– 1995.– V.52.– № 6.– P. 4647–4655.
8. **Adibzadeh M.** and Theodosiou C.E. Phys. Rev. A..– 2004.– V.70.– № 5.– P. 052704 (11 pp).

УДК 530.12

Д.О. Орлянская, студентка; М.П. Коркина, д.ф.-м.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Dasha_Orl@mail.ru

КРИТЕРИЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ

В работе построена сферически-симметричная конфигурация, обобщающая внутреннее и внешнее решения Шварцшильда на случай наличия космологической постоянной. Для внутреннего решения с постоянной плотностью энергии ε имеем:

$$dS_{in}^2 = \left[A - B\left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right)^{\frac{1}{2}} \right]^2 dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{r^2}{a^2}} - r^2 d\sigma^2, \qquad p = \frac{1}{a^2} \frac{3B\sqrt{1 - \frac{r^2}{a^2}} - A}{A - B\sqrt{1 - \frac{r^2}{a^2}}} + \Lambda .$$

Для внешнего решения $(\varepsilon = 0,\ p = 0)$:

$$dS_{out}^2 = \left(1 - \frac{r_g}{r} - \frac{\Lambda r^2}{3}\right) dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{r_g}{r} - \frac{\Lambda r^2}{3}} - r^2 d\sigma^2,$$

где скорость света в вакууме принята равной единице, A, B, a^2 – постоянные интегрирования, связь которых с радиусом и массой находится из условий сшивки Лихнеровича-Дармуа. Анализ условий устойчивости $p'(r) < 0$, $p(r) > 0$ показал, что за счет вклада космологической постоянной сферически-симметричный объект теряет устойчивость если его плотность оказывается меньше удвоенной плотности темной энергии $\rho_\Lambda = \frac{\Lambda c^2}{8\pi\gamma}$, то есть $\rho < \frac{\Lambda c^2}{4\pi\gamma} = 2p_\Lambda$. Как видим, при отсутствии космологической постоянной данное неравенство не может быть выполнено, то есть, конфигурация является устойчивой.

Применение найденного условия к сферическим скоплениям галактик дает простой критерий космологического расширения. Скопление расширяется если его плотность $\rho < 2p_\Lambda = 1{,}35 \cdot 10^{-26} \frac{кг}{м^3}$ и может сохранять свою форму если $\rho > 2p_\Lambda$.

Таким образом, небольшие скопления с маленькой плотностью (например, Местная группа) могут оказаться не устойчивыми, тогда как большие скопления с большей плотностью (сверхскопление Девы) будут устойчивыми. Полученные результаты несколько корректирует распространенную точку зрения о том, что расширения наблюдается с определенных размеров. Оказывается определяющий вклад, вносит средняя плотность.

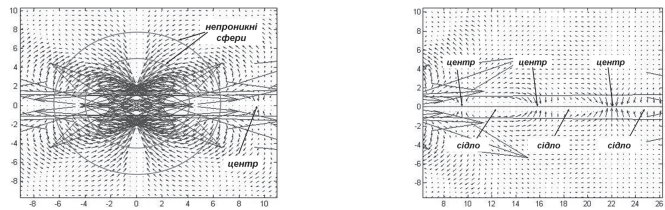
УДК 524+532.5

М.М. Осипчук, аспірант; В.І. Перехрест, к.т.н., доцент;
Р.А. Гавриленко, аспірант
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Nykolay1111@bigmir.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІВ ТИСКУ ТА ГРАДІЄНТІВ ТИСКУ В ПЛАНЕТАРНИХ СИСТЕМАХ

Планетарний вихор – це окремий точний розв'язок гідродинамічних рівнянь Ейлера для осесиметричних стаціонарних течій у сферичних координатах. Цей вихор як течія являє собою низку тороїдних вихрових кілець, центральна частина яких міститься у непроникних концентричних сферах, а зовнішні вихори вільно висять у просторі й обтікаються незамкнутими лініями течії. Центри тороїдних вихорів лежать у екваторіальній площині, причому усі зовнішні вихрові кільця обертаються у один бік на зразок космічних планетарних систем, зокрема Сонячної системи, тому цей вихор розглядається як теоретична модель планетарних систем у фазі їх утворення.

Проведений аналіз полів тиску показує, що у центральній зоні вихору відбувається значне падіння тиску з наявністю великих градієнтів. Градієнтне силове поле *(– gradP)*, яке являє собою виштовхну силу Архімеда, майже скрізь спрямоване до горизонтальної площини (площини Лапласа), а у її околі – до центру вихора і центрів вихрових кілець (рис.1, а, б). Саме ці силові поля сприяли формуванню масивної зірки і зародків планет.



а) **б)**

Рис.1. Градієнтне поле тиску: а) центральна частина; б) периферія вихору.

Градієнтне поле у центрі має значний окіл і дві «градієнтні ями», де сили Архімеда в 10-50 разів перевищують величини цих сил на периферії вихора (рис.1, а). З цього випливає, що зірка Сонце формувалась значно швидше, ніж планети. Проведено обчислення максимальних градієнтів у центрі вихору і в околах центрів зовнішніх кілець – зародків планет. Порівняння величин цих сил і дає оцінки періодів формування Сонця і планет.

В цілому ж, фактор існування доцентрового градієнтного силового поля у області первинної туманності є новим у космології, і очевидно, що його врахування змістить оцінки часу формування Сонячної системи у бік його зменшення.

Суттєвим є також висновок, що одноплощинні планетарні системи можуть формуватися при будь-яких первинних формах газо-пилових туманностей, описані градієнтні силові поля з часом зженуть усі маси туманності до однієї площини – площини Лапласа, а у ній – до центрів формування зірки і планет.

УДК 539.186

О.Ф. Павлик, аспірант; О.К. Рейтій, к. ф.-м. н., доцент;
В.Ю. Лазур, д. ф.-м. н., професор
Ужгородський національний університет

РЕЗОНАНСНА ПЕРЕДАЧА КВАНТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ОДНОГО ДВОРІВНЕВОГО АТОМА-КУБІТА ДО ІНШОГО

Резонансні взаємодії виникають між збудженим атомом і атомом, що знаходиться в основному стані, якщо енергія переходу в збуджений стан в атомах однакова (знаходяться в резонансі). Подібна ситуація завжди має місце при взаємодії двох однакових дворівневих атомів.

При описі резонансної взаємодії атомів, що знаходяться на досить великих (але скінчених) відстанях $R > \lambda_0$ (де λ_0 – характерна довжина хвилі в спектрах взаємодіючих атомів) поряд з миттєвою кулонівською взаємодією слід враховувати також запізнюючу взаємодію, яка залежить від швидкості світла c і зникає при $c \to \infty$. Методами квантової електродинаміки (КЕД) взаємодія двох нейтральних атомів розглядалася в працях [3-5], де на основі ефектів другого та третього порядків КЕД було отримано в електричному дипольному наближенні оператор взаємодії двох нейтральних атомів на довільній відстані один від одного.

Систему двох тотожних дворівневих атомів можна описати симетричним і антисиметричним станами, які характеризуються тим, що в кожному з них енергія збудження у будь-який момент часу з однаковою імовірністю розподілена між обома атомами. В цих станах окремий атом-кубіт не має певної енергії, і вони є, очевидно, переплутаними станами (entangled states) пари взаємодіючих атомів. Врахування диполь-дипольної взаємодії атомів приводить до додаткового розширення енергетичних рівнів атомів, величина якого сильно залежить від дипольних моментів переходу атомів, їх взаємної орієнтації, а також міжатомної відстані. При $R << \lambda_0$ запізнююча взаємодія атомів, що знаходяться в симетричному колективному стані приводить до подвоєння радіаційної ширини рівнів атомів. Для антисиметричного стану ширина близько розташованих атомів набагато менша за радіаційну і прямує до нуля при $R \to 0$. Фактично це означає, що при $R << \lambda_0$ запізнююча взаємодія компенсує радіаційний розпад збуджених станів атомів, що утворюють систему. Ця властивість інтерпретується як ефект ближнього поля, який може бути покладений в основу запису квантової інформації на окремих дворівневих атомах зосередженої системи [2]. Таким чином, необхідність врахування ефектів запізнювання вже при порівняно малих ($R << \lambda_0$) міжатомних відстанях наглядно проявляється в суттєвій трансформації природної ширини рівнів. Можна навіть стверджувати, що оптичні властивості двоатомних систем, лінійні розміри яких менші за довжину хвилі λ_0, повністю зумовлені запізнюючою взаємодією атомів.

1. **К.А. Валиев**, УФН, Т.175, С. 3 (2005).
2. **О.Н. Гадомский**, Ю.Ю.Воронов, ЖЭТФ, Т. 121, С. 1028 (2002).
3. **О.Н. Гадомский**, УФН, Т. 170, С. 1145 (2000).
4. **В.Ю. Лазур**, С.И. Мигалина, А.К. Рейтий, ТМФ, Т. 158, С. 391 (2009).
5. **В.Ю. Лазур**, О.Ф. Павлик, А.К. Рейтий, ТМФ, Т. 165, С. 70 (2010).

УДК 530.12; 531.51

А.И. Петрусенко, аспирант; В.Д. Гладуш, д. ф-м. н., проф
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: iftifn@gmail.com

MOTION PECULIARITIES OF THE TEST PARTICLE IN KERR-NEWMAN SPACE-TIME

Investigation of the test particle motions in General Relativity is a classical method of research of the structure and properties of space-time near gravitating mass. The rotating sources of gravitation are very difficult to research and therefore it is still known not much about such space-times. The investigation of motion peculiarities of particles in such spaces if of a great physical interest as a part of general research of non-spherically-symmetric configurations in General Relativity.

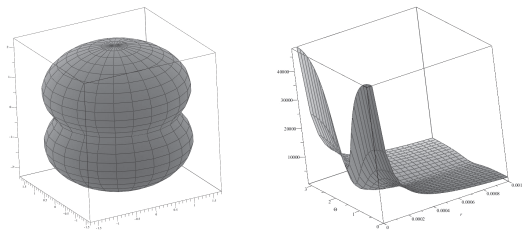
In this work we investigate radial motions of neutral test particles in the Kerr-Newman field by means of mass potential [1]. In this context we analyze special features of space-time formed by a rotating charged mass in General Relativity and construct the radial motion classification.

The conditions of motionless test particle states with respect to the central source are investigated and stability conditions for such static equilibrium states are researched. We consider the neutral test particles moving «radially» (azimuthal momentum $L_z=0$) in the gravitational field of a spinning source with mass M, charge Q and with Kerr parameter a. This field is described by Kerr-Newman [2] metric

$$ds^2=\left(1-\frac{Mr-Q^2}{\Sigma}\right)dt^2-\frac{\Sigma}{\Delta}dr^2-\Sigma d\theta^2-\left(r^2+a^2+\frac{\left(2Mr-Q^2\right)a^2\cos^2\theta}{\Sigma}\right)d\varphi^2+$$

$$+\frac{2\left(2Mr-Q^2\right)a\sin^2\theta}{\Sigma}dtd\varphi,\quad \Sigma=r^2+a^2\cos^2\theta,\quad \Delta=r^2-2Mr+a^2+Q^2.$$

Typical equilibrium surfaces and mass potential behaviour



1. **V.D. Gladush**, M.V. Galadgyi, Some peculiarities of motion of neutral and charged test particles in the field of a spherically symmetric charged object in General Relativity, arXIv:1011.0843, 2010, 15p.
2. **V.P. Frolov**, I.D. Novikov, Black Hole Physics: Basic Concepts and New Developments, 1997, 770p.

УДК 530.1

Ю.М. Салюк[1], учитель; О.Й. Соколовський[2], д. ф.-м. н., професор;
С.Ф. Лягушин[2], к. ф.-м. н., доцент
[1]Ліцей інформаційних технологій ДНУ ім. Олеся Гончара
[2]Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: yura2005@ua.fm

КОРЕЛЯЦІЇ В ОПИСІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ВИМІРЮВАННЯ

Сучасна оптика дозволяє досліджувати все більш тонкі ефекти, пов'язані з характеристиками електромагнітного поля. Якщо класичний експеримент базувався на вимірюванні інтенсивності випромінювання й за використання схеми Юнга [1] дозволяв вивчати кореляції амплітуд поля в двох різних просторово-часових точках, то аналіз роботи квантового детектора за Р. Глаубером [2] свідчить про те, що за схемою збігів Хенбері Брауна–Твіса доступними для вимірювання стають значно складніші кореляційні функції 2-го та більш високих порядків: для N-го порядку це

$$G_{(m)}^{(N,N)} \equiv \mathrm{Sp}\{\hat{\rho}\hat{E}_{m_1}^{(-)}(x_1)\ldots\hat{E}_{m_N}^{(-)}(x_N)\hat{E}_{m_N}^{(+)}(x_N)\ldots\hat{E}_{m_1}^{(+)}(x_1)\},$$

де x_i позначає просторово-часову локалізацію i-го детектора, m_i – поляризаційні індекси, $\hat{E}_m^{(+)}$ і $\hat{E}_m^{(-)}$ – позитивно- та негативно-частотні частини оператора напруженості електричного поля, усереднення відбувається в загальному випадку з нерівноважним статистичним оператором поля. Такий статистичний оператор дає найбільш повний опис стану поля як квантово-статистичного об'єкта. А наочний характер має опис стану поля значенням кореляційних функцій, вищій порядок означає більшу докладність опису.

Використання функцій зазначеного вигляду обґрунтовується можливістю їх вимірювання за припущення електрично-дипольного механізму поглинання фотона в детекторі. Значення кореляційних функцій 2-го порядку дає інформацію про наявність для даного випромінювання кореляційних ефектів 2-го порядку: групування (антигрупування) фотонів, субпуассонівської статистики лічби фотонів, стиснення світла. Так, некласичний ефект антигрупування фотонів спостерігається, якщо граничне значення кореляційної функції 2-го порядку за умови спрямування часу затримки між детекторами τ до 0 менше за добуток функцій 1-го порядку. У дослідженнях надвипромінювального процесу за методом скороченого опису [3] природною є поява кореляційних функцій, які містять середні від антикомутаторів польових операторів: $\{\hat{E}_n^t(x), \hat{E}_l^t(x')\}$, $\{\hat{E}_n^t(x), \hat{B}_l(x')\}$, $\{\hat{B}_n(x), \hat{B}_l(x')\}$, причому розглядаються одночасні середні. Аналіз властивостей генерованого поля вимагає встановлення зв'язку між середніми зазначених типів, що стає предметом розгляду в нашій роботі.

1. **Килин С.Я.** Квантовая оптика. Поля и их детектирование.- М.:УРСС, 2003.-176 с.
2. **Глаубер Р.** Квантовая оптика и квантовая радиофизика.- М.: Мир, 1966.-С. 91-279.
3. **Lyagushyn S.**, Sokolovsky A. Kinetics of system of emitters and nonequilibrium electromagnetic field // Physics of Particles and Nuclei, 2010, Vol. 41, No. 7, P. 1035-1038.

УДК 530.1

С.А. Соколовский, ассистент
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
E-mail: sersokol@list.ru

ГИДРОДИНАМИКА ФОНОНОВ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Исследована задача построения гидродинамики фононной подсистемы кристаллического твердого тела. Предполагается, что кристалл имеет одну частицу в элементарной ячейке и поэтому речь идет о кинетике акустических фононов. Для упрощения вычислений предполагалось, что кристалл принадлежит к кубической сингонии одного из классов T_h, O, O_h. В основу исследования положено кинетическое уравнение типа Больцмана для функции распределения (ФР) фононов $f_{\alpha p}(x,t)$ (индекс α принимает три значения и описывает поляризацию фонона). В процессах взаимодействия фононов сохраняется энергия, но может не сохраняться импульс. Гидродинамические состояния фононного газа описываем его температурой $\xi_0(x,t) \equiv T(x,t)$ и дрейфовой скоростью $\xi_n(x,t) \equiv u_n(x,t)$. При этом ФР фононов имеет структуру $f_{\alpha p}(x,\xi(t))$, то есть является функционалом параметров $\xi_\mu(x,t)$. Такое предположение отвечает обобщению метода Чепмена-Энскога решения кинетического уравнения (см., например, [1]). Эти величины принято определять формулами для плотности энергии и импульса вида

$$\sum_\alpha \int d^3 p f_{\alpha p}(x,\xi)\zeta_{\mu\alpha p} = \sum_\alpha \int d^3 p n_{\alpha p}(\xi(x))\zeta_{\mu\alpha p},$$

где $n_{\alpha p}(\xi) \equiv [\exp\beta(\varepsilon_{\alpha p} - p_n u_n) - 1]^{-1}$ (распределение Планка) является ФР равновесного газа, движущегося со скоростью u_n ($\zeta_{0\alpha p} \equiv \varepsilon_{\alpha p}$, $\zeta_{n\alpha p} \equiv p_n$ – энергия и импульс фонона). Гидродинамические процессы в фононном газе сопровождаются затуханием скорости фононов $u_n(x,t)$. Малые параметры теории λ, g вводится оценками: $u_n \sim \lambda^1$, $T \sim \lambda^0$, $\partial u_n / \partial x_l \sim g^1\lambda^1$, $\partial T / \partial x_m \sim g^1$ и т.д., которые учитывают также слабую неоднородность гидродинамического состояния газа. Функционал $f_{\alpha p}(\xi)$ вычислен нами в теории возмущений по g и λ на основе разложения по специальным ортогональным полиномам. Показано, что в отличие от традиционных представлений (см., например, обзор [2]) распределение Планка $n_{\alpha p}(\xi)$ неверно передает вклад $\sim g^0$ в ФР $f_{\alpha p}(\xi)$. В той же теории возмущений нами получены уравнения гидродинамики для параметров $\xi_\mu(x,t)$.

1. **Ахиезер А.И.** Методы статистической физики / А.И.Ахиезер, С.В.Пелетминский. – М.: Наука, 1977. – 368 с.
2. **Ахиезер А.И.** Газодинамика квазичастиц. I. Общая теория / А.И.Ахиезер, В.Ф.Алексин, В.Д.Ходусов // Физика низких температур. – 1994, Т.20, №.12. – С.1199-1238.

УДК 530.1

А.А. Ступка, к.ф.-м.н., научный сотрудник
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: antonstupka@mail.ru

УРАВНЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИКИ И ГРАВИТОГИДРОДИНАМИКИ С УЧЁТОМ ФЛУКТУАЦИЙ ПОЛЯ И ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ

Изучается гидродинамика жидкого заряженного диэлектрика с постоянной диэлектрической проницаемостью во внешнем потенциальном электрическом или нейтрального газа в таком же гравитационном поле. Поле характеризуется первым (напряжённость $\vec{E}$) и вторым корреляционными моментами, которые слабо меняются с расстоянием. Движение среды описывается законом сохранения заряда $\partial_t\rho + div\rho\vec{v} = 0$, массы $\partial_t\sigma + div\sigma\vec{v} = 0$, которая является зарядом в случае гравитационного взаимодействия, и уравнением Эйлера, которое для определённости запишем для диэлектрика в электрическом поле $d\sigma\vec{v}/dt = -\nabla P + \rho\vec{E}$. Здесь помимо внешнего поля фигурирует и порождаемое собственным движением самосогласованное. Это поле определяется уравнениями Пуассона $div\varepsilon\vec{E} = 4\pi\rho$ и Максвелла [1] $\partial\varepsilon\vec{E}/\partial t = -4\pi(\rho\vec{v})^{\parallel}$, где учтено, что $rot\vec{E} = 0$. Тогда можно переписать $\rho E_\alpha = \left\{\nabla_\beta\varepsilon E_\beta E_\alpha - \nabla_\alpha\varepsilon E^2/2\right\}/4\pi$. Усредним по случайной фазе флуктуирующего поля. Рассмотрим волны малой амплитуды. Будем считать процесс адиабатическим. $\sigma_0\partial v_\alpha/\partial t = -\sigma_0 u_s^2\nabla_\alpha\rho + \rho_0 E_\alpha + \rho E_{\alpha 0} + \varepsilon\left\{\nabla_\beta\overline{E_\beta E_\alpha} - \nabla_\alpha\overline{E^2}/2\right\}/4\pi$. В это уравнение входит новая переменная – центрированная корреляция электрического поля $\overline{E_\beta E_\alpha}$, для которой мы получим временное уравнение, используя уравнение Максвелла с током в гидродинамическом приближении $\partial\overline{E_\gamma E_\alpha}/\partial t = -\vec{v}_\gamma^{\parallel}\left(\left\{\nabla_\beta\overline{E_\beta E_\alpha}(r) - \nabla_\alpha\overline{E^2}(r)/2\right\} - 4\pi\rho_0 E_\alpha/\varepsilon\right) - \vec{v}_\alpha^{\parallel}\left(\left\{\nabla_\beta\overline{E_\beta E_\gamma}(r) - \nabla_\gamma\overline{E^2}(r)/2\right\} - 4\pi\rho_0 E_\gamma/\varepsilon\right)$ где $\overline{E_\beta E_\alpha}(r)$ – заданная величина. Предположим, что центрированная корреляция внешнего поля изотропна и слабонеоднородна $\overline{E_\beta E_\alpha}(r) = \delta_{\alpha\beta}\overline{E^2}(r)/3 + E_{\alpha 0}E_{\beta 0}$, тогда $\partial\overline{E_\gamma E_\alpha}/\partial t = \vec{v}_\gamma^{\parallel}\nabla_\alpha\overline{E^2}(r)/6 + \vec{v}_\alpha^{\parallel}\nabla_\gamma\overline{E^2}(r)/6$. Система уравнений замкнута. Выполним координатные Фурье-преобразования. Получим для продольных волн $\omega = \pm\sqrt{u_s^2k^2 + \rho_0^2 4\pi/\varepsilon\sigma_0}$, $\delta = \pm\dfrac{1}{\sqrt{\sigma_0 u_s^2k^2 + \rho_0^2 4\pi/\varepsilon}}\left(\dfrac{\vec{k}\vec{E}_0\rho_0}{2} - \dfrac{\varepsilon\vec{k}\nabla\overline{E^2}(r)}{48\pi}\right)$. При разнонаправленности $\vec{E}_0$ и $\nabla\overline{E^2}(r)$ корреляция поля может определять затухание звука. Для случая гравитационного поля просто следует заменить во всех формулах $\varepsilon \to -1/G$.

Автор благодарит проф. А.И. Соколовского, доц. Е.М. Коптеву и И.М. Бормотову за полезное обсуждение вопроса.

1. **Stupka A.A.** Gravitation Field Dynamics in Jeans Theory. // Journal of Astrophysics & Astronomy. Vol. 29. Num. 3&4. (2008). P. 379-386.

УДК 530.1

А.А. Ступка, к.ф.-м.н., науковий співробітник
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: antonstupka@mail.ru

РІВНЯННЯ МАГНІТОГІДРОДИНАМІКИ ТА МОДИ З УРАХУВАННЯМ ФЛУКТУАЦІЙ ПОЛЯ

У магнітогідродинаміці (МГД) середовище розглядається як єдина рідина, що описується локальними значеннями густини ρ, тиску P та швидкості $\vec{v}$. Окрім цих виключно гідродинамічних величин стан середовища характеризується магнітною індукцією $\vec{B}$, що має деяке ненульове значення у рівновазі. Припустимо, що магнітне поле є випадковою величиною з другим моментом, що не зводиться до квадрата першого. Тензор напружень Максвелла, що входить у МГД рівняння Ейлера, містить другий момент магнітного поля, для якого побудуємо часове рівняння, виходячи з рівнянь Максвелла у МГД наближенні, помножуючи на B_k у тій же просторово-часовій точці та роблячи симетризацію. Після усереднення по випадкових фазах та лінеаризації маємо рівняння $\partial_t \langle B_i B_k \rangle = \eta_{iklmnp} \langle B_l B_m \rangle_0 \partial_n v_p$, де запроваджено тензор $\eta_{iklmnp} = \delta_{ip}\delta_{km}\delta_{ln} + \delta_{im}\delta_{kp}\delta_{ln} - \delta_{il}\delta_{km}\delta_{np} - \delta_{im}\delta_{kl}\delta_{np}$. Тепловими флуктуаціями знехтувано. Для спрощення розглянемо адіабатичний процес, тоді $\partial_t v_i + \partial_k \left\{ \delta_{ik} v_s^2 \rho - \left(\langle B_i B_k \rangle - \langle B_l B_l \rangle \delta_{ik} / 2 \right) / 4\pi \right\} / \rho_0 = 0$. Тут ρ_0 є рівноважне значення густини маси, $v_s^2 = \left(\partial P / \partial \rho \right)_s$ є адіабатична швидкість звуку в незамагніченій рідині. Лінеаризоване рівняння неперервності: $\partial_t \rho + \rho_0 \partial_i v_i = 0$. Припустимо, що всі величини залежать лише від x_3 та t. Припустимо також, що рівноважне магнітне поле має ізотропний центральний другий момент $\langle B_l B_m \rangle_0 = \langle B_0^2 \rangle \delta_{lm} / 3 + B_{0l} B_{0m} = const$. Без обмеження загальності оберемо $\vec{x}_1 \perp \vec{B}_0$, тобто $\vec{B}_0 = (0, B_0 \sin\theta, B_0 \cos\theta)$, де θ є кутом між першим моментом сталого поля та хвилею. Зручно запровадити позначення для альфвенівської швидкості $v_A = B_0 / \sqrt{4\pi\rho_0}$, а також схожої за формою швидкості, що виникає через відмінність від нуля центрального момента $v_t = \sqrt{\langle B_0^2 \rangle / 12\pi\rho}$. Шість хвиль, що розповсюджуються, відповідають зв'язаним МГД та новим звуковим хвилям. Власні значення (швидкості) такі: $V = \Big\{ 0, 0, 0, 0, \pm\sqrt{v_t^2 + v_A^2 \cos^2\theta}, \pm\sqrt{((3v_t^2 + v_s^2 + v_A^2) - \sqrt{(v_A^2 - v_t^2 - v_s^2)^2 - 4v_A^2 (v_t^2 + v_s^2)\cos^2\theta})/2}, \pm\sqrt{((3v_t^2 + v_s^2 + v_A^2) + \sqrt{(v_A^2 - v_t^2 - v_s^2)^2 - 4v_A^2 (v_t^2 + v_s^2)\cos^2\theta})/2} \Big\}$. Із припущення про відсутність кореляції магнітного поля $\langle B_0^2 \rangle = 0$ отримаємо стандартний МГД розв'язок у вигляді альфвенівської та двох магнітозвукових хвиль.

1.**Stupka A.A.**, *The Magnetohydrodynamics*, Vol. 46, Num.2, pp. 137-141 (2010).

УДК 530.145

І.В. Уваров, аспірант; А.П. Ярошенко, к.ф.-м.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: wvanj@pisem.net

КООРДИНАТНО-ІМПУЛЬСНИЙ ОПИС СТАНУ ТРИЧАСТИНКОВОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ГРУПИ SP(4,C)

Розгляд релятивістського руху тричастинкової системи грає важливу роль у фізиці елементарних частинок та ядерній фізиці. Існує велика кількість підходів до вирішення проблеми опису такого руху, але у більшості з них виникають труднощі в розрахунках, пов'язані з необхідністю використання великої кількості змінних.

Мета роботи – отримання тривимірного квантового простору координат та імпульсів для опису стану тричастинкової системи зі внутрішньою взаємодією. Розрахунки проводяться на основі методу розширення групи SP(2,C) до групи SP(4,C) як суми двох двовимірних спінорних просторів [1]. Цей метод позбавлений вищезазначених недоліків.

Найменший дійсний простір, який породжує група SP(4,C) – це 16-вимірний дійсний простір, що є сумою чотирьох 4-вимірних імпульсних просторів Мінковського та грає роль простору-часу [2].

Для зменшення числа ступенів вільності до необхідного для опису тричастинкової системи без взаємодії запроваджується система додаткових умов, що виключає неканонічні часові компоненти 4-імпульсів. Дев'ять змінних, що залишились, утворюють два імпульси відносного руху і повний імпульс системи.

При введенні внутрішньої взаємодії мінімальним чином до двох відносних імпульсів системи додаються потенціали. Для того, щоб не виникали вторинні в'язі по Діраку і алгебра стала замкненою, потенціали повинні бути лінійними функціями координат.

У системі центра мас з урахуванням вимог сумісності додаткових умов отримано два квантованих простори, де один з векторів грає роль імпульсу, а інший – координати.

За запропонованим методом розширення двовимірного спінорного простору з набору 4-імпульсів за допомогою невеликої кількості додаткових умов виключаються неканонічні компоненти. Залишаються лише змінні, які утворюють два внутрішні 4-імпульси і повний імпульс системи. При введенні внутрішньої взаємодії запроваджується набір нових координат та імпульсів. Таким чином, 6-вимірний простір узагальнених імпульсів перетворюється на два тривимірних квантованих простори, що описують механічний стан тричастинкової системи зі взаємодією.

1. **D.A. Kulikov**, R.S. Tutik and A.P. Yaroshenko, *Phys. Lett. B* **644**, 311 (2007).
2. **Yu F. Pirogov**, Yad. Fiz. 66, 138 (2003).

УДК 530.145.1

В.С. Удовенко, студентка; О.Ю. Орлянский, к.ф.-м.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: vikakf@mail.ru

МИНИМИЗИРУЮЩИЙ ПАРАМЕТР В ОПЕРАТОРНОМ МЕТОДЕ ФЕРАНЧУКА-КОМАРОВА

В работе И.Д.Феранчука и Л.И.Комарова [1] был разработан новый метод приближенного решения квантово-механических уравнений, который оказался весьма эффективным при исследовании многих прикладных задач. В частности, для стационарного уравнения Шредингера, данный метод позволяет с большой точностью получать как собственные функции, так и собственные значения оператора Гамильтона, используя всего два-три члена разложения в ряд. Суть метода заключается во введении стандартных операторов рождения и уничтожения $\hat{a}^+$ и $\hat{a}$ благодаря использованию в качестве собственных функций невозмущенной задачи собственные функции гармонического осциллятора (ГО). Оператор Гамильтона решаемой задачи $\hat{H}$ разбивается на две части $\hat{H}_0$ и $\hat{V}$. Это обращает в ноль первую поправку к энергии, а нулевое приближение энергии минимизируется с помощью произвола в выборе частоты ω гармонического осциллятора. Исходя из того, что увеличение количества параметров увеличивает наши возможности минимизации энергии, предпринята попытка использовать в качестве еще одного параметра массу осциллятора m. Показано, что в этом случае возникают выражения аналогичные для стандартной формулировки операторного метода. В частности, операторы координаты и импульса в безразмерных обозначениях принимают вид $\hat{x} = \frac{1}{\sqrt{2m}}(a + a^+)$, $\hat{p} = i\sqrt{\frac{m}{2}}(a^+ - a)$, где $\left[a, a^+\right] = 1$. Для ангармонического осциллятора с $\hat{H} = \frac{1}{2}\left(\hat{p}^2 + \hat{x}^2\right) + \lambda\hat{x}^4$ параметр m находится как корень кубического уравнения $m^3 - m = 3\lambda\left(2n + 1 + \frac{1}{2n+1}\right)$, а затем подставляется в выражение для энергии. Нулевое приближение $E_n^{(0)} = \frac{1}{4}\left(3m + \frac{1}{m}\right)\left(n + \frac{1}{2}\right)$ для низких энергетических уровней и $\lambda < 1$ отличается от значения, полученного численно, менее, чем на 1,1%.

Таким образом, в операторном методе Феранчука-Комарова не удается выделить два независимых параметра в силу свойств гармонического осциллятора. Однако возможно применение идеи разбиения оператора Гамильтона на две части в случае использования других собственных волновых функций невозмущенной задачи.

1. **Feranchuk I D** and Komarov L I 1982 Phys. Lett. 88A 212

УДК 530.12; 531.51

И.И. Фрут, студент; В.Д. Гладуш, д. ф-м. н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: furt.dp@gmail.com

МОДЕЛЬ ЧЕРНОЙ МАТЕРИИ

Проблема черной материи в настоящее время стала одной из основных проблем астрофизики и космологии. Этой проблеме посвящено множество научных работ.

В данной работе предложена простая модель холодной черной материи, которая согласуется с данными наблюдательной астрофизики.

Скорость вращения объекта на Кеплеровой орбите с радиусом r вокруг галактики пропорциональна $r^{-1/2}$ при условии, что масса сосредоточена в центре и около центра галактики. Но судя по астрофизическим наблюдениям, скорость вращения примерно одинакова даже при больших значениях r, т.е. V=Const. Таким образом, имеется материя, которая не проявляется ничем, как кроме своего гравитационного воздействия на звезды.

Если принять массу черной материи распределенной сферически-симметричным образом, плотность материи будет обратно пропорциональна квадрату расстояния r от центра. Учитывая нерелятивистское условие гидродинамического равновесия, давление черной материи пропорционально ее плотности в степени 3/2.

Если отбросить точечный источник, то уравнение состояния принимает линейный вид.

1. Dark Matter in Review of Particle Physics. J. Phys. G: Nucl. Part. Phys **37** (2010) 255-260

УДК 539.12; 530.145

Д.В. Холод; М.Ш. Певзнер, к.ф.-м.н., профессор;
В.Ю. Ананченко, студент; А.В. Сущевский, студент
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»
E-mail: holod_d@i.ua

РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ФЕРМИОН В СФЕРИЧЕСКИ СИММЕТРИЧНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЯМЕ КОНЕЧНОЙ ГЛУБИНЫ В ПРОСТРАНСТВЕ ДВУХ ИЗМЕРЕНИЙ

Интерес к изучению вопроса о существовании связанных состояний у релятивистского фермиона в сферически симметричной яме конечной глубины в случае пространства двух измерений стимулируется следующими обстоятельствами. Прежде всего, в последнее время значительное внимание уделяется рассмотрению различных плоских систем – таких, как одноатомный слой графита – графен; сюда же относятся вопросы, связанные с изучением квантового эффекта Холла. С другой стороны, в квантовой теории поля имеет место нарушение киральной симметрии, которое сопровождается возникновением у частиц динамической массы; при этом наблюдается тесная аналогия между процессами «падения на центр» частицы в сильном поле в одночастичной задаче релятивистской квантовой механики и возникновением у частиц динамической массы в квантово-полевом подходе. В этом отношении квантовая электродинамика в пространстве трёх измерений ($КЭД_{2+1}$) представляет собою пример квантово-полевой модели, в которой, в определённом приближении, наблюдается нарушение киральной симметрии, изученное достаточно подробно. Этого нельзя сказать о соответствующей релятивистской квантово-механической задаче для плоского случая, которому посвящено сравнительно небольшое количество работ, причём целый ряд вопросов, детально исследованных в пространственном случае, для плоского аналога остаётся невыясненным.

В нерелятивистском случае имеется определённая специфика в процессе образования связанных состояний в потенциальной яме конечной глубины при изменении числа пространственных измерений. Представляет интерес выяснить, насколько эта специфика сохраняется в релятивистском случае.

В данной работе для релятивистского фермиона в плоской сферически симметричной потенциальной яме найдена критическая глубина ямы для значений энергии $E = m, E = 0, E = -m$; при этом рассмотрены случаи как с нулевым, так и с ненулевым орбитальным моментом. Для указанной величины получены приближённые аналитические выражения, с хорошей точностью совпадающие с результатами численных расчётов. Для случая $E = m(1 - x)\,(x << 1)$ получено выражение для энергии уровня, совпадающее с соответствующим нерелятивистским значением для мелкой ямы. Исследовано также поведение уровня $E = -m(1 - x)$ вблизи порога как при $l = 0$, так и при $l \neq 0$, и показано, что отклонение зависимости величины $x(\nu)$ (υ– безразмерная глубина ямы) от линейной при малых глубинах в случае $l = 0$ имеет порядок $\alpha\nu \cdot \ln\nu$, где $\alpha < 1$. При $l \neq 0$ указанный логарифмический член в рассматриваемом приближении отсутствует, и данная зависимость приобретает строго линейный характер.

УДК 530.1

З.Ю. Челбаевский, аспирант; А.И. Соколовский, д.ф.-м.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: zak_tch@rambler.ru

К КИНЕТИКЕ СИСТЕМЫ ВО ВНЕШНЕМ СЛУЧАЙНОМ ПОЛЕ

Изучается динамика системы, описываемой уравнением вида

$$\frac{\partial \eta_a(t)}{\partial t} = L_a(\eta(t)) + \sum_i s_{ai}(\eta(t)) h_i(t) ,$$

где $\eta_a(t)$ – параметры, характеризующие состояние системы, $h_i(t)$ – гауссово случайное внешнее поле, $L_a(\eta)$, $s_{ai}(\eta)$ – известные функции. Внешнее поле предполагается малым и имеющим малое время корреляции τ_0. Задача состоит в выводе замкнутого временного уравнения для производящей функции средних

$$\mathrm{f}_{a_1 \ldots a_s}(t) = \overline{\eta_{a_1}(t) \ldots \eta_{a_s}(t)} ,$$

которая определяется формулой

$$F(\mathrm{f}(t), u) = \overline{e^{\sum_a \eta_a(t) u_a}} ,$$

(u_a – вспомогательные параметры). В итоге нами обобщаются результаты работы [1]. Задача сводится к анализу возможности выразить среднее

$$\Phi_i(t, u) = \overline{h_i(t) e^{\sum_a \eta_a(t) u_a}}$$

через производящую функцию $F(\mathrm{f}(t), u)$. Для этого нами используется формула Фурутцу-Новикова, которая вводит в рассмотрение восприимчивость системы

$$\chi_{ai}(t, t') \equiv \delta \eta_a(t) / \delta h_i(t') .$$

Малость внешнего поля позволяет вычислить ее в теории возмущений по $h_i(t)$ и ограничится вкладами, линейными по $h_i(t)$. Малость времени корреляции поля упрощает вычисления, поскольку достаточно знать величины

$$\chi_{ai,n}(t) \equiv \partial^n \chi_{ai}(t, t') / \partial t'^n \Big|_{t'=t-0} .$$

В итоге приходим к уравнению для $\Phi_i(t, u)$, которое решается в теории возмущений по $g = \tau_0 / T$ (T – характерное время изменения параметров $\eta_a(t)$ в отсутствие внешнего поля) и дает искомое замкнутое уравнение для производящей функции $F(\mathrm{f}(t), u)$. Полученное уравнение позволило проанализировать возможные обобщения флуктуационно-диссипационной теоремы.

1. **Peletminskii S.V.** Kinetics and hydrodynamics of long-wave fluctuations under external random force / S.V. Peletminskii, Yu.V. Slyusarenko, A.I. Sokolovsky // Physica A. – 2003. – V.326, No. 3-4. – P.412-429.

4
Двигатели и энергетические установки. Энергообеспечение космических аппаратов

Координаторы:
Безручко Константин Васильевич,
Национальный аэрокосмический университет
им. М.Е. Жуковского «ХАИ», проректор по учебной работе,
доктор технических наук, профессор
Габринец Владимир Алексеевич,
заведующий кафедрой теплотехники ДНУЖТ
им. В.А. Лазаряна, доктор технических наук, профессор
Сичевой Алексей Владимирович,
заведующий кафедрой энергетики ФТФ ДНУ
имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

УДК 621.355.004.58

I.I. Abrossimova, student of 461-I gr.;
Chief scientist: K.V. Bezruchko, Doctor of Technical Science, professor
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

MITIGATING INTERGRANULAR ATTACK AND GROWTH IN ALKALINE BATTERY ELECTRODES FOR EXTENDED CYCLE AND OPERATING LIFE

Deterioration in the performance of alkaline batteries is primarily governed by weight loss and growth of the positive electrodes, arising from creep and intergranular corrosion/cracking.

Efforts to minimize the intergranular effects leading to weight loss and grid growth in Ni-Ca alloys have traditionally focused on developing proprietary alloying recipes involving Ag, Se, As, etc, which can degrade internal resistivity performance. Alloying additions have also been used as nucleants in order to refine grain size, producing some improvement in weight loss, although often at the expense of grid growth.

In this work the different additives (both traditional and earlier not applied) influence on grain size of active mass, grain surface area and active mass homogeneity was examined. Researches of different electrodes point at reductions in weight loss of between 26 and 46 pct accompanied by declines in grid growth of between 41 and 72 pct/ moreover, the distribution of intergranular attack/cracking in the microstructure of electrode can be predicted.

In general, improvements in corrosion and creep/cracking occur without compromising tensile properties such as yield strength, ultimate tensile strength and ductility. Modifying the crystallographic structure of grain boundaries in Ni alloy battery electrodes, thus, provides an opportunity for minimizing grid thicknesses (weight) and, hence, material costs in battery production, or for maximizing energy densities and cycle life performance.

УДК 536.282.04

С.Ю. Асмоловский, студент; В.А. Габринец, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Asmolovskiy.Sergey@gmail.com

РАЗРАБОТКА ЦЕНТРАЛИЗОВАНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В настоящие время каждый космический аппарат имеет энергоустановку масса которой составляет 30 % от массы всего аппарата, при использовании микроспутников эта доля значительно возрастает. Поэтому при использовании космической электростанции (КЭС), можно будет снизить массу и размеры космических аппаратов запускаемых на орбиту земли, за счет избавления от солнечных батарей и снижения массы аккумуляторов которые используются для питания космического аппарата в период нахождения его в тени Земли.

Подобным проектом является передача энергии из космоса на Землю при помощи солнечно космической электростанции (СКЭС). Над созданием СКЭС сейчас работает Калифорнийская компании Solaren, предположительно их электрическая станция будет запущена в эксплуатацию 2016 году, энергия будет передаваться в виде СВЧ луча. Японские корпорации Mitsubishi Heavy Industries и IHI, они планируют получать энергию из космоса не позднее 2040 г. А к 2015 году планирует вывести на орбиту демонстрационный аппарат, переправляющий на Землю 100 киловатт мощности. Европейская компания, EADS Astrium, также работает над СКЭС, для передачи энергии будут использовать инфракрасное лазерное излучение.

На данный момент основной проблемой в данной области является способ передачи энергии на Землю, а именно наличие ионосферы и атмосферы.

Передача энергии не на Землю, а спутникам является более простой.

В настоящей работе предполагается проект создания космической энергостанции которая централизованно будет обеспечивать энергией ряд расположенных микроспутников. Передача энергии на другие космические аппараты будет осуществляться с помощью лазерного или микроволнового излучения. Такое централизовано энергообеспечение космических аппаратов позволит в целом существенно снизить массу энергоустановок, а следовательно и стоимость космических аппаратов запускаемых на орбиту.

Рассчитывается что такая КЭС сможет одновременно обеспечить энергией все КА расположенные вокруг Земли, для этого предполагается использование 26 КЭС расположенных на расстоянии 21000 км от Земли и радиусом действия каждой КЭС 23000 км.

УДК 662.61

А.В. Баглай, студент[1]; В.А. Габринец, к.т.н., профессор[2]
[1]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2]Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара
E-mail: lexandro88@gmail.com

РАЗРАБОТКА РАДИОИЗОТОПНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩЕЙ ПО ЦИКЛУ БРАЙТОНА

Использование машинных преобразователей, работающих по циклу Брайтона, в космической энергетике обладают рядом преимуществ. Среди которых можно назвать:

- Высокий коэффициент полезного действия;
- Возможность получения регулируемых параметров электрического тока;
- Устойчивость к вредному воздействию;
- Независимость от солнечного излучения;
- Малые размеры и относительно небольшая масса.

При исследовании дальнего космоса, использование солнечной энергии является затруднительным. Поэтому в настоящей работе предлагается использовать в качестве источника тепла радиоизотопный генератор, использующий тепло, выделяемое при радиоактивном распаде плутония-238 с периодом полураспада 88 лет и удельной мощностью $N_{t.уд} = 0{,}54\ Вт/г$.

Это объясняется тем, что, имея большой период полураспада, даже за несколько лет работы изотоп плутония слабо изменяет уровень тепловой мощности. Это позволяет обходиться в изотопных источниках теплоты с изотопом плутоний-238 без системы теплового регулирования. Поскольку плутоний-238 является a – активным, для него не требуется тяжелая защита.

Плутоний в виде окиси PtO_2 размещают в трубках с диаметром 10мм и длинной 1,5 м. При продольном обтекании рабочего тела гелий, температура повышается до 1200 К, которая и требуется для получения 4 кВт электрической мощности энергетической установки.

УДК 536.61.282

М.И. Водяха, студент; В.А. Габринец, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Maksimysii@rambler.ru

СОЛНЕЧНО ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ИНСОЛЯЦИЕЙ

Существует проект Питера Глезера, в котором предлагается создание солнечных электростанций, размещенных на орбите около Земли. Электрическая энергия, получаемая на этих станциях в фотоэлектрических преобразователях, затем, с помощью лазерного или микроволнового излучения передается на поверхность Земли. Здесь она распределяется среди потребителей.

В данной работе предлагается фотоэлектрические преобразователи размещать непосредственно на земной поверхности. На околоземной орбите разместить большеразмерные отражатели солнечного света, ориентированные на землю. С их помощью солнечную энергию из космоса можно передавать непосредственно на земную поверхность, где должны быть размещены преобразователи солнечной энергии.

Такой метод позволит обеспечивать круглосуточно работу фото преобразователей и улучшить их обслуживание. При этом в дневное время степень концентрации солнечного излучения может составить С=2, а в ночное время С=1. Кроме этого солнечное освещение позволит обеспечивать дополнительное освещенность для сельскохозяйственных плантаций, размещенных поблизости электростанции.

В данной работе предлагается исследовать применение вышеизложенных концепции для энергополучения и освещения в ночное время днепропетровского региона.

Использование этого проекта позволяет увеличить продолжительность солнечного сияния на 1500 часов в год. Это позволит существенно увеличить сельскохозяйственное производство. Кроме этого наземные солнечные батареи позволят на 80% увеличить выработку электроэнергии по сравнением с обычным способом. Получаемая электрическая мощность будет зависеть от площади преобразователей и составлять 1-100 МВт.

УДК 629.8
И.В. Втюрин, студент; А.В. Грищенко, ст.преподаватель; Н.Н. Василенко, студент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: ivvturin@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

Известно, что число стран, впервые ставших владельцами КА, за последние 15 лет увеличилось вдвое (с 15 до 30). Дальнейшее развитие мировой космической деятельности сдерживается высокой стоимостью выведения КА ($5000...10 000 за один килограмм при выводе на низкую круговую орбиту) и недостаточной надежностью средств выведения. Таким образом, приоритетными требованиями к перспективным средствам выведения являются повышение их надежности и уменьшение стоимости выведения КА.

Одним из вариантов решения этой проблемы является уменьшение количества ступеней ракет-носителей. В этом случае целесообразно применение трехкомпонентных двухрежимных двигателей. В настоящее время разработаны и испытаны ЖРД работающие на первом режиме на кислороде и керосине, на втором– на кислороде и водороде.

Недостатком водорода, используемого в качестве горючего, является его низкая плотность и высокая стоимость (25 гривен за 1 л.).

Результаты расчетно-теоретических и экспериментальных исследований, выполненных центром Келдыша, позволили сделать вывод о том, что поставленная задача с наибольшим эффектом может быть решена путем использования топливной пары «кислород и сжиженный природный газ» (СПГ), причем в составе СПГ должно быть 98 % метана. Пара «кислород и СПГ» имеет невысокую стоимость и широкие перспективы использования в других отраслях (авиация, железнодорожный и автомобильный транспорты).

В данной работе рассматривались такие топливные пары как сжиженный метан и кислород, керосин и кислород, которые позволяют добиться уменьшения массогабаритных характеристик за счет уменьшения объемов баков горючего и окислителя. Главное преимущество метана – низкий молекулярный вес. За счет этого увеличивается удельный импульс двигателя ракеты, что, в паре с кислородом, позволяет при одинаковой стартовой массе вывести на орбиту больший полезный груз; по стоимости метан выгоден: сжиженный природный газ сейчас дешевле керосина (метан- 1,85 гривен за 1 л., керосин- 15 гривен за 1л.).

Для первой части полета двигательная установка (ДУ) использует пару керосин и кислород далее переходит на режим работы с метаном и кислородом, что позволяет увеличить удельный импульс; уменьшить массу баков за счет того, что массовый расход метана в 1,48 раза меньше керосина.

Оптимальные временные рамки для переключения горючего компонента необходимо определить с учетом таких параметров как теплопроводность и теплоемкость продуктов сгорания с изменением высоты. Стоит, также, отметить необходимость уменьшения расходов горючего и окислителя с увеличением высоты, т.к. снижение гравитационного поля Земли с увеличением высоты требует меньшую силу тяги.

УДК 53646

Т.М. Гошкович, студент; С.Г. Орловская, доцент;
Ф.Ф. Каримова, научный сотрудник; М.С. Шкоропадо, аспирант
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова
E-mail: angelina.tanya@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ИСПАРЕНИЯ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ПАРАФИНОВ

В последние годы возрос интерес к изучению горения капель парафинов в связи с разработкой новых гибридных ракетных двигателей. Традиционное топливо на основе полимеров не способно быстро испаряться с поверхности и, таким образом не обеспечивает высокую скорость горения и достаточно высокую тягу. Проведенные исследования показывают, что топливо на основе парафинов характеризуется высокой скоростью регрессии (горения) вследствие диспергирования расплава и последующего сгорания капель в потоке окислителя. В то же время парафин является экологически чистым топливом, безопасным при транспортировке и эксплуатации.

Как известно, скорость горения капли определяется интенсивностью испарения топлива. Поэтому в рамках данной работы была изучена кинетика испарения одиночных капель октадекана и докозана при различных температурах воздуха и атмосферном давлении. Начальный диаметр капель октадекана $d_b = 1{,}39$ мм для и $d_b = 1{,}36$ мм для докозана. Экспериментальные исследования проводились на специальном стенде, который позволял измерять диаметр капли в процессе ее испарения, а также регулировать температуру газовой среды. Процесс изменения диаметра капли регистрировался цифровой камерой. Полученные изображения испаряющейся капли обрабатывались на компьютере, в результате были получены временные зависимости диаметра и квадрата диаметра капель указанных парафинов. Показано, что квадрат диаметра капель парафинов линейно зависит от времени. Полученные зависимости дали возможность определить скорость испарения капель парафинового топлива. В таблице представлены значения скорости испарения капель октадекана и докозана при различных температурах газовой среды.

Таблица

Скорость испарения (К, мм^2/с) капель октадекана и докозана в воздухе

Т, К	450	475	505	525
октадекан К, 10^{-14}	5,35	8,83	58,9	189
докозан К, 10^{-14}	2,16	2,13	32,8	44,1

Анализ полученных результатов показал, что увеличение температуры на 75 градусов приводит к увеличению скорости испарения капель октадекана в 35 раз, а капель докозана в 20 раз. При этом скорость испарения октадекана в 2 – 4 раза больше чем докозана. Полученные значения скорости испарения капель октадекана и докозана позволили нам определить коэффициенты диффузии их паров в воздухе при заданной температуре. Установлено, что коэффициент диффузии паров докозана в три раза меньше, чем паров октадекана.

УДК 62-522.2

П.И. Грешняков, студент; В.Н. Илюхин, к.т.н., доцент
«Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет)»
E-mail: _pavel_@inbox.ru

РАЗРАБОТКА ДИСКРЕТНОЙ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В двигателях внутреннего сгорания, воздушно-реактивных двигателях, жидкостных ракетных двигателях стоит задача более точного дозирования рабочего тела (капельной жидкости или газа).

Наряду с пропорциональными регуляторами, в последнее время, все более широкое применение находят цифровые системы регулирования на базе дискретных регуляторов. Для регулирующих клапанов важнейшее требование надежности и непрерывности производственного процесса обеспечивается путем разбивки общего потока рабочей среды из одного трубопровода большого диаметра на потоки в трубопроводы меньшего диаметра. При этом реализуется многопоточная структура с рабочими и резервными линиями, в каждой из которых устанавливается регулирующий клапан, а на его входе и выходе отсечные. После клапанов на выходе все линии объединяются в одну. Количество линий колеблется от 5 до 30 в зависимости от места расположения клапана в системе.

Реализация требуемой дискретности по площади проходного сечения регулятора обычно проводится путем использования функциональной зависимости. Используются числовые последовательности двоичного кода {1,2,4,8,16..}, последовательности с более сложным построением, например, последовательность Фибоначчи: {1, 1, 3, 5, 8,13, 21,.....}.

Возможность алгоритмической замены отказавшего запорного клапана другим работоспособным с большим значением площади сечения (или эквивалентной комбинацией открытых клапанов), позволяет продолжать эксплуатацию клапана с ухудшенной дроссельной характеристикой в виде большей дискретности.

В работе решаются следующие задачи:

- исследование характеристик регулятора, в том числе на переходных режимах;
- реализация сложных алгоритмов управления;
- обеспечение равноступенчатости характеристики;
- исключение забросов и провалов характеристики на переходных режимах.

Целью настоящей работы является создание прототипа устройства управления расходом рабочей жидкости в цифровых гидравлических системах реального времени. Регулировка уровня расхода рабочего тела обеспечивается различным числом и размером сечения клапанов связанных параллельно.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013гг.), выполняемой в рамках мероприятия 1.3.1. «Проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук»

UDC 621.455.2

A.V. Gudkova, student; N. V. Mashtylov, c.t.s., docent
National Airspace University n.a. Zhukovski N. E. «KhAI»
E-mail: gudkovaanna@rambler.ru

ESTIMATION OF THE OPTIMAL ALTITUDES RANGE FOR ELECTRIC PROPULSION SYSTEM ON THE BASIS OF ELECTROHEAT THRUSTER APPLICATION

The straight electrojet propulsion systems on the basis of electroheat thrusters can be widely used for stabilization and orientation of the spacecrafts and it`s orbits correction. They have some advantages over the ion thrusters. They are:

– the flow up gas jet in electroheat thruster is neutral and doesn't effect on the work of other systems on the spacecraft;

– power inputs for ionization are absent;

– in the straight propulsion systems the propellant storage and feed system is absent, that make the construction more simple, reduces the weight of spacecraft and as a result – significantly reduce the mission prime cost.

In the current thruster feed system is represented in the form of intake (reverse Laval nozzle), and propellant is taken directly from atmosphere. The accelerating chamber has the nozzle form for the gradual propellant acceleration.

But the electrojet propulsion system on the basis of electroheat thruster can be used not on whole altitude range. The optimal range of the altitudes was calculated in the current work. To determine the lower boundary the atmosphere characteristics were estimated and the altitude was calculated, where the cleanup propellant rate

$$V_u = \sqrt{\frac{2k}{k-1}\frac{R_{ун}}{\mu}T + V_0^2}, \quad (1.1)$$

where $k = 3{,}986*10^5$ км^3/с^2 – gravitational Earth parameter;
$R_{ун} = 8{,}31$J/mole*K- universal gas constant;
T – temperature;
V_0 – initial velocity of propellant,
is higher than the spacecraft velocity, that was determined by the formula

$$V_c = \sqrt{\frac{k}{r+h}}, \quad (1.2)$$

where r – average Earth radii;
h – orbit altitude.

The upper boundary was determined according to the condition of the rarefied atmosphere.

УДК 536.282.61

А.С. Деринько, студент; В.А. Габринец, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: alinaderink@rambler.ru

РАЗРАБОТКА ФЭП, РАБОТАЮЩЕГО ПРИ БОЛЬШИХ ЗНАЧЕНИЯХ ИНТЕНСИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В нынешнее время много вопросов, касающиеся космоса, являются открытыми. Одним из таких является вопрос о исследовании Солнца. Эту тему рассматривали многие ученые, но открытым есть вопрос о работе фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) при больших значениях интенсивности солнечного излучения. В работе предлагается новый подход, позволяющий определить температурный режим фотоэлектрической установки и принять меры по улучшению работы этой установки.

Расчеты показали, что из-за температурных ограничений космические аппараты, предназначенные для исследования Солнца, приближаются к нему не больше, чем на 40 млн. км. На этом расстоянии интенсивность солнечного излучения составляет 25490 Вт/м^2.

В данной работе исследуется работа ФЭП с высоким температурным режимом. Результаты расчета показали, что площадь ФЭПа будет составлять 4 м^2 для получения максимальной мощности 5 кВт. При этом максимальное значение температуры ФЭПа будет равным 400°К.

Для обеспечения такой температуры ФЭПа используются светоотражающие покрытия. Коэффициенты отражения для рабочей части спектра должны быть уменьшены при использовании технологий просветления освещаемой поверхности ФЭПа. Обусловливающие заданный коэффициент поглощения покрытия способствуют установлению необходимого теплового режима в соответствии с законом Стефана-Больцмана. Это имеет важное значение для обеспечения высокого КПД ФЭПа.

УДК 621.45

Hatef Dinparasti Saleh; Nesterenko C.YU.
National Aerospace University (Kharkiv Aviation Institute)
E-mail: Hatef.dinparast@gmail.com

CIRCUIT EQUIVALENT OF MAGNETIC INDUCTIVE PULSED PLASMA THRUSTER

A new generation of electrodeless electric propulsion is called Magnetic Inductive Pulsed Plasma Thruster (MIPPT). The MIPPT includes two stages: ion generator and pulsed inductive plasma accelerator. Ion generator contains a helicon antenna which is made from Cu and placed around the Pyrex cylinder tube. Helicon discharge is generated by supplying to the antenna from high frequency tuner.

The acceleration stage of propulsion is based on magnetic inductive pulsing from inductive coil in which energy is saved in 12 parallel semi-condensers capacitors and then discharged through swiftly and inductive coil which is known as Marks generator. Current flow through the Marks generator inducts a high density magnetic field which produces plasma current sheet. Lorentz body force which is produced in process of interaction between sheet current and induced magnetic field accelerates the plasma sheet.

Both of the stages are surrounded by external magnetic field. The external coils take place to produce highly axial field in ionization's tube and mostly high radial field near the induction coil at the end of small tube.

Equivalent circuit (fig. 1) is built and equation set, similar to well-known Artsimovitch's one, is formed and used for discharge parameters calculation.

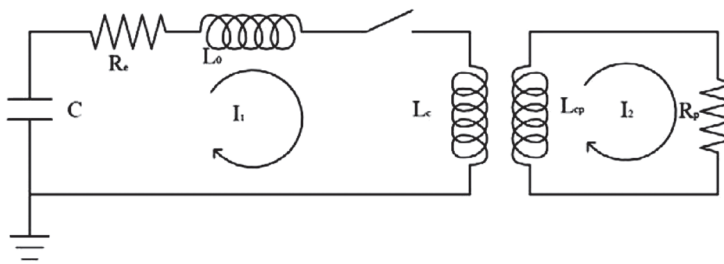


Fig. 1 – MIPPT equivalent circuit

УДК 629. 7: 021

А.В. Дубейко, студент; С.В. Губин, к.т.н., доц.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
Email: salamandra_8080@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ИМИТАТОРАМ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОТРАБОТКИ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ МОЛОДЕЖНЫХ МИКРОСПУТНИКОВ

Обеспечение надежного электропитания подсистем КА, особенно в длительных миссиях, представляет собой сложную техническую задачу, в которой функция надежности закладывается на этапе предварительного проектирования.

Для молодежных микроспутников важным является применение отработанных технических решений, которые зарекомендовали устойчивость энергоснабжения при малых уровнях напряжения на центральной шине. Такие системы энергоснабжения обычно строятся по простейшей схеме прямого включения фотоэлектрической батареи на центральную шину и на аккумуляторную батарею. В таком случае напряжение на центральной шине является «плавающим» от минимального разрядного до максимального зарядного напряжения. Такие схемы реализованы на ряде студенческих молодежных микроспутников, таких как SSTL, TUBSAT и др. Данное техническое решение позволяет обеспечить высокую надежность за счет простоты схемы при минимуме контроля. Но реализация наземного испытательного оборудования возможна только при определенных требованиях к оборудованию стендовых устройств.

Такими устройствами являются имитаторы солнечных батарей, аккумуляторов, нагрузки, включая функцию реактивной составляющей.

Особенностью построения стендовых систем для молодежных микроспутников является широкая совместимость имитаторов и реальных устройств. При этом в качестве реальных устройств могут выступать аккумуляторные батареи, солнечные батареи с имитацией солнечного излучения, блоки бортовой аппаратуры КА или стабилизирующие программы, управляемые источники электропитания, позволяющие повторять характеристики солнечных батарей , аккумуляторов и электрической нагрузки.

Другой особенностью является то, что для молодежных микроспутников в связи с их малыми размерами и, соответственно, короткими линиями электропередач, напряжение электропитания можно снизить до 2,5-4,5 В, что соответствует напряжению единичного литиевого аккумулятора. При этом условии могут использоваться маломощные источники питания в качестве имитаторов, а их автоматическое управление возможно от центрального компьютера, работающего на испытании.

Третьей особенностью является то, что все элементы циклограммы нагрузки при таком подходе, описанном выше, могут быть обеспечены специальным программным обеспечением, основанным на стандартных пакетах.

УДК 621.455.2

Д.С. Евдокименко, студентка; С.В. Губин, к.т.н., доцент.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: darulya@bk.ru

УСТРОЙСТВА ЗАРЯДА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ МОЛОДЕЖНЫХ МИКРОСПУТНИКОВ

Метод и выбор зарядного устройства является очень важным. Оптимально устройство заряда для Li-Ion батареи – это не только то, которое защитит батарею от ошибок и сбоев во время заряда, но и то, которое потребит как можно меньше энергии.

Техническое решение по зарядному устройству, как и других элементов системы электроснабжения, зависит не только от эффективности заряда, но и от его характеристик стойкости в космической среде. Сложное, но эффективное импульсное зарядное устройство, как правило, более чувствительно к воздействию космических частиц, чем более простое линейное зарядное устройство.

Линейное зарядное устройство основано на линейном регуляторе тока заряда, при этом напряжение батареи должно быть ниже входного напряжения регулятора. Транзистор, который соединен последовательно с химической батареей, плавно открывается и закрывается, таким образом регулируя ток заряда. Падение напряжения на транзисторе определяет разность между входным и выходным, т.е. зарядным, напряжениям и это приводит к потере мощности на транзисторе Рпотерь = (Uвх-Uвых)*Iзар. Это делает линейное зарядное устройство более простым, чем импульсное, но и менее эффективным.

Импульсное зарядное устройство использует коммутационный регулятор тока аккумуляторной батареи. Последовательно соединенный с солнечной батареей транзистор работает в режиме ключа (либо открыт, либо закрыт). Когда транзистор находится в проводящем состоянии, на нем падает малое напряжение, что делает потери мощности очень низкими. Импульсное зарядное устройство более сложное, но и более эффективное.

Одно из решений – использовать импульсное зарядное устройство на основе стандартных микросхем. Реализация архитектуры заряда на основе таких схем объединяет эффективность импульсного зарядного устройства с простотой линейного.

УДК 621.454

В.А. Жаданова, студент; Л.В. Литовченко, к. т. н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

СЕЛЕКТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

В последние десятилетия проблема энергоснабжения, а следовательно использования нетрадиционных источников энергии приобретает глобальный характер. Широкое распространение получили ветро-, гидро-, гелиоустановки. Одним из наиболее часто используемых преобразователей энергии является солнечный коллектор. Первоочередной проблемой совершенствования этой области энергетики является увеличение эффективности гелиоустановки, для этого используют специальные селективные покрытия.

Создание многослойного селективного покрытия, обладающего наибольшим коэффициентом поглощения и наименьшим коэффициентом отражения, является актуальной задачей, которая пока еще далека от своего окончательного разрешения. Для этого требуется разработать методику выбора структуры покрытия и материала, толщины каждого из его слоев.

В данной работе рассматривается задача создания методики конструирования многослойного оптического покрытия для тепловых коллекторов из различных материалов. Предпринята попытка совместить в одной методике выбор материала слоев многослойного покрытия, учитывающий не только их оптические, но и теплотехнические характеристики. Предполагаемая методика предлагает, что разработанное покрытие будет реализовываться методами ионно-плазменной технологии, что учитывается при выборе как структуры покрытия так и подборе составляющих его материалов.

УДК 620.1.051

А.О. Исаев, инж.–констр. 3к; Н.И. Тутов, нач. сектора;
Г.Н. Чепель, инж.–констр. 1к; А.В. Безденежных, нач. отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ПРОДЛЕНИЮ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ РДТТ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Приводятся результаты специальных ускоренных испытаний по продлению сроков эксплуатации составных частей РДТТ ракет-носителей космического назначения по программам «Наземный старт» и «Морской старт».

Актуальность данной работы – необходимость использования имеющегося задела комплектов зарядов и воспламенителей с недостаточным гарантийным сроком для использования их в двигателях торможения ступеней с требуемыми гарантийными сроками для РН «Зенит».

Испытаниям подвергались заряды и воспламенители, двигатели, укомплектованные этими зарядами и воспламенителями, а также двигатели с истекшим гарантийным сроком эксплуатации.

Тепловое старение зарядов и воспламенителей РДТТ при испытаниях заключалось в том, что прогрев и охлаждение изделий перед и после выдержки при температуре старения проводилось ступенчато с интервалом температур от 5 до 15°С. Это позволило исключить температурные удары на изделия и уменьшить возможное появление несвойственных при эксплуатации дефектов в материалах изделия.

При испытании тепловым старением группы РДТТ, одна из которых разбиралась на составные части, а другая не разбиралась, испытания проводились по определенным режимам в течение времени, эквивалентному дополнительному продлению сроков эксплуатации составных частей и двигателей в целом до установленного значения. Метод исключает перестаривание материалов имеющих различные энергии активации и позволяет приблизить режимы испытаний к условиям эксплуатации двигателей.

Разработанные методы испытаний и методология проведения работ позволяют эффективно и с минимальными затратами реализовать задачу по продлению требуемых сроков эксплуатации составных частей двигателей. По результатам проведенных работ показана возможность продления срока эксплуатации РДТТ в 1,5 раза по сравнению с ранее установленным гарантийным сроком.

УДК 621.454.2.043

В.Т. Кальмук, инженер-конструктор 2 кат.;
Л.П. Сирко, ведущий инженер-конструктор;
А.Н. Шементов, ведущий инженер-конструктор;
А.Ю. Стрельченко, начальник группы;
С.А. Дешевых, начальник сектора;
Л.Ф. Ивченко, начальник отдела.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
E-mail: info@yuzhnoye.com

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ ШНЕКОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ТНА ЖРД, РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ПРИМЕНЕНИЮ

Одной из основных задач, возникающих при проектировании шнекоцентробежных насосов ТНА жидкостных ракетных двигателей, является получение конструкции, обладающей оптимальным соотношением энергетических и массовых характеристик.

При проектировании нового двигателя в ГП «КБ «Южное» была проведена работа по поиску оптимального варианта конструкции выходных устройств (отводов) шнекоцентробежных насосов.

Отводы должны отвечать следующим требованиям:

– обеспечивать равномерное поле скоростей и давлений на выходе из колеса;

– преобразовывать кинетическую энергию потока в статический напор с минимальными потерями;

– иметь минимально возможные размеры и массу;

– иметь приемлемые динамические и статические прочностные характеристики.

В настоящем докладе приведены результаты расчетно-теоретических исследований и проанализированы различные конструкции отводящих устройств шнекоцентробежных насосов ТНА ЖРД:

– спиральный сборник;

– с лопаточным направляющим аппаратом;

– с трубчатым (канальным) направляющим аппаратом.

На основании проведенного анализа даются рекомендации о целесообразности применения рассмотренных конструкций для насосов различной размерности.

УДК 621.311.61:004.94

Ю.Г. Каторгина, студент; А.О. Давидов, докторант, к.т.н.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: wonta@mail.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АККУМУЛЯТОРОВ

В результате того, что ресурс АК РКТ может достигать десяти лет, то экспериментальное определение характеристик представляется невозможным, а в качестве разрешения данного вопроса необходимо разработать математическую модель.

Решение задачи прогнозирования характеристик аккумуляторов является достаточно трудоемким, так как возникает необходимость составления максимально подробной математической модели аккумулятора, которая точно описывает характеристики аккумулятора.

Основной задачей прогнозирования является выявление изменения во времени прогнозируемых характеристик и параметров аккумулятора с целью получения максимального эффекта по заранее выбранному критерию.

Для решения проблемы прогнозирования состояния аккумуляторов и батарей необходимо разработать метод прогнозирования ресурса по значениям параметров их текущего состояния. Применяя, данный метод в процессе эксплуатации позволит определить наиболее благоприятные режимы работы химических батарей (БХ).

Метод прогнозирования ресурса электрохимических аккумуляторов по параметрам их текущего состояния основан на расчетном применении математической модели, полученной с использованием экспериментальных данных при ресурсных испытаниях аккумуляторов.

В качестве диагностической характеристики для определения остаточной емкости источника тока, и для прогнозирования последующей работоспособности аккумуляторов могут быть применены следующие характеристики: напряжение при разомкнутой цепи и под нагрузкой; сопротивление; емкость.

Оценить эффективность работы батарей при работе в составе СЭС РКТ можно путем анализа их емкостных характеристик. Поэтому основными прогнозируемым параметром является емкость аккумулятора в зависимости от различных параметров.

Экспериментальная сторона проблемы требует развития комплексной стендовой базы для определения параметров текущего состояния АК с дальнейшим их использованием для прогнозирования характеристик аккумуляторов.

По разработанному методу с использованием экспериментальных данных необходимо осуществить прогноз ресурсных характеристик БХ. Разрабатываемая математическая модель должна позволять прогнозировать значения основных параметров и характеристик аккумуляторов и батарей, через довольно длительные промежутки времени их работы.

УДК 536.282.04

К.А. Киреев, студент; В.А. Габринец, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: titikaka_86@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В КОСМОСЕ

Существуют многочисленные проекты получения электрической энергии в космосе, в том числе на околоземной орбите, или на некоторых телах, находящихся в космическом пространстве. В качестве энергетических установок в этих проектах используются фото-электрические преобразователи (проект Питера Глезера), ядерные или термоядерные электростанции.

В настоящей работе предлагается альтернативный подход к получению электрической энергии в космосе, то есть рассматривается возможность использования «солнечного колеса», которое будет вращаться от давления солнечного излучения. Давление солнечного света достаточно мало (на орбите Земли оно составляет порядка 0,000005 Н на квадратный метр зеркальной поверхности и на два порядка ниже на квадратный метр абсолютно черной поверхности) и уменьшается пропорционально квадрату расстояния от Солнца. Однако, используя большие поверхности облучаемые солнечным светом, можно получить достаточно большой крутящий момент. Частота вращения данной установки будет составлять 1 оборот в минуту, а линейная скорость на конце лопасти порядка 1-го километра в секунду. Использование нанотехнологий позволяет создать соответствующие конструктивные материалы. Размеры ЭУ будут зависеть от ее мощности. Так, для установки мощностью 10кВт. размер составляет 20 км. в диаметре. В работе предлагается конструкция установки, которая позволит получить максимальный вращательный момент. КПД такого колеса будет зависеть только от КПД электромагнитного генератора. По предварительным подсчетам КПД будет равен 0.9-0.92.

Электроэнергия с такой установки может передаваться на Землю с помощью микроволнового или лазерного излучения. Так же, полученная электроэнергия может быть применена в космическом пространстве.

УДК 629.13:621

К.С. Кіясова, студентка; А.Ю. Дреус, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: ekaterina.kiyas@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ПАЛИВНІЙ СИСТЕМІ РАКЕТНОГО ДВИГУНА МАЛОЇ ТЯГИ

На сучасному ринку космічної техніки з'являється попит на малі космічні апарати, можливості яких та їхня ціна роблять їх привабливими для вирішення комерційних задач різних крупних компаній і корпорацій. Використання даного класу космічних апаратів потребує двигунів з тягою 1 *Н* та менше.

Мініатюрізація двигунних установок накладає обмеження на їхні масу й габаритні розміри та зумовлює пошук нових конструкційних і технічних рішень. В якості двигунних установок для малих космічних апаратів можуть розглядатися двигуни на основі стаціонарного плазмового двигуна, що працює на ксеноні, двигуни на основі електротермокаталітичного гідразинового двигуна й на базі аміачних електронагрівних двигунів. В представленій роботі розглянуто паливну систему одного з варіантів ракетного плазмового міні двигуна.

У роботі представлено досліджений процес спалювання палива й подальшого його випаровування в паливній системі. У якості робочого тіла використовується гідразин – високоенергетичне та екологічно чисте паливо, що є дуже важливим, оскільки останнім часом підвищуються вимоги саме до екологічних показників ракетних палив.

Розглянуто експериментальні та теоретичні дослідження процесів тепломасопереносу при фазових перетвореннях у мікроканальних теплообмінниках, який є основою паливної системи двигуна, що розглядається. Запропоновано фізичну і математичну модель процесу подачі та згоряння палива. Виконано розрахунок з визначення загальної довжини теплообмінника, що необхідна для забезпечення нагріву та випаровування палива, яке подається в камеру згоряння.

УДК 621.036.7:536.8

Д.А. Колмакова, студент, А.И Осипов, к.н.т. доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет
им. академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
E-mail: kolmakova.daria@gmail.com

НЕЛИНЕЙНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ КОСМОСА

Целью работы явилось составление нелинейной функции, наиболее точно описывающей зависимость температуры в камере сгорания (T_k) от давления в камере (p) и коэффициента избытка окислителя (α).

Объектом исследования данной работы являются 2 углеводородных топлива: на основе метана $CH_4 + O_2$(газ), и на основе пропана $C_3H_8 + O_2$(газ).

Необходимой базой для расчёта свойств высокотемпературных смесей является информация о физико-химических константах и термодинамических свойствах индивидуальных веществ топлива и продуктов сгорания.

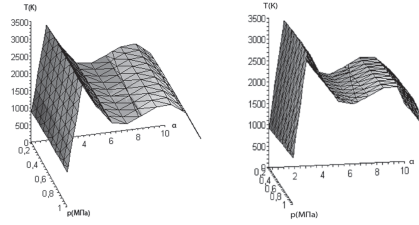
Получив множество различных нелинейных функций в программе Microsoft Office Excel с помощью пакета «Анализ данных», руководствуясь уровнем критерия Фишера, коэффициента Стьюдента, величины R^2 были отобраны функции, наиболее точно описывающие термодинамические процессы.

$$T = 159083{,}498 + 290{,}916\,p^{\frac{1}{3}} - 745{,}904\alpha^2 + 61961{,}509\alpha - 6133740{,}51\alpha^{0{,}45} + \\ + 9250641{,}372\alpha^{0{,}4} - 3334026{,}78\alpha^{0{,}3} \quad (1)$$

- для топлива $CH_4 + O_2$,

$$T = 153380{,}622 + 245{,}792\,p^{0{,}5} - 734{,}055\alpha^2 + 60552{,}953\alpha - 5956590{,}326\alpha^{0{,}45} + \\ + 8976502{,}05\alpha^{0{,}4} - 3229770{,}551\alpha^{0{,}3} \quad (2)$$

- для топлива $C_3H_8 + O_2$.



а б

Рис. 1. Графическое изображение зависимостей в программе Maple 9.5: (1) –а, (2) -б

Для проверки качества моделей были рассчитаны погрешности $\delta T = \frac{\Delta T}{T} \cdot 100\%$, которые показали, что уравнения (1) и (2) могут достаточно точно описывать термодинамические процессы, происходящие в камере сгорания двигателя, только в диапазонах p=0.1…1, α=0.1…0.8 или α=5…10, то есть на основных режимах работы ракетных и газотурбинных двигателей соответственно.

УДК 621.036.7:536.8
Д.А. Колмакова, студент, Е.Л. Лысов, студент, О.В. Батурин, к.т.н. доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет
им. академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
E-mail: kolmakova.daria@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В МГТД

При повышение кпд МГТД, как следствие увеличиваются режимы работы двигателя и очевидно, что будущее за высокотемпературными процессами. Поэтому особо ответственные и нагружаемые узлы, как РК турбины, радиально упорные и роликовые подшипники следует изготавливать из керамики.

Применение керамических материалов обусловлено следующими свойствами:

- Высокая температура плавления – более 1500° С
- Высокое значение твердости, прочность
- Высокий модуль упругость
- Высокая химическая устойчивость, жаропрочность, жаростойкость

Преимущества керамического ротора турбины следующие:

- значительно меньший вес (10% от массы металлического ротора);
- меньшая инерционность (ускоряется минимум в 2 раза быстрее, чем металлический);
- возможность уменьшения толщины стенок корпуса турбины и их массы;
- возможность модификации всего корпуса. Корпус уже не должен быть массивным, чтобы выдерживать удары отколовшихся частей ротора турбины;
- меньший коэффициент температурного расширения, чем у металлического ротора (при температуре 900°С линейное расширение не превышает 20% от расширения металлического ротора). Кроме того, он хуже поддается деформации. Поэтому расстояние между лопатками ротора турбины и стенкой ее корпуса может быть уменьшено, что делает турбину более эффективной.

Достоинства керамических подшипников:

- долгий срок службы благодаря высокой твердости
- работа без смазки
- малый вес в силу низкой плотности (выигрыш до 60 %), как следствие уменьшение центробежных сил
- высокая износостойкость.

Однако имеется ряд недостатков как у самой керамики (хрупкость материала, чувствительность к ударным нагрузкам, высокий коэффициент трения при работе без смазки, низкая теплопроводность, высокие требования к точности изготовления), так и у деталей: в настоящее время существуют проблемы при соединении металлической оси с керамическим ротором турбины. Сварка двух различных материалов представляет ряд трудностей. Для подшипников основные сложности это конструкции самих подшипников, высокие требования к точности.

УДК 533.9.01

А.А. Коровай, студентка
Национальный аэрокосмический университет им Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: anastasia1906@mail.ua

ГЕЛИКОНОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ПЛАЗМЫ В ПРИМЕНЕНИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Одним из важнейших вопросов организации плазменного технологического процесса является разработка источников плазмы, обладающих свойствами, оптимальными для данного технологического процесса. Анализ показывает, что наиболее перспективными для применения в промышленных технологиях являются индуктивные ВЧ источники плазмы.

В настоящее время известно несколько типов индуктивных источников плазмы. Очевидно, что развитие ионно-пучковых и плазменных технологий неизбежно приводит к повышению требований к возможностям и параметрам источников плазмы, дает новый толчок к переосмыслению концепций и усовершенствованию устройств. Такая работа может быть выполнена только на основе детального понимания физических процессов, происходящих в индуктивном ВЧ разряде при отсутствии и наличии внешнего магнитного поля.

Геликон (греч. helix, род. падеж. helikos — кольцо, спираль) — низкочастотная электромагнитная волна, которая возникает в некомпенсированной плазме, находящейся во внешнем постоянном магнитном поле. Существование электромагнитных возбуждений геликонного типа в плазме твердых тел было предсказано в 1960 году: в металлах — О.В. Константиновым и В.И. Перелем, в полупроводниках — П. Эгреном. Термин «геликон» был введен Эгреном и отражал круговой характер поляризации этой волны. Через год геликоны были экспериментально обнаружены в натрии. В том же году было установлено, что так называемые «свистящие атмосферики» (вистлеры) представляют собой геликонные волны, распространяющиеся в газовой плазме ионосферы Земли.

Среди множества индукционных источников плазмы низкого давления геликоновый источник известен своей способностью генерировать наиболее плотную плазму. На его основе были разработаны инструменты для разнообразных приложений, такие как плазмохимические реакторы для обработки материалов, газовые лазеры, космические движители большой и малой мощности, утилизаторы вредных отходов и др.

В настоящее время в Украине и за рубежом в качестве двигателей коррекции КА, и маршевых двигателей, разрабатываются, главным образом, ионные двигатели, и ускорители с замкнутым дрейфом электронов (УЗДЭ). В «геликонных» двигателях, разрабатываемых в США, вложение ВЧ мощности в плазму осуществляется за счет возбуждения бегущих геликонных волн. Это требует использования газоразрядных камер двигателей длиной, превышающих 1м, магнитных полей порядка 1 кГс и затрат ВЧ мощности на поддержание разряда не менее 1кВт. Новизна настоящего проекта состоит в организации условий, при которых, во-первых, в разряде формируются стоячие волны, а, во-вторых, наряду с геликонами возбуждаются волны Трайвелписа-Голда, которые поглощаются плазмой значительно лучше, чем геликоны.

УДК 629.7.036.621

Е.М. Краева, к.т.н., доцент
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева
E-mail:EM-Kraeva@yandex.ru

О ПУЛЬСАЦИЯХ ДАВЛЕНИЯ В ПОЛОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ ВЫСОКООБОРОТНЫХ ТУРБОМАШИН

Дальнейшее совершенствование турбонасосных агрегатов (ТНА) подачи рабочих тел жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) связано с решением проблем гидродинамической неустойчивости и структурными исследованиями нестационарности турбулентных течений в полостях вращения высокооборотных турбомашин [1]. Очевидно, что турбулентная неравномерность потока полуоткрытых рабочих колес приведет к появлению пульсационной составляющей давления в полостях между оребренным вращающимся рабочим колесом (РК) и стенкой корпуса насоса. При наличии расхода жидкости через полость вращения, пульсации давления, возникающие от вращения диска с лопатками, могут оказать существенное влияние на работу узлов и устройств, расположенных вблизи по валу турбомашины. Это влияние может привести к нарушению их работы, а следовательно, и всего агрегата в целом.

Экспериментальное исследование при измерении пульсаций давления на различных радиусах полости вращения $\Delta\overline{P} = 2\Delta P \big/ \rho u^2$ показали, что при $\overline{R}_2 = 0{,}4$ амплитуда относительных пульсаций давления достигает максимальной величины порядка $\Delta\overline{P} \approx 0{,}3$. При $\overline{R}_2 = 0{,}77$ значения $\Delta\overline{P}$ несколько превышает 10%. Такое явление можно объяснить переносом энергии пульсаций давления с больших радиусов на меньшие из-за наличия расхода жидкости через полость. Получены зависимости относительных пульсаций давления от объемного расхода жидкости через полость турбомашины, показывающие, что с увеличением расхода $\dot{V}$ пульсации $\Delta\overline{P}$ также увеличиваются.

Для оценки влияния осевых биений РК на амплитуду пульсаций давления было установлено РК на вал с большим перекосом при $a = 3$ мм, $\Delta a = 1{,}05$ мм. Из анализа осциллограмм, зафиксировавших результаты этого эксперимента необходимо отметить, что резонансные явления на этих осциллограммах проявляются более отчетливо, что позволяет предположить их связь, в основном, с осевыми биениями диска РК.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг ГК № П231 от 23.04.2010, Президента РФ № МК – 1115.2010.8.

1. **Дзюбенко Б.В.**, Краев В.М., Мякочин А.С. Закономерности и расчет нестационарных турбулентных течений и тепломассообмена в каналах энергетических установок. – М.: Изд-во МАИ – ПРИНТ, 2008. – 384 с.

УДК 629.7.036.7.001.2(082)

Е.М. Краева, канд.техн.наук, доц.; М.В. Краев, д-р.техн.наук., проф.
Сибирский государственный аэрокосмический
университет имени академика М.Ф. Решетнева
E-mail:EM-Kraeva@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ УСКОРЕННОГО ГАЗОВОГО ПОТОКА В КАНАЛЕ ЭЛЕКТРОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Расширение сферы применения электроракетных двигательных установок (ЭРДУ) и повышения их энергетических характеристик требует дальнейшего развития способов ускорения газового потока в канале ЭРДУ, что связано с развитием программ по полетам к планетам солнечной системы [1].

Рассматриваются вопросы повышения устойчивости плазмы к развитию перегревной неустойчивости при многократном увеличении расхода рабочего тела, что позволит пропорционально поднять тягу ЭРД.

Поставленная задача решается тем, что предлагается способ ускорения потока рабочего тела в канале ракетного двигателя, включающий предварительный газодинамический разгон потока и использование электрического разряда, поддерживаемого внешним источником постоянного напряжения, который осуществляет ионизацию рабочего тела и его электродинамический разгон. При этом ионизация и электродинамический разгон осуществляются от независимых внешних источников электродвижущей силы (ЭДС), а ионизацию создают периодическими сильноточными разрядными импульсами от источника ЭДС, формирующими в потоке рабочего тела сгустки равновесной плазмы с температурой, превышающей 10^4 К. Далее в канале с внешним магнитным полем при взаимодействии плазмы с магнитным полем формируют токовые слои (Т-слои), поддерживая их постоянными источниками ЭДС, создавая, в Т-слоях ускоряющую электродинамическую силу [2].

Численное моделирование процесса ускорения слоистого газопламенного течения рабочего тела (ксенона), реализующего способ [2], показало, что может быть достигнут режим со следующими параметрами эффективности двигателя тягой 1400 Н: средняя скорость потока на выходе из двигателя 20 км/с; длина канала МГД-ускорителя 1 м; массовый расход рабочего тела 70 г/с; оптимальное магнитное поле 10 Т; максимальная напряженность электрического поля 2 кВт/см; потребляемая электрическая мощность 14 мВт.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. ГК № П231 от 23.04.2010 и АВЦП РНП ВШ № 2.1.2/802.

1. **Славин В.С.** Космическая транспортная система на основе МГД-генератора замкнутого цикла и ускорителя газопламенного потока / В. С. Славин, В. В. Данилов, М. В. Краев // Перспективы МГД и плазменных технологий в аэрокосмических приложениях: сб. трудов. М.: И ВТ РАН, 1999.С. 32-36.
2. Пат. РФ № 2162958. Способ ускорения потока рабочего тела в канале ракетного двигателя / В. С. Славин, В.В. Данилов, М.В. Краев. Б.И. 2001. №4.

УДК 629.13:621

І.С. Лазаренко, студент; А.Ю. Дреус, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: innalazar@ukr.net

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ ПОДАЧІ УНІТАРНОГО РАКЕТНОГО ПАЛИВА

Використання пастоподібного ракетного палива (ПП) замість традиційних (рідких та сумішевих твердих палив) є одним із шляхів підвищення характеристик деяких класів ракетних двигунів. В цьому напрямку останнім часом проводяться інтенсивні дослідження як зарубіжними так й вітчизняними розробниками. Двигун на пастоподібному паливі по суті є вдосконаленим двигуном твердого палива з можливістю глибокого регулювання і багаторазового запуску, при збереженні більшості переваг останнього. У цьому двигуні в якості пального використовується паливна паста, компоненти якої ретельно перемішуються в заводських умовах під час виготовлення.

Відповідно до конструкції, що пропонується (див. А.Ю. Дреус. Нестационарный тепловой режим ракетного двигателя на пастообразном топливе // Прикладні проблеми аерогідромеханіки та тепломасопереносу: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Дніпропетровськ, ДНУ 2010, С.141–142), паста, яка знаходиться у паливному баці, надходить до камери згорання через крізь фільєрний блок, після чого запалюється та згоряє. Однією з проблем, що виникають під час створення такого роду двигуна на ПП, є неузгодженість швидкості подачі палива в камеру згоряння, та швидкості горіння. Як наслідок можливе неповне згоряння пастоподібного палива, що призведе до аварійної ситуації. Вирішення даної проблеми можливо на основі вивчення перебігу теплових процесів в камері згоряння, та удосконалення конструкції за рахунок організації більш ефективного процесу горіння. Експериментальні дослідження з метою пошуку ефективних технічних рішень сполучені зі значними матеріальними витратами. Таким чином, задачі з розробки та реалізації математичних моделей теплофізичних процесів в елементах конструкції двигунів на пастоподібному паливі представляються актуальними.

В представленій роботі запропоновано математичну модель процесів теплопереносу у шарі пасти, що межує безпосередньо з фільєрним блоком, та в елементі конструкції самого блоку. Модель базується на рівнянні теплопровідності з використанням складних граничних умов, та з розрахунковою областю складної геометрії. Нагрів конструкції обумовлений конвективним та радіаційним теплообміном з продуктами горіння. Для реалізації використано чисельні методи. Результати розрахунку представлені у вигляді температурних полів у пасті та в матеріалі фільєрного блоку. Одержані дані дозволяють проаналізувати тепловий стан системи, що розглядається, вивчити можливість підвищення ефективності горіння за рахунок введення в конструкцію теплопровідних елементів, та, таким чином, попереднього прогріву шару палива, що межує з камерою згоряння.

УДК 537.528

О.А. Недыбалюк, аспирант;
В.Я. Черняк, д.ф.-м.н., профессор; С.В. Ольшевский, к.ф.-м.н., с.н.с.
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
E-mail: oanedybaliuk@gmail.com

РЕФОРМИРОВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПЛАЗМЕННО-ЖИДКОСТНОЙ СИСТЕМЕ С ОБРАТНО ВИХРЕВЫМ ПОТОКОМ ТИПА «ТОРНАДО»

Сегодня, водород рассматривается как наиболее перспективным источником энергии будущего, который может быть, возобновляем, экологически чистым и безопасным для окружающей среды [1]. Среди существующих технологий произведения водорода (H_2), включая паровой реформинг и частичное окисление гидрокарбонатов [2], хорошей альтернативой может быть реформирование биотоплив и этанола (этиловый спирт C_2H_5OH) при помощи низкотемпературной плазмы [3]. Существует много разных электро-разрядных технологий конверсии этанола при помощи плазмы в содержащий водород газ.

Наиболее эффективной системой для данной задачи есть динамическая плазменно-жидкостная система которая использует разряд постоянного тока в возвратно вихревом потоке газа [4] типа «торнадо» с «жидким» электродом [5].

Идея состоит в том, чтобы небольшую часть раствора спирта реформировать с помощью плазмы в богатый водородом газ – синтез газ. Далее, синтез газ добавить к остальному раствору, увеличивая эффективность его сгорания.

Проводились исследования синтез газа при помощи масс-спектрометрии и газовой хроматографии при разных режимах. Поток воздуха рассчитывался так, чтобы удовлетворять реакции (1):

$$C_2H_5OH + 1/2O_2 \rightarrow 3H_2 + 2CO + 13{,}89 \text{ кДж/моль} \quad (1)$$

Результаты газовой хроматографии для водного раствора этанола ($C_2H_5OH/H_2O = 1/8$) показали, что газ на выходе системы составляет смесь синтез газа (H_2 – 28%, CO – 17,5%) и азота (N_2 – 55%), также присутствует двуокись углерода (CO_2 – 4,5%).

При наилучшем режиме работы для раствора спирта ($C_2H_5OH/H_2O = 1/8$) скорость наработки синтез газа достигала 0,2 м^3/час.

1. 18th World Hydrogen Energy Conf., 17-19 May, 2010, http://www.whec2010.com
2. **M. Ni**, D. Y. C. Leung, and M. K. H. Leung, Int. J. Hydrogen Energy, vol. 32, №15, 3238, (2007).
3. **M. Deminsky**, V. Jivotov, B. Potapkin, and V. Rusanov, Pure Appl. Chem., vol.74, №3, 413, (2002).
4. **Kalra C.S.**, Kossitsyn M., Gutsol A. El. Proc. Of 16th Int. Symp. on Plasma Chem., ISPC-565.pdf (2003).
5. **Chernyak V.**, Olszewskii S., Nedybalyuk O., Sydoruk S., Yukhymenko V., Prysiazhnevych I., Shchedrin A., Levko D., Naumov V., Demchina V., Kudryavzev V., Proc. 10th Intern. Conf. on Combustion and Energy Utilization, 3-8 May 2010, 295.

УДК 537.523.5, 536.462

О.А. Недыбалюк, аспирант[1]; В.Я. Черняк, д.ф.-м.н., профессор[1],
С.В. Ольшевский, к.ф.-м.н., с.н.с.[1], О.Ю. Актан, к.ф.-м.н., н.с.[1],
С.Г. Орловская, к.ф.-м.н., доцент[2]
[1]Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
[2]Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова
E-mail: oanedybaliuk@gmail.com

ПАРАФИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ПЛАЗМЕННОЙ АКТИВАЦИЕЙ ГОРЕНИЯ

Парафины и циклопарафины есть основными компонентами многих групп топлив нефтяного происхождения и синтетических. Сегодня сами по себе парафины и их смеси рассматриваются как перспективные альтернативные топлива, что связано с их высокой калорийностью и химической инертностью [1]. Высокая калорийность парафинов обусловлена тем, что они относятся к углеродам с простыми связями C_nH_{2n}, в которых наибольшее соотношение водорода к углероду H/C. Но для сжигания парафинов, в связи с их химической инертностью, необходима дополнительная активация горения. Как известно, наиболее эффективным способом активации процессов сжигания является плазменное стимулирование горения. Но для парафиновых топлив данный подход практически не исследован.

Разработан лабораторный образец парафинового двигателя с плазменной активацией горения, на котором проведены исследования процессов сжигания смесей парафинов с помощью плазмы поперечной дуги [2]. В качестве модельной смеси парафинов использовано стеарин.

Исследовано режимы сгорания парафинов с камерой сгорания и без нее. Измерены вольтамперные характеристики разряда в диапазоне токов 200 ÷ 400 мА и потоках воздуха 55 ÷ 275 $см^3/с$. Исследованы эмиссионные спектры плазменного факела и пламени в диапазоне длин волн 200 ÷ 1000 нм. Из эмиссионных спектров определена температура пламени T = 2500 K. Также исследованы некоторые особенности фазовых переходов в парафинах. Измерены модули смещения докозана $C_{22}H_{46}$ и октодекана $C_{18}H_{38}$ в процессе плавления. Исследовано процесс стимулированного плазмой горения чистых парафинов (докозан и октодекан). При проведении исследований соотношение энергии, что тратится на поддержку плазмы к энергии, которая выделяется при полном сгорании парафинов, составляло ~ 1/100.

1. **Dornheim M.A.** Ideal hybrid fuel is wax // Aviation week and space technology. – 2003. – 3. – P. 52-54.
2. **Недыбалюк О.А.**, Черняк В.Я., Ольшевский С.В. и др.. Сжигание парафина при помощи плазмы // Энергоэффективность-2010, 19-20 October 2010, Kyiv, Ukraine: abstracts. – Kyiv. – 2010 – P. 188-190.

УДК 39.6

А.А. Овчарук, студент; Г.К. Волков, зав.відділом; Л.П. Полякова, с.н.с.
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕРДУ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ МІКРОСУПУТНИКІВ

Сучасною тенденцією освоєння космічного простору є використання мікросупутників. При їх створюванні, як і при розробці будь яких космічних апаратів, виникає питання (задача) вибору виконавчих органів для систем орієнтації та стабілізації. На даний час існує великий вибір різних виконавчих органів для досягнення цих цілей.

Оскільки проектування це прийняття рішень вибору оптимального варіанту із багатьох альтернатив, то з урахуванням постійного розвитку техніки, необхідно розглянути різні можливості.

Тому метою докладу є визначення доцільності застосування електроракетних двигунних установок (ЕРДУ) для стабілізації та орієнтації мікросупутників.

Критеріями оцінки доцільності застосування ЕРДУ приймалися:

– можливість створювання керуючих зусиль необхідного рівня стосовно до існуючих електроракетних двигунів;

– необхідний запас характеристичної швидкості та потужності електрогенеруючої системи (у даному випадку – сонячної електроустановки);

– очікувана вага корисного навантаження.

Отримані оцінки дозволяють зробити висновок, що ЕРДУ можна рекомендувати до застосування на мікросупутниках в якості виконавчого органу системи орієнтації та стабілізації апарату.

УДК 621.311.21.001.4

Д.А. Оранская, магистрант. Руководитель, А.И. Яковлев, д.т.н., профессор.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: oranskaya.darya@yandex.ru

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ АВТОНОМНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Наиболее перспективными направлениями в малой энергетике для коммерческого использования в ближайшие годы можно считать: автономизацию, когенерацию, использование возобновляемых источников энергии и использование водородных технологий.

В автономных системах энергоснабжения нетрадиционные возобновляемые источники энергии могут обеспечить не только экологический, но и экономический эффект, т. е. оказаться конкурентоспособными с энергоисточниками на органическом топливе

В настоящее время наиболее быстро развивающейся технологией использования возобновляемых энергоресурсов в автономных системах является ветроэнергетика, поскольку она может обеспечить не только экологический, но и экономический эффект.

Повышению энергетической эффективности ветроэнергетические установки способствует аэродинамическое совершенствование лопастей. Оптимальное профилирование лопасти, значительно уменьшают сопротивление ветроколеса воздушному потоку и увеличивают коэффициент использования энергии ветра.

Надежность работы ветроэнергетических установок с горизонтальной осью вращения можно значительно увеличить с помощью нового технического решения на устройство ветродвигателя, которое обеспечивает его опрокидывание вместе с лопастями назад при критических скоростях ветра.

Улучшить технико-экономические параметры автономных когенерационных энергоустановок позволяет использование в качестве источника тепловой и электрической энергии – паровую радиальную турбину Юнгстрема, работающую на биотопливе (пеллетах). Рассмотрены две основные конфигурации этих высокоэффективных автономных энергоустановок. Первая, – может быть создана только на основе турбогенератора Юнгстрема, а вторая, – на базе совместного применения этой турбины и ветроэнергетические установки.

Существенно повысить технико-экономические и эксплутационные показатели автономных ветроэнергетические установки можно при использовании водорода, как долгосрочного аккумулятора энергии, промежуточного энергоносителя и топлива. В данной энергосистеме водород получается с помощью электролизера, который работает на основе «избыточной» электроэнергии, выработанной ветроэнергетической установкой непосредственно в месте потребления. Что способствует удешевлению процесса производства водорода и избавляет от необходимости транспортировки топлива.

УДК 536.282.61

И.А. Паршина, студент; В.А. Габринец, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: parshinaira2008@rambler.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЦА

Для того чтобы получить достоверны данные о физических характеристиках Солнца необходимо максимально приблизится к его поверхности. При этом резко возрастает величина тепловых потоков, действующих на поверхность космического аппарата (КА), что приводит к повышению температуры на его поверхности. Увеличение температуры свыше 225°С приводит к выводу из строя радиоэлектронной аппаратуры.

Подобные проблемы должны быть решены в проекте научной экспедиции «Интергелиозонд», предназначенной для изучения Солнца и околосолнечной среды с близких расстояний. Проект должен быть реализован в 2014 году.

Основной проблемой такого проекта является обеспечение надежного температурного режима, при котором обеспечивается эффективность программы наблюдений Солнца со сверхмалых расстояний и непосредственных измерений физических параметров околосолнечной среды.

В настоящей работе предлагается система охлаждения космического аппарата, способного приблизится к Солнцу на расстояние 40 млн. км, при этом температура внутри отсеков не будет превышать 225°С.

Аппарат выполнен в виде шара, одна сторона которого имеет максимальный коэффициент отражения (окись хрома), а обратная максимальную излучательную способность со степенью черноты $\varepsilon=1$. Внутри КА находится вентилятор, который переносит тепло из горячей полости в холодную. Предполагалось, что температура внутри КА не должна превышать 225°С. При этом энергия солнечного излучения воспринимается половиной поверхности КА в виде шара, а излучается всей поверхностью.

Расчеты показали, что для обеспечения приемлемого температурного режима при заданных характеристиках излучаемых и поглощаемых поверхностей КА не можем приблизиться к Солнцу ближе, чем на 40 млн. км, $I_0=25490$ Вт/м^2.

Данный проект позволяет реализовать необходимость максимального приближения к Солнцу, для эффективного исследования солнечной активности, солнечного цикла и других параметров. Это позволит обеспечить безопасность околоземного космического пространства и Земли в целом.

УДК 621.472

В.Н. Погрібна, студент; Л.І.Книш, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім.Олеся Гончара
E-mail: vicmalaya@ya.ru

РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ

Перспективним напрямом розвитку сонячної фотоенергетики є впровадження фотоелектричних перетворювачів (ФЕПів) з арсеніду галію (GaAs). Ці сонячні елементи відносяться до гетероструктурних, що мають більш високий теоретичний ККД, ніж кремнієві і германієві, з яких, як правило, і виготовляють сучасні ФЕПи. Коефіцієнт корисної дії (ККД) сонячних арсенід-галієвих батарей доходить до 35-40%. Принципово досить мати товщину ФЕП 5-6 мкм для здобуття ККД порядку не менше 20%, тоді як товщина кремнієвих елементів не може бути менше ніж 5-6 мкм без помітного зниження їх ККД.

Завдяки стійкості до високих температур галієві ФЕП дозволяють застосовувати до них концентратори сонячного випромінювання. Енергетичні, масові і експлуатаційні характеристики ФЕП на основі арсенід-галію більшою мірою відповідають вимогам сонячних електростанцій та космічних сонячних енергоустановок, для яких важлива мала вага, розмір ФЕП і високий ККД, ніж характеристики кремнієвих ФЕП.

Дослідження проводилось для визначення температурних показників елемента сонячної батареї з перетворювачами з GaAs, що розташований в фокусі параболоціліндричного концентратора. Математично задача зводилась до розв'язання нестаціонарного рівняння теплопровідності з нелінійними граничними умовами, які були обумовлені нерівномірністю розподілу концентрованого потоку випромінювання, що йде від концентратора. Задача була розв'язана чисельним кінцево-різницевим методом, при цьому характер розподілу потоку сонячної енергії, що йде від концентратора, було визначено за даними натурного експерименту, описаного в літературі.

У ході чисельного експерименту було визначено якісний характер розподілу теплових потоків в фокусній площині концентратора, що дає змогу визначити найбільш раціональні геометричні показники елементу з ФЕПами. Завдяки тому, що довжина елементу значно перевищує товщину, вплив нерівномірності розподілу теплових потоків на температурні характеристики незначний і його можна не враховувати. Можливо, що при іншій геометрії (наприклад, трубчатий теплоприймач, в якому рухається теплоносій) врахування нерівномірності важливе і суттєво впливає на результат. Було також встановлено час так званого розігріву установки , після якого температура ФЕП майже не змінюється.

Отримані дані дають можливість вибрати основні конструктивні рішення для даної системи, проаналізувати необхідність її охолодження, визначити вид цього охолодження.

УДК 621.451.2.043.454

С.В. Подольский, инженер-конструктор 1 кат.;
Р.Ф. Максимчук, начальник группы;
С.А. Дешевых, начальник сектора;
Л.Ф. Ивченко, начальник отдела.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОНОМНЫХ ТУРБИН ЖРД

При использовании схемы ЖРД без дожигания генераторного газа (автономная турбина), возникает необходимость оптимизации параметров, направленных на уменьшение расхода газа через турбину, что позволяет снизить затраты топлива на получение газа, выбрасываемого после турбины в окружающую среду и в конечном итоге повысить удельную тягу двигателя.

Повышение экономичности турбины позволяет получить необходимую её мощность при снижении расхода газа через турбину. Основным параметром, характеризующим экономичность автономных турбин, является удельная мощность – мощность, полученная с единицы расхода газа. При этом выбранные параметры турбины должны удовлетворять условиям прочности применяемых конструкционных материалов, обеспечивая тем самым высокую надежность.

В докладе приведен анализ путей повышения удельной мощности автономной турбины и их реализация на примере турбины двигателя РД861К, разработанного в ГП «КБ «Южное».

УДК 629.7.023.224

О.В. Помин; В.Н. Льняной, канд.техн.наук.; И.Б. Бескровный; Ю.А. Лях
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ОПТИМИЗАЦИЯ ТОЛЩИНЫ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ КОРПУСОВ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Одной из важных задач этапа наземной отработки ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ) является подтверждение оптимальности расчетных толщин внутреннего теплозащитного покрытия (ТЗП) по результатам проведения стендовых испытаний (СИ) двигательной установки (ДУ).

ТЗП корпуса является важным элементом конструкции, составляющим до 20% от общего веса пустого корпуса, поэтому оптимизация толщин теплозащитных покрытий позволяет повысить параметры конструктивного совершенства элементов РДТТ – массового ДУ в целом и энергетического совершенства корпусов.

Усовершенствование существующей расчетно-методической базы, обеспечивающей достаточную точность определения оптимальных толщин на этапе проектирования, возможно лишь на базе достоверных данных о фактических величинах деструкции, полученных после СИ по результатам дефектации состояния ТЗП корпуса.

Работоспособность ТЗП анализируется по результатам измерения фактических толщин покрытия до и после проведения СИ. При этом определяют как изменение их абсолютных толщин, так и толщин их характерных слоев (деструктированного и сохранившегося в исходном состоянии слоя ТЗП).

Достоверность определяемых параметров толщин при дефектации матчасти после СИ существенно зависит от эффективности средств «фиксации» ее состояния на момент окончания работы ДУ.

Из известных методов такой «фиксации» наиболее перспективным является активное воздействие на процесс охлаждения камеры сгорания путем тушения ТЗП сразу после окончания работы ДУ.

В процессе разработки опытного изделия на базе разработанных методологических основ разработана и изготовлена установка тушения ТЗП с помощью водных растворов и жидкого азота. Экспериментальным путем были определены теплофизические характеристики намеченных к применению огнетушащих веществ (ОТВ) (удельная теплоемкость, удельное теплопоглощение за счет физико-химических превращений, коэффициент теплопроводности), что дало возможность на базе уравнений теплового баланса выполнить расчет количества огнетушащих веществ.

В результате определены наиболее эффективные ОТВ для получения наиболее достоверных показателей определяемых толщин ТЗП.

УДК 629.7.023.224

Ю.С. Прокофьев, Ю.П. Сирик, Ю.А. Лях, В.Г. Королев.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail:info@yuzhnoye.com

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛО– И ВЛАГОПЕРЕНОСА В МНОГОСЛОЙНЫХ ОБОЛОЧКАХ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Одним из основных требований, предъявляемых к корпусам ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ) на основе композиционных материалов, является обеспечение необходимых влагозащитных свойств, исключающих проникновение атмосферной влаги через стенку корпуса в течение гарантийного срока хранения и эксплуатации. Это связано главным образом с недопустимостью изменения свойств, прилегающих к корпусу слоев наполнителя, а также влиянием поглощенной влаги на физико-механичекие характеристики заряда и материалов многослойной силовой оболочки корпуса (СОК).

Исходя из условий обеспечения работоспособности наполненного корпуса двигателя для исключения влияния влагообменных процессов на напряженно-деформированное состояние (НДС) заряда и на прочность скрепления его с корпусом, устанавливаются требования к величине допустимого количества влаги, накопленной на границе заряд – защитно-крепящий слой (ЗКС) в течение срока службы корпуса. В соответствии с этим актуальной становится задача оценки влагосодержания в многослойной оболочке корпуса РДТТ, эксплуатируемого при переменных температурно-влажностных условиях окружающей среды.

Разработанная в ГП «КБ «Южное» на основе нелинейных уравнений переноса тепла и влаги расчетно-экспериментальная методика позволяет определить профили температуры и влагосодержания в конструкции СОК, и по результатам расчетов величин указанных параметров, принять конструктивные меры по исключению влагообменных процессов между корпусом и окружающей средой в течение всего периода его эксплуатации Величина погрешности определения влагосодержания и температуры в многослойной оболочке при этом зависит от точности экспериментальных методов определения характеристик влагопереноса материалов и от методов обработки данных экспериментов.

В настоящем докладе представлены математическая модель для оценки влагосодержания в многослойной цилиндрической оболочке при переменных температурно-влажностных условиях окружающей среды в течение заданного времени их воздействия, а также результаты решения задачи по повышению точности определения параметров влагопереноса и прогнозирования влагосодержания и температуры в материалах двухслойной оболочки корпуса (органопластик, резина) на основе использования нелинейных уравнений тепло– и массопереноса. Для постоянных и переменных по времени значений температуры и влажности окружающей среды представлены результаты сравнительного анализа расчетных и экспериментальных значений влагосодержания в двухслойной оболочке и даны рекомендации к повышению точности прогнозирования величины указанного параметра.

УДК 629.7.064.5

В.С. Рева, инженер, К.Н. Земляной, нач. сектора, С.А. Кавун, инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

На данном этапе развития космической отрасли система электроснабжения (СЭС) является приоритетной системой, без которой невозможно функционирование других систем, задействованных на космическом ракетном комплексе (КРК) при подготовке и пуске ракет-носителей. В связи с этим СЭС должна быть надежной, а также конструктивно «гибкой», чтобы обеспечить выполнение циклограммы подготовки к пуску, учитывая при этом широкий диапазон неравномерности нагрузок потребителей.

Система электроснабжения должна обеспечивать технологическое (ТО) оборудование и технические системы (ТС) космического ракетного комплекса заданными напряжением и частотой, отклонения от нормы при этом должны находиться в допустимых пределах. Также при наличии потребителей категории IA на эти потребители должно подаваться питание без разрыва кривой напряжения.

К эксплуатационным требованиям, которые предъявляются к СЭС, относятся: легкость в управлении, взаимозаменяемость составных частей СЭС, требования к электромагнитной совместимости, стойкость к внешним воздействиям, эргономичность и техническая эстетика, удобство технического обслуживания и ремонта, транспортабельности, безопасности, стандартизации и унификации.

Построение комплекса математических моделей, в которых зависимость эксплуатационных характеристик является функцией от указанных критериев, позволяет путем изменений этих характеристик оптимизировать эксплуатационные характеристики СЭС. При этом в некоторых случаях наряду с указанными техническими критериями дополнительно вводится экономический критерий, позволяющий в полном объеме провести оценку СЭС.

Предложенная структура исследования указывает на целесообразность функционального разделения требований к СЭС путем разбиения на группы, близкие по значению и характеристикам, а также на определение оптимальных эксплуатационных характеристик системы электроснабжения космического ракетного комплекса и позволяет провести расчет при известных конечных значениях путем построения системы уравнений.

Конечным результатом, подтверждающим правильность выбора, работы и обслуживания СЭС, является технико-экономическое обоснование СЭС.

УДК 621.45.018.2

В.В. Рогулин, нач. сектора; В.Г. Гергель, нач. группы;
В.Г. Мамонтов, нач. группы; В.В. Оглих, канд.техн.наук
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ МАЛОГАБАРИТНЫХ РДТТ ИМПУЛЬСНОГО ТИПА

Рассматривается метод определения времени работы малогабаритных ракетных двигателей на твердом топливе (РДТТ) импульсного типа.

Время работы является одной из основных внутрибаллистических характеристик импульсных РДТТ.

Определение временных характеристик работы (время выхода на режим, работы на установившемся режиме, окончания работы) импульсных РДТТ в большинстве случаев выполняют по кривой давления.

В отдельных случаях, при отсутствии возможности измерять давление, что обусловлено конструктивными особенностями двигателей, временные характеристики определяются по кривой тяги.

Обработка измеренных параметров (давления, тяги) РДТТ, проводимая на ПК с использованием современного программного обеспечения, позволяет полностью автоматизировать процесс определения времени окончания работы.

При определении времени работы двигателя по кривой давления за окончание работы принимается некоторый уровень на участке спада давления.

В случае определения времени работы двигателя по кривой тяги выполняют построение касательной линии (графический способ) к участку спада тяги и определяют точку пересечения этой касательной с осью абсцисс.

Таким образом, определение времени работы двигателя по его измеренным параметрам (кривой давления и тяги) может давать различные значения.

В рассматриваемом методе определения временных характеристик работы малогабаритных РДТТ импульсного типа критерием оценки окончания работы предлагается рассматривать скорость изменения основных параметров двигателя (давления, тяги). При анализе скорости изменения параметров выполняется поиск точек перегиба (экстремумов) на участке спада, характерных как для кривой давления, так и для кривой тяги.

Статистическая обработка результатов экспериментальных данных показала достаточно высокую сходимость значений времени работы двигателей, определяемых методом нахождения экстремумов по параметру давления и по параметру тяги.

Практический интерес предложенного метода заключается в повышении точности определения времени окончания работы двигателя по измеренным его параметрам – давлении и тяги.

УДК 621.387

Ш. Рошанпур, аспирант; А.В. Лоян, к.т.н., доцент; А.И. Цаглов, студент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-Mail: sh.roshan2002@gmail.com

ГЕЛИКОНОВЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ РАБОТЫ НА АГРЕССИВНЫХ РАБОЧИХ ТЕЛАХ

В настоящие время электроракетные двигатели (ЭРД) широко используется для коррекции орбиты космических аппаратов (КА). Как правило, для этих целей применяются холловские или плазменно-ионные двигатели на ксеноне. Однако стоимость ксенона в настоящее время достаточно высока. Для снижении массы и стоимости КА предложено использовать остаточную атмосферу межпланетного или околопланетного пространства.

Реализация этой схемы требует разработки катодов, работающих на «собираемых» рабочих телах. С учетом разнообразия состава атмосфер планет разработка «всеядного» катода является актуальной и потребной в ближайшем будущем задачей.

Широко используемые схемы полых катодов, активированных специальными веществами для снижения работы выхода при работе на инертных газах, могут оказаться уязвимыми при работе на агрессивных внешних средах – кислород земной атмосферы, метан и аммиак атмосферы Венеры и т.п. Проблема решается при использовании в качестве источника электронов высокочастотного разряда, индуцированного переменным во времени магнитным полем.

Представлена схема геликонового источника электронов, включающая индуктор, питаемый синусоидальным напряжением, внешнюю катушку, питаемую постоянным напряжением, и разрядный контур, в котором роль катода играет одна из торцевых поверхностей катода при внешнем расположении анода – имитатора ионной струи двигателя.

В ходе проведенных экспериментов при работе на аргоне и азоте в зависимости от расхода и частоты на индукторе обнаружены следующие типичные режимы работы источника:

- слабоинтенсивный режим работы с однотипным влиянием внешнего магнитного поля, при увеличении которого наблюдалось равномерное увеличение интенсивности свечения разряда с появлением хорошо заметной выходной струи и увеличением величины электронного тока;
- «яркий» режим (только при работе на аргоне), при котором с нарастанием магнитного поля наблюдалось первоначальное увеличение интенсивности свечения с последующим его уменьшением.

Вариации внешнего магнитного поля позволили выявить оптимальные его значения с наибольшими величинами толщины скин-слоя, электронного тока и энергетического КПД источника.

Проведенные эксперименты показали работоспособность предложенной схемы источника электронов и перспективность дальнейших теоретических и экспериментальных работ в этом направлении.

УДК 629.735.33

В.Ю. Силевич, аспирант; С.Н. Ларьков, к.т.н.;
И.П. Бойчук, ассистент, А.С. Карташев, к.т.н.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: bob4ik84@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛИКА ЛА С ПУВРД И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОЛЕБАНИЯ ЛЕПЕСТКА КЛАПАНА

С целью получения характеристик колебательного процесса узла механического клапана пульсирующего воздушно-реактивного двигателя (ПуВРД) в процессе огневых испытаний опытного образца производилась регистрация параметров тяги и расхода горючего. Исходя из расшифрованных экспериментальных данных, были построены гистограммы максимальной и минимальной тяги, а также их кривые нормального распределения. На основании серии экспериментов была получена зависимость максимальной тяги от толщины клапана, значения максимальной тяги и минимального удельного расхода для различных конфигураций камеры сгорания.

Полученные путем статистической обработки данные служат основой для определения основных характеристик беспилотного аппарата (БЛА). Для заданных скорости полёта и условной дальности составлены ТТХ схемы «утка».

Результаты натурного эксперимента далее использовались для верификации модели сложного колебательного движения механического клапана ПуВРД. За основу была взята известная модель малых колебаний упругой пластины с отображением прогиба в следующем виде:

$$w = \sum_{m}^{\infty} \sum_{n}^{\infty} W_{mn} \cdot X_m(x) \cdot Y_n(y) \,,$$

где W_{mn} – коэффициенты, подлежащие определению, X_m, Y_n – заданные базисные функции, представляющие собой линейные комбинации полиномов Лежандра, удовлетворяющие главным граничным условиям задачи.

Уточненное описание колебательного движения клапана способствует углубленному пониманию характера рабочих процессов пульсирующих воздушно-реактивных двигателей в пределах, необходимых для решения проектного комплекса задач газообмена, что позволяет исключить наиболее затратные стадии опытной доводки.

УДК 62-551.3

А.Ф. Синяков, инженер; В.Н. Илюхин, к.т.н., доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
E-mail: blues87@yandex.ru

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОТОКА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В последнее время в аэрокосмической промышленности и в общем машиностроении все чаще находят применение цифровые системы. Однако, активное внедрение систем регулирования рабочего тела (жидкости или газа) на основе методов дискретного управления сдерживается недостаточным опытом создания таких систем, отсутствием методик расчета, проектирования и экспериментальных данных.

Целью работы является обобщение и анализ данных о различных способах дискретного регулирования рабочего тела, внедрении их в различные сферы деятельности.

В результате обзора открытых источников проведен анализ систем дискретного регулирования, в котором были выявлены их достоинства и недостатки. К достоинствам можно отнести простоту и надежность дискретных клапанов, модульность конструкции, низкая чувствительность к загрязнениям, относительная невысокая стоимость и хорошая ремонтопригодность. Недостатками являются пульсации давления и расхода обусловленные принципом работы дискретной техники, зависимость габаритов от числа клапанов. Для повышения точности необходимо увеличение числа клапанов.

Рассмотрены примеры применения цифровых регуляторов на базе дискретных клапанов в автомобилестроении, авиации, ракетостроении, нефтегазовой промышленности и искусстве.

Развития методологии построения систем дискретного регулирования позволит расширить области их применения.

УДК 629.78.064.52

О.О. Сіреніна, студентка; В.О. Габрінець, д.т.н., професор
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Sirenka_ftf@email.ua

РОЗРОБКА ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ЕЛЕКТРОНАГРІВНОГО ДВИГУНА ЗІ СПІРАЛЬНИМ АГРІВАЧЕМ

Технічний рівень і надійність ракетно-космічних систем в багатьох випадках визначається характеристиками енергодвигунних установок. Після виводу космічного апарату на орбіту Землі, для керування їм достатньо двигунів малої тяги з посиленням, яка вимірюється міліграмами, грамами, в крайньому випадку одиницями кілограмів.

Електронагрівні ракетні двигуни, займаючи по питомому імпульсу проміжне положення між термохімічними та плазмовими ракетними двигунами, знаходять широке застосування як двигуни орієнтації, стабілізації та корекції траєкторій літальних апаратів. В цих двигунах використовується газодинамічне прискорення робочого тіла в надзвуковому соплі. Нагрів газоподібного робочого тіла виконується за допомогою електричного току.

За способом підводу тепла до робочого тіла ЕНД можна розділити на два види – з прямим та непрямим нагрівом.

Головною проблемою ЕНД є досягнення високої температури нагріву нагрівача, який безпосередньо розігріває робоче тіло до повного його розкладання, при малих габаритах двигунної установки.

У проведеній науково-дослідній роботі розглянуті три конструктивні схеми електричного нагрівача та проведені розрахунки їх загальних параметрів. Ці параметри наведені у таблиці 1:

Таблиця 1

	Спіральний	Трубчатий	Карбидокремнієвий
$P_{вх}$	$2{,}414 \cdot 10^5$Па	$3{,}6344 \cdot 10^5$Па	$4{,}1 \cdot 10^5$Па

Два двигуни (з трубчатим та карбідокремнієвим нагрівачем) виконані з прямим нагрівом робочого тіла, а двигун зі спіральною формою газового тракту із вуглець-вуглецевим нагрівачем – з непрямим нагрівом робочого тіла. За результатами проведених досліджень можна зробити наступі висновки.

Найбільш прийнятною є конструкція ЕНД з роздільним виконанням електричного нагрівача та газового тракту двигуна (непрямий нагрів робочого тіла, зі спіральним нагрівачем), яка відрізняється конструктивною та технологічною простотою. У даній конструкції (у порівнянні з ЕНД з трубчатим та карбідокремнієвим нагрівачем) проходить гарантоване 100% розкладання аміаку на складові. За результатами проведених робіт отримані менші масогабаритні параметри у порівнянні з розглянутими конструкціями ЕНД з прямим нагрівом робочого тіла. До недоліків даної конструкції можна віднести не відпрацювання даної конструкції. У наш час в Україні мається виробниче устаткування для виготовлення даної конструкції, у тому числі вуглець-вуглецевого нагрівача.

УДК 620.97

А.С. Сличенко, студентка
Национальный аэрокосмический университет им Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: anslichenko@gmail.com

ИОННО-ПЛАЗМЕННЫЕ ДВИГАТЕЛИ С ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ БЕЗЭЛЕКТРОДНОЙ ИОНИЗАЦИЕЙ РАБОЧЕГО ТЕЛА

Как было показано последними исследованиями, энергетика (энергообеспечение) космических аппаратов с ресурсом 1-20 лет всегда будет первостепенной проблемой. Двигатели малых тяг, которые осуществляют коррекцию и стабилизацию таких космических аппаратов, обладают некоторыми особенностями, например, длительным ресурсом, высокой надежностью, оптимальной «ценой» тяги (отношение энергетических затрат к единице тяги). Для обеспечения долгосрочного ресурса необходимо уменьшить температуру конструктивных элементов плазменных движителей, плазма не должна взаимодействовать с элементами конструкции. В основном скорость истекающей плазмы (характеристическая скорость) определяет удельный импульс движителя. Чем больше значение характеристической скорости, тем больше и удельный импульс. Для осуществления длительных работ (программ) в космосе необходимо иметь надежные, высокоэффективные электроракетные двигатели со скоростями истечения плазмы 10^3-10^5 м/с и более. Мы получили следующие результаты: при скоростях истечения рабочего тела 1000-9000 м/с термоэлектрические движители работают надежно, а в настоящее время создаются движители со скоростями истечения рабочего тела 2000-20000 м/с. Использование электродуговых плазменных движителей для этих целей продемонстрировало, что в данном диапазоне скоростей негативные явления наблюдаются лишь вследствие эксплуатации движителя больше заданного времени ресурса. Повышение температуры плазмы в движителях такого типа приводят к повышению удельного импульса. Но почти 50% электрической энергии подводимой к электродам, превращается в тепло и не участвует в повышении скорости плазменного пучка, а электроды испаряются (уменьшаются), что уменьшает ресурс движителя. Одним из современных направлений развития плазменных ускорителей является разработка двигателей малых тяг, работающих на принципе безэлектродного создания электромагнитной силы в форме ВЧ- и СВЧ-полей в плазменном объеме, удержании плазмы и ее ускорении в магнитном поле заданной формы. В этом случае предлагается концепция термоэлектрического движителя с высокочастотным нагревом рабочего тела, такого как водород. Это позволяет существенно уменьшить взаимодействие плазмы на элементы плазменного ускорителя, исключить потери энергии на электродах и использование магнитного сопла значительно повысят КПД движителя.

УДК 533.9.082, 533.9

Е.В. Соломенко, аспирант;
В.Я. Черняк, докт. физ.-мат. наук, профессор; О.А. Недыбалюк, аспирант
КНУ имени Тараса Шевченка, Радиофизический факультет
E-mail: elanka@ukr.net

ПЛАЗМЕННОЕ РЕФОРМИРОВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ С УПРАВЛЯЕМЫМ СИНГАЗНЫМ СООТНОШЕНИЕМ

Технологии с использованием сингаза на сегодняшний день являются весьма актуальными. Синтез-газ (сингаз) представляет собой смесь H_2 и CO. Известно, что при добавлении сингаза к топливу улучшается эффективность его горения: меньшее время поджига, быстрое распространение волны горения, стабилизация горения, более полное сгорание смеси и уменьшается количество опасных выбросов (NO_x). Также сингаз является важным сырьём для синтеза различных материалов и синтетических топлив, таких, как: аммиак, метанол, уксусная кислота, метиловый формиат, диметиловый эфир, синтетический бензин, дизельное топливо и т.д.

Синтез газ может быть получен из угля, нефтяного кокса, биомассы и даже из органических отходов. На сегодняшний день наиболее перспективным является получение сингаза из возобновляемых углеводородных источников. Известно, что для синтеза или катализа различных продуктов требуется различное соотношение H_2/CO в сингазе (сингазне соотношение). Например, для синтеза метанола соотношение H_2/CO должно быть 2/1, для уксусной кислоты – 1/1. Именно поэтому важной задачей, помимо создания самого сингаза является умение контролировать соотношение H_2/CO.

Ныне исследуются различные типы разрядов для реформирования сингаза: коронный разряд, диэлектрический барьерный разряд, микроволновой разряд, тлеющий разряд атмосферного давления, скользящий дуговой разряд. Стандартным подходом для изменения и управления сингазным соотношением при реформировании является добавление CO_2. Особенный интерес при реформинге жидких углеводородов представляют разряды, которые не требуют дополнительной газификации. К таким разрядам относится разряд типа торнадо с жидким электродом (РТ ЖЭ). Однако ранее исследовалось получение сингаза в плазмо-жидкостной системе с РТ ЖЭ при реформировании жидких водных растворов спирта с обдувом воздухом. В данной работе в качестве рабочей жидкости использовался дистиллят, а в качестве обдувающего газа – CO_2 в диапазоне потоков газа 110-220 $см^3$ и изменении разрядного тока в диапазоне 260-340 mA. Разряд при обработке чистого дистиллята горел нестабильно, для стабилизации горения разряда в дистиллят добавлялся NaOH (~ 0,05 М). Добавление NaOH приводило не только к стабилизации горения разряда, но и к изменению знака дифференциального сопротивления на отрицательный. Были исследованы спектры излучения плазмы междуэлектродного промежутка. Основными компонентами спектра являются OH, C_2, O, H, C, Na. Плазма вышеуказанного разряда является изотермичной, температуры заселенности электронных уровней O и H в пределах погрешности почти одинаковы (T^*_e~3800 K) и близки к температурам заселенности вращательных и колебательных уровней OH: (T^*_r ~4000 K, T^*_v~4500 K)

УДК 629.78

М.В. Шевченко, вед. инж.; С.Н. Кулагин, зав.лаб.; Л.Г. Дубовик, с.н.с.
Днепропетровский национальный университет імени Олеся Гончара
E-mail melekes@bk.ru

ВЫБОР ТИПА ЭРД ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО ТРАЛЬЩИКА

Одной из наиболее актуальных проблем современности является очистка околоземного космического пространства от мелких частиц космического мусора (КМ). Для сбора и удаления мелкого КМ с низких околоземных орбит может быть рассмотрен специальный мусорособирающий космический аппарат (тральщик) с использованием электроракетных двигателей (ЭРД).

С целью выбора конкретного типа ЭРД, который может быть применен в составе двигательной установки (ДУ) космического тральщика, рассмотрен ряд классов ЭРД, которые отличаются физическими принципами функционирования и предназначены для решения многих задач. В частности, рассматривались:

– электротермические (электронагревные – ЭНД и электродуговые – ЭДД) ракетные двигатели;

– плазменно-ионные двигатели (ПИД);

– импульсные плазменные двигатели (ИПД);

– коллоидные двигатели КД;

– двигатели с электромагнитным ускорением (торцевые сильноточные и холловские с замкнутым дрейфом электронов – стационарные плазменные и двигатели с анодным слоем).

При этом учитывались такие характеристики двигателей, как удельный импульс, коэффициент полезного действия, ресурс работы, стоимость и сложность изготовления двигателя, сложность системы питания и управления, отработанность.

Показано, что ЭНД не могут быть использованы в составе ДУ космического тральщика из-за низкого удельного импульса, а ЭДД – из-за малого ресурса работы. ПИД имеет сложную систему питания и управления, ИПД не подходят из-за низкого тягового КПД. КД обеспечивают низкий ресурс работы, сложны в изготовлении, имеют низкую надежность из-за высокого рабочего напряжения. Низкий ресурс работы, а также недопустимо высокая потребляемая мощность характерны для торцевых холловских двигателей.

Наиболее полно поставленным требованиям отвечают холловские двигатели с замкнутым дрейфом электронов, для которых характерными являются простота конструкции, высокая надежность, отработанность, малое количество необходимых источников питания, а главное высокие энергомассовые характеристики и большой ресурс работы.

Исходя из мощности, которая может быть обеспечена на борту космического тральщика, выбран стационарный плазменный двигатель СПД-140, способный развивать тягу 200-300 мН при удельном импульсе 17000-23000 м/с и потребляемой мощности 3-5 кВт.

УДК 533.9

В.В. Юхименко, инженер; В.Я. Черняк, д.ф.-м.н., профессор;
С.В. Ольшевский, с.н.с.; Е.В. Соломенко, аспирант
Радиофизический факультет, Киевский национальный университет
имени Тараса Шевченко
E-mail: yvitaliy@ukr.net

РЕФОРМИРОВАНИЕ ЭТАНОЛА В СИНТЕЗ ГАЗ В ПЛАЗМА–ЖИДКОСТНОЙ СИСТЕМЕ НА БАЗЕ «DGCLW» РАЗРЯДА ПРИ НАЛИЧИИ И БЕЗ НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ

На сегодняшний день необходим альтернативный и экологически «чистый» источник энергии, такими источниками являются синтез газ и водород. Их можно использовать как высокоэффективные катализаторы горения или как горючее. Основными промышленными методами производства водорода являются: каталитическая конверсия метана с водяным паром; каталитическая конверсия метана со смесью водяного пара и кислорода; высокотемпературная некаталитическая конверсия метана в присутствии кислорода; электролиз воды в присутствии кислоты или щелочи; конверсия метана в дуговом разряде.

Плазма – жидкостные системы с поперечным разрядом атмосферного давления, могут быть использованы для реформирования жидких углеводородных веществ с целью получения синтез газа и водорода. Газодинамические плазма – жидкостные системы, которые основаны на разрядах в газовом канале с жидкой стенкой (DGCLW), имеют определенные преимущества перед другими плазма – жидкостными системами. Эти преимущества заключаются в том, что в таких системах увеличивается эффективность взаимодействия химически активных компонентов плазмы с жидкой фазой благодаря увеличению поверхности контакта плазмы с жидкостью. Также, поток газа, который формирует газовый канал, принудительно вносит частички плазмы в объем жидкости. Это увеличивает время взаимодействия образованных в плазме химически-активных веществ, как с молекулами самой жидкости, так и с молекулами растворенных в ней веществ.

Известно, что на химические процессы в растворах стимулирующее влияние имеет возбуждение в жидкости ультразвукового поля, интенсивность которого превышает порог кавитации. Объединение таких двух факторов как плазменная и ультразвуковая стимуляция химических процессов, в одной системе может привести к взаимному усилению эффектов их влияния. Так, например, ультразвуковая кавитация является известным механизмом образования микропор в жидкости. При наложении на такую жидкость разницы потенциалов вокруг этих микропор могут возникать сильные электрические поля, в которых снижается порог диссоциации молекул, что должно повлиять на условия протекания химических реакций. Ультразвуковая стимуляция нетипичных, при нормальных условиях, химических реакций в жидкости, может повлиять на состав среды, в котором образовывается плазма, которая может отобразиться на ее свойствах. Таким образом, плазма – жидкостные системы, что основаны на DGCLW – разрядах с дополнительным возбуждением ультразвукового поля являются довольно интересными для изучения и разработки. Эта работа посвящена экспериментальным исследованием свойств именно таких систем.

УДК .662.61

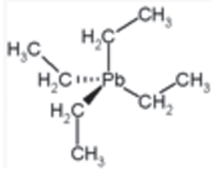
Д.В. Ягупов, курсант; Е.В. Усиченко, преподаватель-методист
Криворожский колледж Национального авиационного университета

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ АВИАЦИОННЫХ БЕНЗИНОВ И ТОПЛИВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЗНАЧЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Основная цель работы – системный анализ особенностей применяемого авиационного топлива в зависимости от назначения летательного аппарата (ЛА). Анализ строится на основе единого подхода ко всему ассортименту авиабензинов и топлив, их физико-химическим свойствам. Прослеживается следующая редко замечаемая последовательность процесса выбора сорта бензина или топлива. Назначение летательного аппарата в значительной степени влияет на выбор типа двигателя. Когда тип двигателя (поршневой, турбовинтовой или турбореактивный) выбран, то выбор топлива или бензина зависит от требуемых летно-технических характеристик (ЛТХ) ЛА и параметров происходящих в двигателях термодинамических процессов. Последние определяют требуемые физико-химические свойства топлива или бензина, например, его термическую стабильность, коррозионные, противоизносные и кавитационные свойства и т.д. Существенное влияние требуемых ЛТХ ЛА на выбор типа топлива показано, в частности, на примере образования дисперсионного следа самолета, который, как известно, сопровождает полет пассажирского лайнера, но является сильнейшим демаскирующим признаком для истребителя, а потому для последнего должен быть исключен. Рассмотрено влияние на выбор сорта авиатоплива аэродинамического нагрева поверхности ЛА на транс- и сверхзвуковых скоростях полета. Указанный нагрев, как известно, является достаточно интенсивным фактором и пропорционален квадрату скорости:

$T = T_0 + \frac{V^2}{2000}, [T] = {}^\circ K;\ [V] = м/с$ Поэтому он влияет не только на выбор сорта авиационного топлива, но и, например, сорта бронестекла для фонаря кабины. Прослеживается также обратная зависимость: сорт топлива → ЛТХ ЛА на примере зависимости дальности и продолжительности полета от плотности топлива.

Отдельное внимание уделено авиационным бензинам. На основе обобщения справочных сведений получены эмпирические зависимости для октанового числа в зависимости от концентрации тетраэтилсвинца $(C_2H_5)_4Pb$ (см. структурную формулу).



Обзор исследований по альтернативным топливам ограничивается результатами испытаний электрических ЛА в августе 2010 г. , а также начатыми *NASA* в октябре того же года работами по получению авиационно-космического биотоплива из сточных вод. Освещена экологическая проблематика связанная с применением авиационных углеводородных топлив в верхних слоях атмосферы.

УДК 621.355.019.3

А.С. Яструбинский, студент, Руководитель А.А. Харченко
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТКРИСТИК АККУМУЛЯТОРОВ МЕТОДОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОЛИТ

В настоящее время актуальной проблемой является создание таких добавок к электролиту химического источника тока, которые позволят улучшать электрические и эксплуатационные характеристики свинцово-кислотных аккумуляторов, а также позволят увеличить разрядную емкость и срок службы аккумуляторов, как новых, так и находящихся в эксплуатации.

Такие добавки должны обладать следующим комплексом свойств:

— устранять и предотвращать сульфатацию электродов;

— повышать разрядное напряжение при стартерных разрядах и пусковую мощность батарей;

— улучшать работу аккумуляторов при отрицательных температурах;

— снижать скорость коррозионного разрушения положительных электродов;

— уменьшать скорость «выкипания» электролита из аккумуляторов;

— снижать саморазряд и газовыделение;

— повышать сохранность емкости при длительном хранении аккумуляторов.

В настоящее время при изготовлении аккумулятора производителем используются различные добавки к электролиту и электродам, которые улучшают характеристики аккумуляторов.

Применение добавок четко рассчитано для конкретной марки аккумулятора.

В связи с этим, вопрос разработки универсальной добавки имеет высокую актуальность.

5
Динамика, баллистика и управление движением летательных аппаратов

Координаторы:
Шептун Юрий Дмитриевич,
заведующий кафедрой «Робототехнические системы» ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор
Хорошилов Виктор Сергеевич,
начальник расчетно-теоретического сектора ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля», профессор кафедры проектирования и конструкций летательных аппаратов ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор, академик Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского

УДК 629.783
А.Т. Боранбаева, Т.В. Смолина, студенты; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
Евразийский национальный университет им. Льва Гумилева
E-mail: anargul111@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРАТЧАЙШИХ ПУТЕЙ В СПУТНИКОВОЙ СЕТИ МЕЖДУ ЕЕ НАЗЕМНЫМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

В настоящее время все больше внимания привлекают спутниковые сети связи. Для космического аппарата такой сети реализуются межспутниковые линии с космическими аппаратами, находящимися на одной с ним орбите (спереди и сзади) и несколькими ближайшими космическими аппаратами на соседних орбитах. Полагается, что между парой узлов в сети существует связь, если между соответствующими им космическими аппаратами есть линия связи.

Представляет интерес анализ функционирования такой сети, в частности – исследование влияние на выбор кратчайших путей (путей наименьшей стоимости) топологии сети, которая зависит от орбитальных параметров космических аппаратов. Полагается, что стоимость пути складывается из стоимостей отрезков пути между соседними узлами (космическими аппаратами). Стоимость одного отрезка пути равна единице.

Один из перспективных подходов к исследованию сложных объектов – анализ их имитационных моделей. На начальных этапах проектирования такие модели не требуют высокой степени детализации исследуемых процессов, но должны давать возможность «расслоения» задачи, анализа различных сторон объекта исследования. Кроме того, модели для начальных этапов проектирования должны давать возможность широкого спектра вариации параметров исследуемого объекта, являться инструментом исследования различных концептуальных решений. Разработана имитационная модель спутниковой сети, предназначенная для исследования процессов маршрутизации данных в сети на начальных этапах проектирования спутниковых систем. В частности – для анализа влияния топологии сети на кратчайшие пути между оконными пользователями.

С использованием предложенной имитационной модели проведены исследования влияния значения наклонения орбиты и значения эксцентриситета на кратчайшие пути между оконечными пользователями (в частности, между парами узлов сети, один из которых находится в зоне радио видимости одной из наземных станций с заданными координатами, а другой – в зоне видимости другой станции с заданным местоположением). При проведении исследований варьировались значения большой полуоси орбит и точек расположения наземных пунктов связи (рассматривались различные варианты их расположения относительно друг-друга и вариация расположения по широте).

На основе проведенных исследований сделан анализ возможных проектных решений по построению спутниковых сетей на наклонных и эллиптических орбитах в случае, когда обслуживаемая территория – преимущественно северное полушарие и приэкваториальные районы.

УДК 629.78

В.В. Власенко, інженер
Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля
E-mail:vladtruckman@gmail.com

МАНЕВР ЗМЕНШЕННЯ ВИСОТИ ОРБІТИ ПОСТІЙНОЮ МАЛОЮ ТЯГОЮ

Після закінчення терміну експлуатації космічного апарату (КА) важливою задачею є виведення його з робочої орбіти, особливо з геостаціонарної (ГСО), для запобігання утворення космічного сміття. Для її ефективного вирішення всі країни, які беруть участь в освоєнні космічного простору, мають поєднувати свої зусилля. Провідні світові держави визначають унікальність і необхідність збереження ГСО – ресурсу, який має загальносвітове значення.

Міжнародна організація супутникового зв'язку для збереження чистоти ГСО прийняла наступні рішення. Після закінчення строку служби КА його потрібно перевести як мінімум на 150-300 км вище від ГСО. Для виконання даного маневру в супутниках передбачають необхідний запас пального. Для КА використовувати конструкції, які не передбачають викидання будь-яких деталей, особливо поблизу ГСО.

Одним зі способів виведення КА з робочої орбіти може бути зменшення її середньої висоти до настання інтенсивного аеродинамічного гальмування (починається на висотах близько 400 км). З погляду ефективності витрат палива маневр доцільно проводити з використанням рушійної установки (РУ) малої тяги. Як відомо, середня висота орбіти залежить від її фокального параметра і ексцентриситету. З рівнянь збуреного руху КА видно, що найбільшу швидкість зміни фокального параметра дає трансверсальна складова сили тяги.

Задачею даної роботи було змоделювати зниження КА з колової робочої орбіти на орбіту з висотою перигею, на якій в результаті аеродинамічного гальмування суттєво зменшується термін існування КА, врахувати основні збурення (від РУ, аеродинамічного опору і нецентральності гравітаційного поля Землі), а потім визначити основні показники маневру – його тривалість, витрати палива (або необхідний приріст швидкості) і кількість витків. На КА використовується РУ малої постійної тяги, направленої протилежно трансверсалі. Був визначений вплив на основні показники тягооснащеності КА і питомої тяги РУ.

Результати, які були отримані у доповіді, можуть бути використані в проектних роботах для прийняття рішення про вибір програми маневру спуску КА з робочої майже колової орбіти РУ малої тяги і для порівняння при визначенні ефективності оптимізації.

УДК 629.78

Д.Г. Грошелев, аспирант; А.М. Кулабухов, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: dimadp2@rambler.ru

МЕТОДЫ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Космические аппараты (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), спутники связи с остронаправленными антеннами и т.д. предполагают наличие на борту системы управления, структурным звеном которой является система угловой ориентации. Требования к параметрам системы определяются целевой задачей и допустимыми характеристиками аппарата.

На сегодняшний день существует много методов угловой ориентации КА. Среди них можно выделить: магнитные, солнечные системы, астросистемы, фазовые методы и т.д., каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки.

В работе проводится сравнительный анализ существующих методов угловой ориентации, определены сферы их применения, предложен новый метод угловой ориентации основанный на определении углового положения КА по результатам пеленга по двум источникам излучения (навигационные КА, геостационарные КА, группировки спутников связи, наземные радиомаяки).

Предлагаемый метод обладает рядом преимуществ:

– используя высокочастотный радиосигнал объектов излучения, антенная система может быть выполнена в малых габаритах;

– предлагаемая система является пассивной радиолокационной системой;

– система является без ответной (возможность использования широкодоступных радиосигналов без нанесения вреда основному их целевому назначению);

– использование геостационарных телевизионных аппаратов позволяет, в случае нештатной работы навигационного блока КА, осуществить навигацию аппарата по временным меткам синхросигналов передаваемых в цифровом формате кадра, кроме того параметры движения центра масс могут быть также определены по результатам пеленга на аппараты источники излучения и по известным координатам радиомаяков;

– в случае использования поляризованной электромагнитной волны появляется возможность определения угловой скорости.

Предложенный подход в определении ориентации и навигации КА может быть использован как базовый, так и вспомогательный, что повысит надежность работы системы угловой ориентации и аппарата вцелом. Показано, что точность системы существенно зависит от продолжительности интервала времени между двумя пеленгами по радиомаякам, которая может быть повышена с привлечением прогноза углового движения аппарата по результатам замера угловой скорости движения аппарата.

УДК 629.78

О.В. Гудзенко, аспірант;
В.Б. Успенський, к.т.н., доцент; Ю.О. Кузнєцов, к.т.н., доцент
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
E-mail: Shurman_g@mail.ru

МЕТОДИ І АЛГОРИТМИ УПРАВЛІННЯ ОРІЄНТАЦІЄЮ ПРУЖНОГО МІКРОСУПУТНИКА

Аналіз тенденцій розвитку космічних технологій показує, що одним з найбільш перспективних шляхів їх удосконалювання є застосування малих космічних апаратів (МКА) і систем на їх основі. Аналіз сучасних моделей МКА показує, що є явна тенденція до ускладнення конструкції МКА за рахунок додавання пружних елементів, таких як сонячні батареї, антени, тощо. Такі конструктивні особливості суттєво впливають на точність переорієнтації й стабілізації кутового положення МКА. Для розв'язку цієї проблеми необхідно вдосконалювати методи й алгоритми керування орієнтацією пружного МКА.

Розповсюдженою класифікацією КА є класифікація по масі супутника. Однак з погляду впливу пружних властивостей конструкції на динаміку обертання така класифікація є не інформативна. У цих умовах пропонується класифікувати КА по відношенню моменту інерції твердого ядра до моменту інерції супутника в цілому.

Далі розглядається задача керування орієнтацією КА з врахуванням його пружних елементів. У сучасній теорії керування існує ряд методів, які дозволяють розв'язати поставлену задачу, серед яких:

- метод модального керування;
- оптимальне керування за квадратичним функціоналом;
- метод зворотної задачі динаміки;
- метод функцій Ляпунова;
- задача АКОР.

В результаті аналізу встановлене, що найбільш ефективним методом розв'язку поставленого завдання є метод модального керування, який показав високу термінальну точність. Для відновлення повного вектора стану, використовуваного в законі керування, по вимірах ДКШ реалізовано фільтр Калмана. У реальних умовах, коли значення параметрів моделі, як правило, відомі неточно, необхідно додатково проводити в польоті уточнення параметрів моделі. Для такого уточнення використана апроксимація вимірів кута гаданого повороту квазимногочленами в умовах спеціальних тестових впливів. Усі використані для розв'язання методи й алгоритми в сукупності забезпечили високу ефективність керування орієнтацією пружного МКА. Чисельне моделювання проводилося з використанням характеристик супутника «Січ-2».

УДК 629.7.051:527

А.О. Гузиченко, техник
Государственное предприятие
«Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ

В бесплатформенных инерциальных навигационных системах (БИНС) аналитическое построение инерциальной системы координат проводится на основе информации первичных датчиков. Комплекс командных приборов (акселерометров, лазерных гироскопов) обуславливает погрешности БИНС. Появилась необходимость разработки методов синтеза алгоритмов, обеспечивающих вычисление параметров движения в реальном времени, анализы ошибок вычислений.

Точность спутниковых навигационных систем (СНС) о положении и скорости не зависит от времени, однако влияние оказывают случайные погрешности. Рациональным решением является использование БИНС с дальнейшим комплексированием с данными аппаратуры СНС, основанным на фильтрации Калмана. Располагая характеристиками инструментальных ошибок обеих систем, фильтр Калмана сводит к минимуму их влияние на выходные навигационные данные.

Программное обеспечение алгоритма комплексирования данных СНС и БИНС с использованием дискретного фильтра Калмана проведена при учете погрешностей командных приборов, погрешностей начальной выставки БИНС. Параметры ориентации определяется с использованием кватернионов поворота при построении инерциальной системы координат в БИНС. Проведена оценка погрешностей интегрированной системы во времени.

УДК 629.78

С.П. Данельский, студент; А.А. Манойленко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: aamz@mail.ru

АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ ПАНЕЛЕЙ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОГРАММНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

Рассматривается КА, оснащенный поворотными панелями солнечных батарей (ПСБ), каждая из которых приводится в движение с помощью электропривода, включающего ДПТ.

Работа направлена на проведение анализа параметров свободных и вынужденных колебаний системы «привод-ПСБ».

Для анализа свободных колебаний системы относительно заданного программного углового положения при полностью заторможенном приводе использовано однородное дифференциальное уравнение второго порядка, содержащее инерционные характеристики системы и коэффициент жесткости редуктора.

Для анализа вынужденных колебаний системы использовано неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка, содержащее управляющее воздействие, создаваемое приводом поворота ПСБ, инерционные характеристики ротора ДПТ и редуктора.

На основе уравнений вынужденных колебаний системы проведена оценка динамической и статической ошибки позиционирования ПСБ относительно заданного углового положения (программного).

Установлено, что с учетом динамики привода наблюдаются затухающие колебательные составляющие и меняется частота колебаний.

Выполнены оценки амплитуды упругого смещения ПСБ.

Исследования проведены методом математического моделирования на ПЭВМ.

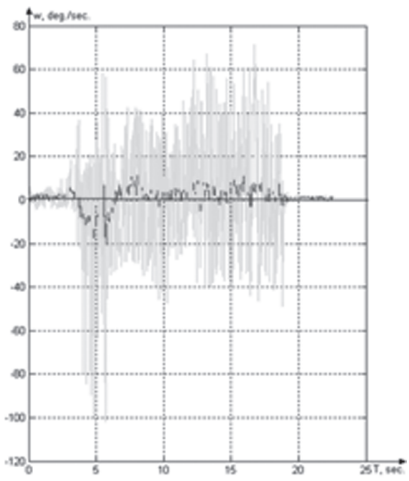
Полученные результаты имеют практическую значимость и могут быть использованы в ходе проектных работ при создании КА с ПСБ.

УДК 681.5

А.В. Данченко, магистр каф.301; С.Н. Фирсов, к.т.н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»
E-mail: danchenkoalexandr@gmail.com

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ MEMS В СТАТИЧЕСКИ НЕУСТОЙЧИВЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Темпы развития современной авиации, и массогабаритные требования, предъявляемые заказчиками, обязывают разработчиков создавать всё более и компактные и лёгкие летательные аппараты. В связи с этим в измерительных блоках применяют MEMS, которые обладают высоким уровнем собственных шумов. Таким образом измеренный сигнал содержит высокий уровень шумов, которые связаны с особенностями функционирования MEMS, а также помехи образующиеся в результате работы летательного аппарата. Наличие этих шумов приводит существенному снижению точности системы управления летательным аппаратом, что крайне критично в случае применения MEMS в статически не устойчивых мини и микро беспилотных летательных аппаратах.



Для борьбы с шумами MEMS необходимо применение фильтра. Проведя анализ ряда известных типов фильтров, был сделан вывод что большинство из них либо не достаточно качественно отфильтровывают помехи, либо достаточно качественно отфильтровывают, но вносят довольно существенное время запаздывания в полезный сигнал. Последнее из выше сказанного не допустимо в системах управления статически не устойчивых летательных аппаратах, аппараты этого класса обладаю крайне высокой динамикой полёта, а запаздывание в поступлении данных об угловом положении, например, чревато нештатным режимом полёта, и даже потерей летательного аппарата. Поэтому была исследована возможность применения адаптивного дискретного фильтра Калмана для решения описанной выше проблемы.

Проведя ряд экспериментов, были получены данные для определения параметров, необходимых для синтеза дискретного фильтра Калмана.

В результате полученные данные показали, что применение дискретного фильтра Калмана позволяет снизить уровень шумов от 2 до 20 раз, на выходе измерительного блока основанного на MEMS без внесения задержек в полезный сигнал.

УДК 629.7.018:681.3

И.В. Дрозда, студент; В.В. Паслен, к.т.н., доцент; А.В. Мильштейн, аспирант
Донецкий национальный технический университет
E-mail: ivandrozda@rambler.ru

ПОДГОТОВКА НЕСИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ПЕРВИЧНЫХ КООРДИНАТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОБОБЩЕННЫМ МЕТОДОМ

В состав траекторного измерительно-вычислительного комплекса (ТИВК) могут входить несколько внешнетраекторных измерительных средств (ВТИС) [1], обладающих различными скоростями съема первичных координат исследуемого объекта. Для успешной реализации обобщенного метода обработки [2,3] и минимизации вносимой погрешности, перед вычислительной системой (ВС) ТИВК встает задача приведения множества первичных координат, снятых с разнородных станций, к единым моментам времени.

Результат измерения первичных координат неизбежно будет содержать ошибку, и обобщенный метод позволяет её учесть, используя точностные характеристики ВТИС, поэтому можно провести сглаживание, как на подготовительном этапе, так и в процессе нахождения статистической оценки положения объекта. Однако, здесь следует учесть, что при аппроксимации полиномом степени (n-1), где n -количество точек на интервале сглаживания, при достаточно больших n (6 и более), существенно возрастает методическая ошибка, вызванная тем, что значение реальной траектории и её производных в интервалах между моментами измерений может существенно отличаться от значений результатов интерполяции вследствие чрезмерно высокой степени полинома [1]. В качестве базисных для аппроксимации можно использовать как систему линейнонезависимых (ЛНБФ), так и систему ортогональних функций (ОБФ). Использование ОБФ предпочтительнее [1]. В качестве алгоритма их построения используется трехчленная рекуррентная формула, обладающая преимуществом по сравнению с другими методами построения ОБФ как в плане быстродействия так и точности [4].

1. **Н.Д. Огороднийчук** Обработка траекторной информации. Ч. II. – Киев: КВВАИУ, 1981. – 225 с.
2. **И.В. Дрозда**, В.В. Паслен, М.В. Михайлов Реализация обобщенного метода обработки траекторной информации, обладающей пространственной избыточностью. – Вісник Дніпропетровського університету. – Дніпропетровськ, 2009
3. **Н.Д. Огороднийчук** Обработка траекторной информации. Ч. I. – Киев: КВВАИУ, 1981. – 143 с.
4. **И.В. Дрозда**, В.В. Паслен, М.В. Михайлов Сравнение методов построения ортогональных базисных функций как фундаментальной части алгоритмов сглаживания внешнетраекторных измерений XII міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і космос»: Збірник тез. – Дніпропетровськ: НЦАОМУ, 2010 р.- 680 с.

УДК 629.7.051

Г.Р. Идиатуллин, техник; В.А. Андронов, начальник группы
ГП «Конструкторское бюро «Южное» имени М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ ТРЕТЬЕЙ СТУПЕНИ РКН ПРИ ГРУППОВОМ ВЫВЕДЕНИИ КА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА

Настоящий доклад посвящен вопросам обеспечения управляемости космической ступени РКН типа «Циклон» при выведении групп КА. За основу выбрана задача выведения трех КА на солнечно-синхронные орбиты.

При реализации группового выведения может возникнуть весовая асимметрия РКН, вызванная асимметрией компоновки КА и, как следствие, ухудшение условий обеспечения управляемости.

В данном докладе проведено исследование влияния возмущающих факторов на управляемость РКН для 2-х компоновок полезного груза (ПГ): в один и в два яруса. По результатам исследования определено, что наибольшее влияние на управляемость оказывает систематическое смещение центра масс (ЦМ) РКН и перекос вектора тяги камеры сгорания маршевого двигателя (МД).

По результатам моделирования для РКН с конструктивно-компоновочной схемой головного блока в один ярус управляемость третьей ступени на участке второго включения МД не обеспечивается из-за существенного изменения положения ЦМ в поперечной плоскости РКН между первым и вторым включениями МД, обусловленного отделением первого КА.

Построены области допустимого положения ЦМ в поперечной плоскости РКН перед вторым и четвертыми включениями МД и показано, что при компоновке ПГ в один ярус положение ЦМ третьей ступени находится за пределами этих областей. Полученные области планируется использовать для предварительной оценки вариантов размещения КА с точки зрения управляемости при проектировании пусков РКН.

Также в докладе предложена компоновка ПГ в два яруса, при которой управляемость третьей ступени РКН на активных участках полета будет обеспечена.

УДК 629

А.Ж. Исмаилова, научный сотрудник; К.С. Жилисбаева, к.ф.-м.н., доцент
ДТОО «Институт космических исследований»
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
E-mail: Asel_0207@mail.ru

О ВЛИЯНИИ ГРАВИТАЦИОННОГО МОМЕНТА НА МАГНИТНУЮ СТАБИЛИЗАЦИЮ

В данной работе рассматривается стабилизация динамически симметричного искусственного спутника, ориентированного в магнитном поле Земли, моделируемом прямым диполем [1]. Спутник ориентирован собственным вращением вокруг оси симметрии. Управление скоростью вращения и ориентацией оси вращения производится токовыми катушками, взаимодействующими с магнитным полем Земли.

При решении задач ориентации возникает проблема гашения остаточных нутационных движений спутника, которые не удается демпфировать активным магнитным способом. Нутационные колебания оси симметрии спутника можно демпфировать использованием пассивного нутационного демпфера[2]. Решение задачи о стабилизации движения спутника в такой постановке является актуальной.

В данной работе рассматривается влияние гравитационного момента на движение спутника при магнитной стабилизации. Гравитационный момент вызывает малые нутационные колебания. Для демпфирования этих колебаний используется система симметричных маховиков с равными постоянными моментами инерции, оси которых направлены вдоль главных осей инерции спутника[3].

Система уравнений движения системы спутник-маховики решается численным методом Рунге-Кутты четвертого порядка. Полученные решения представлены в виде графиков зависимости от времени углов Эйлера-Крылова и проекций угловой скорости спутника на его главные оси инерции. Результаты демонстрируют эффективность демпфирования нутационных колебаний маховиками [4].

1. **Белецкий В.В.**, Хентов А.А. Вращательное движение намагниченного спутника.- Москва: Наука, 1980, 286 с.
2. **Ильин А. А.** Овчинников М.Ю., Пеньков В. И. Обеспечение ориентации малого спутника, стабилизируемого собственным вращением. // М.: Препринт ИПМ им.М.В.Келдыша РАН, 25 с. 2004.
3. **Артюхин Ю.П.**, Каргу Л.И., Симаев В.Л., Системы управления космических аппаратов, стабилизированных вращением. Издательство «Наука» 1979, 297с.
4. **Исмаилоав А.Ж.**, Жилисбаева К.С., Алексеева Л.А. Стабилизация движения искусственного спутника Земли // В кн. Казахстанские космические исследования Сер. «Прикладные космические исследования в Казахстане». – Алматы.: Изд-во «Дайк Пресс», 2010. – Т.6. – С. 168-175.

УДК 629.76.01
Ю.С. Карабанова, студентка; А.П. Лебедь, к.т.н., доцент; В.С. Урясьева, студентка
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: svet8k@ukr.net

ЗАДАЧА ИНЕРЦИАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Возможность решения в бортовом компьютере (БК) РН алгоритмов навигационных вычислений требуемой сложности, инструментальные погрешности ГСП, влияющие на точность наведения, обусловили разработку бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС). В БИНС аналитическое построение инерциальной СК проводится на основе информации датчиков угловой скорости; решение задачи навигации потребовало введение задачи инерциальной ориентации.

Задача ориентации может быть решена аналитически на основе измерений отдельных угловых параметров движения ЛА при последующем преобразовании полученных сигналов или их интегрировании. Чувствительные элементы БИНС (датчики вращения, акселерометры) ориентированы по осям связанной с РН системы координат и участвуют во вращательном движении объекта, поэтому необходимо их информацию перевести из связанной (вращающейся) системы координат в инерциальную. Координатные преобразования, связанные с переходом от одной системы к другой, осуществляются с помощью матриц направляющих косинусов. Элементы матрицы перехода являются функциями параметров ориентации , , при математическом моделировании инерциальной системы координат в БИНС.

Точность решения задачи ориентации в БИНС определяется погрешностями чувствительных элементов – акселерометров и датчиков вращения. Современные MEMS-технологии, завоёвывающие потребительский рынок и в области ракетно-космической техники, находят применение и при создании БИНС.

Представлен алгоритм решения задачи навигации БИНС для различных моделей гравитационного поля Земли и методов определения параметров ориентации. Разработано программное обеспечение решения задачи ориентации БИНС при определении элементов матрицы перехода:

1)интегрированием скоростей параметров ориентации;

2)интегрированием скоростей элементов матрицы;

3)интегрированием параметров кватерниона поворота.

В дифференциальных уравнениях методов в правых частях содержится информация датчиков абсолютной угловой скорости движения РН относительно центра масс.

Программа реализована в среде MathCad.

Проведён сравнительный анализ результатов математического моделирования инерциальной СК в БИНС.

УДК 629.783
Е.А. Киселева, А.В. Худякова, студенты; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: solntschko@ukr.net

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРАТЧАЙШИХ ПУТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПО КОСМИЧЕСКОМУ СЕГМЕНТУ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

В настоящее время актуальны задачи разработки и реализации различных концепций спутниковых систем связи. В том числе успешно применяются системы, в которых используются межспутниковые линии между космическими аппаратами, то есть спутниковые сети связи. Создание межспутниковых линий в будущем следует ожидать не только в системах связи, но и в системах другого назначения. Это объяснятся тем, что выдвигаются проекты спутниковых систем, включающих в себя сотни и тысячи космических аппаратов. Управление такими системами возможно лишь в том случае, если управляющая информация, переданная некоторым из видимых для наземных станций космических аппаратов, распространяется по спутниковой сети. Поэтому представляет интерес исследование задач анализа маршрутов следования информации между спутниками космического сегмента. В частности, в случае, когда кратчайшие путь между узлами спутниковой сети определяется только топологией сети (нагрузка в сети не учитывается). Разработана имитационная модель спутниковой сети, предназначенная для анализа влияния орбитальных параметров космических аппаратов на средние показатели маршрутизации данных в сети. Использование имитационной модели позволяет исследовать влияние топологии сети (которая может изменяться в текущем времени и определяется текущими значениями орбитальных параметров космических аппаратов) на кратчайшие пути от одного из узлов сети (космического аппарата, находящегося в зоне видимости наземной станции) до всех остальных (то есть на дерево кратчайших путей).

С использованием предложенной имитационной модели исследовано влияние наклонения орбиты и эксцентриситета на деревья кратчайших путей, корни которых представляют собой космические аппараты, видимые в текущий момент времени из наземной станции. В частности, получены среднестатистические показатели максимальных и средних длин путей в одном в дереве на протяжении его существования (существование дерева определяется длительностью интервала времени ради видимости космического аппарата, представляющего собой корень дерева), эти же показатели, усредненные по всем деревьям, видимым из наземной станции с заданными координатами, и эти же показатели, усредненные по ряду точек расположения наземной станции на заданной территории (в сетке, точек с заданными координатами, покрывающими эту территорию).

Применение предложенной имитационной модели может быть полезно для анализа различных технических решений относительно построения космического сегмента. В частности, с ее использованием исследованы перспективы создания спутниковых сетей в случае космического сегмента, построенного на эллиптических или круговых наклонных орбитах.

УДК 629.76 (075.8)

Т.А. Коваленко, студент; Ю.Д. Шептун, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: tit.kvlk@gmail.com

МЕХАНИЧЕСКАЯ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКАЯ СУВТ КАК ИО СУ КОСМИЧЕСКОГО БУКСИРА

Исследования проводились с целью определения предпочтительности применения механической или газодинамической системы управления вектором тяги маршевого двигателя (СУВТ) в качестве исполнительного органа (ИО) замкнутой системы автоматического управления (САУ): «объект управления (космический буксир) с системой стабилизации».

Сравнение осуществлялось с использованием критериев, характеризующих СУВТ как звено САУ: запасы управляемости, устойчивости; ошибки управления и быстродействие динамической системы в переходных и установившихся режимах работы; качество процессов стабилизации, обеспечиваемые в САУ. По другим критериям СУВТ не сравнивались.

Исследования выполнялись методами теории автоматического управления и математического моделирования.

Математическая модель замкнутой динамической системы записывалась в виде:

$$\begin{cases} p^2 \cdot \psi = a'_{\psi\psi} \cdot p \cdot \psi + a_{\psi\delta} \cdot \delta + \bar{M}, \quad p = d/dt, \\ (T_1 \cdot p + 1) \cdot (T_2^2 \cdot p^2 + 2 \cdot T_2 \cdot \xi \cdot p + 1) \cdot \delta = K_1 \cdot p \cdot \psi + K_0 \cdot \psi. \end{cases} \quad (1)$$

Математическое моделирование осуществлялось численным решением уравнений движения (1) методом Рунге – Кутта.

Учитывались начальные возмущения параметров движения системы и постоянно действующие на космический буксир возмущающие силы и моменты. Принималось, что в момент запуска маршевого двигателя вектор его тяги может быть отклонен от продольной оси буксира на наибольший возможный угол в наиболее неблагоприятном (в смысле обеспечения управляемости) направлении, а весовая асимметрия буксира имеет наибольшее возможное значение.

Исходные данные, необходимые для выполнения расчетов и математического моделирования, выбирались и назначались с использованием материалов книг:

1. Игдалов И. М. Динамическое проектирование ракет. Задачи динамики ракет и их космических ступеней» / Игдалов И. М., Кучма Л. Д., Поляков Н. В., Шептун Ю. Д., под редакцией академика С. Н. Конюхова. – Днепропетровск, 2010.

2. Коваленко Н. Д. Ракетный двигатель как исполнительный орган системы управления полетом ракет / Коваленко Н. Д. – Днепропетровск, 2003.

В этой связи конструктивно и по своим проектным характеристикам рассматриваемый буксир можно считать сравнимым с межорбитальными транспортными буксирами разработки ГП «КБ «Южное».

УДК 639.735.33

О.Е. Кописов, студент; А.М. Субота, к.т.н., професор
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
E-mail: olegkopys@yandex.ru

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА ЗА ДОПОМОГОЮ ІНЕРЦІАЛЬНОГО НАВІГАЦІЙНОГО БЛОКУ

Існують задачі, які вирішуються за допомогою системи управління рухомими об'єктами – навігація, наведення, стабілізація. Задача навігації, тобто формування навігаційної інформації на основі вимірювання деяких первинних фізичних параметрів, є первинною, тому що інформація про поточний стан об'єкта необхідна для системи наведення, стабілізації та інших систем.

Вирішення задачі навігації можливо з використанням вимірювальних і програмно-алгоритмічних засобів.

Відома велика кількість видів і типів інерціальних навігаційних систем, але відповідно до критерію «тип інерціального вимірювального блоку» їх можна розділити на два класи: «карданні» системи, що містять у своєму складі гіростабілізовану платформу (ГСП), що несе інерціальні вимірювачі, і безкарданні (БІНС) – з інерціальними вимірювачами, розташованими на корпусі рухомого об'єкта. Основними достоїнствами БІНС в порівнянні з платформеними системами є менші розміри і маси елементів і системи в цілому, велика надійність системи, менше споживання електроенергії, менша вартість, простота експлуатації і ремонту.

Однак існують серйозні технічні труднощі, головна з яких – інерціальні вимірювачі, які характеризуються високою точністю в цілому, мають методичні похибки, які впливають на точність отримання навігаційної інформації. Методичні похибки інерціальних вимірювачів мінімізуються за допомогою алгоритмічних засобів.

Задачею запропонованого способу є збільшення точності визначення інерціальних параметрів за рахунок ліквідації алгоритмічним шляхом методичних похибок за рахунок кутів відхилення рухомих елементів та кутових прискорень корпуса об'єкта.

Для реалізації алгоритмів роботи інерціального вимірювального блоку необхідно використовувати спеціальне програмно-алгоритмічне забезпечення, яке розроблене на підставі рівнянь стану інерціальних вимірювачів.

Таким чином, інерціальний вимірювальний блок дозволяє збільшити точності визначення інерціальних параметрів високоманеврених об'єктів за рахунок мінімізації алгоритмічним шляхом методичних похибок, обумовлених наявністю уявного прискорення та кутової швидкості по перехресним осям датчиків і кутових прискорень корпуса об'єкта.

УДК 629.78.083

С.А. Кравченко, студент; Ю.Д. Шептун, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: s.kravchenko@hotmail.com

АВТОКОЛЕБАНИЕ КОСМИЧЕСКОГО БУКСИРА НА УЧАСТКАХ ДВИЖЕНИЯ С ВЫКЛЮЧЕННЫМ МАРШЕВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Рассматривается угловое движение космического буксира (КБ) вокруг центра масс на участках движения с неработающим маршевым двигателем.

Осуществляется обзор возможных программных и возмущенных автоколебаний КБ вокруг центра масс. Анализируется влияние отклонений конструктивных параметров КБ от номинальных значений на параметры автоколебаний (амплитуду, частоту, фазу колебаний, число управляющих импульсов в течение периода колебаний). Исследуется влияние возмущающих сил и моментов на колебательное движение КБ. Учитывается влияние внешних и внутренних факторов на тягу ЖРД МТ; особенности работы ЖРД МТ: максимальная продолжительность работы одного ЖРД МТ в непрерывном режиме за одно включение, продолжительность одного включения при работе в импульсном режиме, максимальная частота включения одного ЖРД МТ, максимальная пауза между включением и последующим выключением ЖРД МТ.

Принимаются следующие математические модели:

разброса тяги ЖРД МТ

1. Закон распределения – нормальный.

2. Математическое ожидание (среднее значение) – полусумма крайних значений тяги.

3. Среднеквадратическое отклонение равно полуразности крайних значений тяги уменьшенных в 3 раза,

автоколебаний

$$\ddot{\vartheta} = a_{\vartheta\delta}\delta + a_{\vartheta\vartheta}\alpha + \bar{m}_z$$

$$\delta = \begin{cases} -\partial_1 \;\; при \;\; j \geq \Delta \;\; или \;\; при \;\; m_1\Delta < j < \Delta \;\; и \;\; \dfrac{dj}{dt} < 0; \\ 0 \;\; при \;\; -m_2\Delta \leq j \leq m_1\Delta; \\ при \;\; m_1\Delta < j < \Delta \;\; и \;\; \dfrac{dj}{dt} > 0 \;\; или \;\; при \;\; -\Delta < j < -m_2\Delta \;\; и \;\; \dfrac{dj}{dt} < 0; \\ +\partial_2 \;\; при \;\; j \leq -\Delta \;\; или \;\; при \;\; -\Delta < j < -m_2\Delta \;\; и \;\; \dfrac{dj}{dt} > 0. \end{cases}$$

$$j = T_{\partial}\dot{\vartheta} + \vartheta, \qquad \alpha = \alpha_{пр} + \vartheta$$

Исследования проводятся методами математического моделирования, фазового пространства и точечных преобразований Пуанкаре.

Рассматривается устойчивость простых и сложных колебаний, анализируются бифуркационные моменты, диаграммы Кенигса-Ламерея.

Показана зависимость затрат энергии от разности импульсов диаметрально противоположных двигателей. Высказываются рекомендации, реализация которых способствует минимизации затрачиваемой энергии.

УДК 629.7.051

Д.А. Литовченко, техник; В.А. Андронов, начальник группы
ГП «Конструкторское бюро «Южное» имени М.К. Янгеля»
info@yuzhnoye.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЕМЛЕМЫХ УСЛОВИЙ ПОЛЕТА РКН НА УЧАСТКЕ РАЗДЕЛЕНИЯ СТУПЕНЕЙ

Доклад посвящен вопросу управляемости РКН типа «Циклон» на участке разделения первой и второй ступеней, а именно – в районе высот 40 – 50км.

При разделении ступеней на высотах H~45км управляемость второй ступени после разделения обеспечивается при условии не превышения углов атаки при выключении маршевой двигательной установки первой ступени заданной величины, что для фактических параметров траектории РКН эквивалентно ограничению скорости ветра. Ввиду отсутствия точной модели атмосферы для точки пуска возникает необходимость проведения зондирования атмосферы в ходе предстартовой подготовки РКН для принятия решения о возможности пуска при фактических погодных условиях.

В настоящем докладе проведен анализ мероприятий по обеспечению необходимых условий для разделения первой и второй ступеней РКН типа «Циклон» и продолжения последующего управляемого полета РКН без проведения метеорологического зондирования состояния атмосферы в диапазоне высот 30 – 50 км перед пуском.

УДК 629.783

О.И. Лурье, аспирант; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: kapudka@gmail.com

МЕТОД БЫСТРОГО ПРОГНОЗА ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ ВИДИМОСТИ ОРБИТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

В настоящее время возникает необходимость планирования сеансов сопровождения орбитальных объектов антеннами наземных станций. Подобные задачи решаются в центрах наблюдения за околоземным космосом, в центрах контроля и управления спутниковых систем, при составлении программ сопровождения космических аппаратов антеннами наземных станций связи. При этом весьма актуально снижение затрат времени на составление планов. Актуальность обусловлена, во-первых, тем, что множество объектов, которые рассматриваются при планировании зачастую многоэлементно (может включать в себя десятки космических аппаратов, если речь идет о спутниковых системах, или сотни и тысячи объектов, если рассматривается множество каталогизированных объектов в некоторой зоне высот околоземного пространства), а во-вторых, – с ограниченностью времени, отводимого на прогноз (например, если антенна спутниковой связи расположена на подвижном объекте, координаты которого меняются между сеансами связи).

Задача планирования сеансов сопровождения орбитальных объектов антеннами наземных станций включает в себя две составляющих. Во-первых, составление расписания видимости (определение для каждого интервала радиовидимости объекта моментов времени входа в зону радиовидимости и выхода из нее, также для дальнейшего составления планов сеансов сопровождения бывает полезно определение момента времени, когда угол места достигает на интервале видимости максимального значения). Вторая часть – собственно составление планов сеансов сопровождения орбитальных объектов на основе расписания видимости. Существенное время занимает именно составление расписания видимости, та как это требует предварительного моделирования движения объекта в координатах пунктовой топоцентрической системы наземной станции. Выбрать достаточно крупный шаг моделирования в этом случае не представляется возможным. Поэтому при большом числе орбитальных объектов и ограниченности времени, отводимого на составление планов, планирования с целью оптимизации использования ресурсов наземных станций может стать нецелесообразным, так как уже первый этап планирования (составление расписания видимости) занимают значительное время. Поэтому полезны методы прогноза интервалов времени видимости орбитальных объектов, не требующие существенных затрат времени.

Разработан метод быстрого прогноза моментов начала и конца интервала времени радио видимости орбитального объекта, а также момента времени, когда значение его угла места достигает максимального значения на интервале видимости. Метод основан на разделении двух составляющих движения орбитального объекта относительно точки расположения наземной станции: вначале моделируются «видимый» из наземной станции участок орбиты, а затем – с учетом периодичности, движение орбитального тела по этому участку.

УДК 629.78

Н.П. Мажаров, студент; А.А. Манойленко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: aamz@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ПРИВОД – ПАНЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ» С УЧЕТОМ УПРУГОЙ ПОДАТЛИВОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ И ДИНАМИКИ ПРИВОДА

Рассматривается КА, оснащенный поворотными панелями солнечных батарей (ПСБ), каждая из которых приводится в движение с помощью отдельного электропривода, включающего ДПТ.

Податливость элементов системы «привод-ПСБ» приводит к появлению в процессе движения упругих колебаний ПСБ.

Упругие колебания вызывают дополнительные динамические нагрузки на элементы системы, снижают быстродействие и точность при отработке программных движений, способствуют появлению незатухающих колебательных процессов, резонансных явлений и т.п.

На этапе проектирования системы «привод-ПСБ» целесообразно учесть упругую податливость элементов и рассчитать амплитуды и частоты упругих колебаний системы.

Кроме этого, движение элементов системы, вызванное воздействием момента, развиваемого двигателем привода, оказывает обратное влияние на величину этого момента (управляющего воздействия). Такое влияние может быть существенным, а поэтому при анализе динамики привода необходимо учитывать дополнительно характеристики ДПТ.

Для проведения необходимых расчетов составлена математическая модель исполнительного двигателя привода вращательного типа.

Выполнен анализ частотных свойств системы с учетом упругой податливости элементов и динамических характеристик ДПТ привода.

Исследования проведены методом математического моделирования на ПЭВМ.

Полученные результаты имеют практическую значимость и могут быть использованы в ходе проектных работ при создании КА с ПСБ.

УДК 629.78

А.И. Маслова, м.н.с.; А.В. Пироженко, вед.н.с., д.ф.-м.н.
Институт технической механики НАН Украины и НКА Украины
E-mail: maslova_anjyta@mail.ru

ЗАВИСИМОСТЬ АМПЛИТУДЫ ВЫНУЖДЕННЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ КА ОТ ПАРАМЕТРОВ КА И ЕГО ОРБИТЫ

Повышение точности стабилизации углового движения является важной задачей создания платформ космических аппаратов (КА). Ее решение предполагает тщательный анализ условий функционирования спутников и принятие обоснованных конструктивных решений, необходимых для обеспечения требуемой точности. Поэтому при разработке систем стабилизации является важным анализ влиянии одного из основных возмущающих воздействий на орбитах с высотами до 800 км – аэродинамического воздействия.

В настоящее время, в связи с развитием новых классов малых КА, в том числе, класса так называемых «университетских» микроспутников, наблюдается повышение интереса к системам гравитационной стабилизации (СГС). СГС являются одними из наиболее простых и часто применяемых систем стабилизации КА. Поэтому задача определения закономерностей влияния аэродинамического момента на относительное движение КА с СГС является актуальной.

Переменность аэродинамического момента может быть обусловлена, в частности, такими факторами, как изменения плотности атмосферы при движении спутника по орбите, зависимостью аэродинамического момента от ориентации КА относительно набегающего потока и вращением атмосферы. Проведенные ранее исследования влияния названных факторов на движение КА с СГС относительно центра масс показали, что они приводят к появлению вынужденных аэродинамических колебаний КА, которые могут существенно снижать точность стабилизации движения КА.

В докладе представлены результаты анализа влияния геометрических и инерционных параметров КА, а также параметров орбиты его движения на амплитуду вынужденных аэродинамических колебаний КА. Показано, что КА с СГС характеризуются низкой динамической жесткостью при гармоническом возмущении движения с орбитальной частотой, что может приводить к вынужденным аэродинамическим колебаниям КА с большой амплитудой и к существенному снижению их точности стабилизации. Также показано, что существенное влияние на амплитуду вынужденных аэродинамических колебаний оказывают изменения плотности атмосферы, обусловленные суточным эффектом распределения плотности атмосферы.

УДК 623.428

А.В. Мильштейн, аспирант; И.В. Дрозда, студент; В.В. Паслен, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: alexander235@rambler.ru

АЛГОРИТМ СОВМЕСТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ВРЕМЕННОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ ДАННЫХ ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

С развитием летательных и космических аппаратов актуальным становится вопрос повышения точности измерений и обработки траекторной информации. Высокие требования к точности и достоверности обусловлены тем, что по результатам траекторных измерений вырабатываются ответственные решения о качестве и пригодности летательных аппаратов.

Измерения, предназначенные для определения параметров траекторий летательного аппарата (координат, вектора скорости, углового положения в пространстве), называются внешнетраекторными. Для таких измерений используются радиотехнические (радиолокаторы) и оптические (кинотеодолиты) средства контроля траекторий.

Существующие простые методы обработки данных траекторных измерений, а также обобщенный метод и метод линейного адаптивного сглаживания имеют некоторые ограничения, поэтому они не всегда дают необходимые результаты. Методы нелинейного адаптивного сглаживания получили свое развитие в начале 70-х годов прошлого века, позволяющие совместную реализацию пространственной и временной избыточности многопараметрических данных внешнетраекторных измерений.

В совместной реализации пространственной и временной избыточности данных внешнетраекторных измерений возникают определенные трудности, обусловленные:

– нелинейностью решаемой задачи;

– многомерностью обрабатываемой информации;

– априорной неопределенностью структуры сглаживающего полинома.

Повышение точности и достоверности результатов измерений, благодаря большой избыточности совместно обрабатываемых многопараметрических данных измерений и более полному учету корреляции ошибок измерений, позволяет сделать возможным преодоление этих трудностей. Для полиномиального описания стохастических траекторий при совместной реализации пространственной и временной избыточности вводится система линейно-независимых базисных функций и вектор коэффициентов сглаживающего полинома, состав и величина которого подлежит определению в ходе обработки. Для сглаживания могут использоваться полиномы невысокого порядка, так как аппроксимации подвергаются вторичные координаты положения летательного аппарата. Происходит объединение достоинств методов последовательной реализации избыточности. Решение задачи по определению максимально правдоподобной оценки вектора коэффициентов сглаживающего полинома осуществлялась методом последовательного приближения, учитывая нелинейную зависимость вектора измерений от вектора коэффициентов сглаживающего полинома.

УДК 629.7.087.22

А.В. Мищенко, м. н. с; А.В. Пироженко, д. ф-м. н., вед. науч. сотр.
Институт технической механики НАНУ и НКАУ
E-mail: cvetochekam@rambler.ru

О РЕЗОНАНСНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ РАДИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ

Электродинамические космические тросовые системы (ЭДКТС) являются перспективными системами для увода спутников с низких околоземных орбит (НЗО), и тем самым могут послужить решением важной проблемы загрязнения НЗО отработанными космическими аппаратами и последними ступенями ракет-носителей. Вместе с тем, исследование закономерностей движения ЭДКТС и ее электродинамических характеристик представляет собой сложную задачу, решение которой требует проведения натурных экспериментов.

Разработка экспериментальной ЭДКТС связана с решением вопроса об устойчивости радиальной конфигурации системы. Несмотря на преобладающее действие гравитационного восстанавливающего момента по сравнению с моментами других сил движение системы может потерять устойчивость при резонансной подкачке энергии в ее колебания. Резонансные режимы движения ЭДКТС могут возникать из-за периодичности изменений магнитного поля Земли или тока, протекающего по тросу, имеющих место в результате орбитального движения системы.

В докладе проводится исследование возможности появления резонансных режимов и их закономерностей в движении ЭДКТС. Показано, что возникновение линейного резонанса в колебаниях перпендикулярно плоскости орбиты (по углу крена) возможно в трех случаях: если вектор магнитной индукции или ток изменяются с удвоенной орбитальной частотой, либо и вектор магнитной индукции, и ток изменяются с орбитальной частотой. Поперечные колебания ЭДКТС приводят к возникновению колебаний вдоль плоскости орбиты (по углу крена) возле некоторого смещенного относительно местной вертикали квазистационарного положения равновесия. Взаимная перекачка энергий между поперечными колебаниями и колебаниями вдоль плоскости орбиты усиливает раскачивание системы, что приводит со временем к потере ее устойчивости и сходу тел со связи.

Проведенные расчеты динамики относительного движения ЭДКТС для различных конструктивных параметров и условий функционирования показывают, что при малых токах в ЭДКТС неустойчивость наступает через довольно продолжительное время. Исходя из предназначения конкретной ЭДКТС, можно попытаться подобрать силу тока в ней так, чтобы система успевала выполнить свое полетное задание до наступления неустойчивости. Этот вопрос требует проведения дальнейших исследований.

УДК 629.783

Е.В. Мыслывец, А.А. Петров, студенты; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: olenamyslyvets@gmail.com

ИЕРАРХИЧЕСКИЙ МЕТОД ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЕАНСОВ НАБЛЮДЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАЗНЕСЕННЫХ НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ

В настоящее время актуальны задачи наблюдения многоспутниковых группировок из территориально разнесенных станций. Возможны случаи, когда задача наблюдения потребует решения для спутников систем, число космических аппаратов которых избыточно (не на всех интервалах видимости из наземных станций наблюдения спутники системы могут наблюдаться вследствие того, что ресурсы наземных станций ограничены). В этом случае необходимо решать задачи планирования наблюдения. Чаще всего оптимизация планов наблюдения основывается на том, что число наблюдений каждого объекта предпочтительно реализовывать на как можно большем числе его интервалов видимости из наземных станций, кроме того, учитывается, что наблюдение желательно реализовывать при достаточно высоких углах места.

При наблюдении спутниковых систем с избыточным космическим сегментом предпочтительно составлять планы наблюдения централизованно – учитывать в алгоритме составления плана все станции в целом. Это обеспечит более эффективное наблюдение с точки зрения названных выше показателей.

Возможен вариант параллельного составления планов в случае, если наземные станции наблюдения одинаковы. Однако используемые в наземных пункта наблюдения ресурсы зачастую отличаются по качеству и составу. В таком случае во всем множестве станций выделяются группы разного уровня приоритетности. Учет уровня приоритетности может быть реализован при параллельном составлении планов для всех станций. Для этого в качестве одного из определяющих факторов при выборе интервалов видимости космических аппаратов рассматривается уровень приоритетности станции.

Кроме того, возможна ситуации, когда ряд станций расположен стационарно, а другие станции могут менять расположение в процессе сеансов связи. В этом случае для стационарных станций планирование может быть реализовано заранее на длительное время вперед, а для станций, изменяющих свои координаты, проводится за относительно короткое время.

Поэтому, что более рационально, централизованное планирование предложено выполнять последовательно по группам станций. Вначале – план составляется для станций первого уровня приоритетности, далее, с учетом уже полученных результатов, – для станций второго уровня приоритетности и так далее. Такой подход к составлению планов назовем иерархическим.

Разработан метод составления иерархических централизованных планов. Применение метода исследовано для различных вариантов построения космического сегмента спутниковых систем.

УДК 681.5.015:629.7.05

Нгуен Ван Тхинь. аспирант каф. СУЛА, С.Н. Фирсов, к.т.н. доцент
Национальный аэродинамический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ ПОЛОЖЕНИЯ МЛА С ФИЛЬТРОМ КАЛЬМАНА

Одним из критических режимов полета малогабаритного летательного аппарата (МЛА), вертикального взлета и посадки является режим висение[1]. Возможность определения углового положения МЛА с помощью малогабаритных датчиков, таки как акселерометры, отсутствует при наличии ускоренного движения центра масс МЛА. Кроме того, прямое интегрирование сигналов, получаемых с малогабаритных датчиков угловой скорости (ДУС) всегда сопровождается значительными погрешностями из-за наличия шумов измерений и разнообразных технологических и температурных дрейфов.

Альтернативным направлением решения задачи определения угловых параметров МЛА в режиме висения, является применение расширенного фильтра Кальмана. При этом для получения качественной информации фильтр использует информацию с ДУС, представляющие собой микромеханические датчики типа ADXRS 401, а также сигналы с малогабаритных акселерометров типа ADXL103. Дусы и акселерометры производства фирмы Analog Device. Фильтр реализован на микроконтроллере ATmega128.

Применение расширенного фильтра Калмана позволило с допустимой степенью точности (рис.1) определять угловые параметры корпуса МЛА в режиме висение, а также планируется расширения применения алгоритма на все режимы работы МЛА вертикального взлета и посадки.

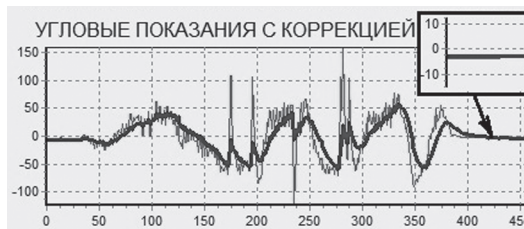


Рис. 1

1. **Фирсов С.Н.**, Малогабаритный летательный аппарат вертикального взлета и посадки/ С.Н. Фирсов, Нгуен Ван Тхинь // Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції «Наукові дослідження – теорія та експеримент 2010». – Полтава «ІнтерГрафіка», 2010. – С. 95 – 97.
2. Пат. 55410 Україна. МКІ B64C 21/00. Система керування безпілотним літальним апаратом: Пат. 55410 Україна. МКІ B64C 21/00/ А.С. Кулік, С.М. Фірсов, С.І. Таранова, Нгуен Ван Тхінь (Україна); Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковський "ХАІ". – № 55410; Заявл. 18.06.10; Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23/2010.

УДК 629.7.062.2

И.С. Несевря, инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ГІРОСИЛОВЕ УПРАВЛІННЯ ОРІЄНТАЦІЄЮ КЛА

У загальному випадку пружний КЛА, що деформується, є складною структурою, що складається з великого числа жорстких і пружних елементів і має змінні маси і конфігурації, з величезним числом зв'язків і мір свобод.

У зв'язку з цим при моделюванні такого КЛА необхідно вирішувати достатньо складну задачу, яка пов'язана з коректною реалізацією ідеалізації дійсного КЛА і з ідентифікацією параметрів його моделі.

Збільшується тривалість функціонування КЛА на орбіті, це приводить до необхідності збільшення енерговитрат. Тому завдання розробки нових, ефективніших алгоритмів управління, що забезпечують високу точність стабілізації без збільшення жорсткості пружних елементів, є дуже актуальними.

Відомо, що при значній масі КЛА найбільш ефективними виконавчими органами СУОС є гіросилові системи, які складаються з двостепеневих силових гіроскопів – гіродинів (ГД). Як приклад таких систем можна вказати космічний телескоп «Hubble», орбітальну станцію «Мир», міжнародну космічну станцію «Альфа», штучні супутники дистанційного зондування Землі, такі як «Космос 2344», супутники серії «Ресурс-ДК» та інші.

Задача гідросилового керування обертанням КЛА однією з найбільш складних серед задач управляння рухом. В зв'язку з тим, що ця задача має не єдине рішення, існує багато алгоритмів керування СГК.

Для реалізації управління були промодельовані декілька алгоритмів управління СГК. Після отримання швидкостей прецесії ГД ці швидкості подаються на СГК, де з урахуванням особливостей фізичної моделі здійснюється формування моменту управління.

Порівнюємо між собою декілька таких алгоритмів, та виявляємо найбільш вдалий алгоритм.

Порівняння адекватності алгоритмів будемо проводити по трьом критеріям:

– управляємість КЛА наприкінці маневру;

– кутова погрішність кватерніону орієнтації наприкінці маневру;

– відносна погрішність кутової швидкості.

Проаналізувавши алгоритми управління по вищеописаних критеріях можна зробити висновок, що алгоритм управління СГК по критерію мінімуму норми є стабільнішим. Тобто в його роботі можемо спостерігати певні закономірності: до кінця маневру КЛА забезпечується якнайкраща його керованість, із збільшенням часу маневру одержуємо гарантоване зменшення погрішності виконання кінцевих умов. Перевагою алгоритму з сингулярно-робастним псевдозвертанням матриці є лише точніше виконання граничних умов при невеликому часі маневру КЛА(90 секунд).

УДК 623.451.74

В.І. Нікітченко, ад'юнкт; В.В. Тараненко, к.т.н.
Державний науково-дослідний інститут авіації
E-mail: dndia@ukr.net

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СИНЕРГЕТИЧНОГО ПІДХОДУ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ БОМБ

На сьогоднішній день для ураження значної кількості легковразливих наземних цілей можуть бути використані керовані авіаційні бомби (КАБ). Для досягнення максимальної ефективності бойової частини дистанційної дії КАБ по таким цілям доцільно забезпечити задані кінцеві умови наведення (розрахункова висота підриву, задана орієнтація КАБ відносно цілі).

Відхилення точок досягнення кінцевих умов наведення КАБ від розрахункових умов пов'язане з цілим рядом причин, які врахувати завчасно з високою точністю немає можливості через нелінійний характер їх зміни.

Всі причини можна розділити на такі групи:

1. причини, що пов'язані з механічними властивостями комплексу авіаційного озброєння літака-носія (коливання в висоті, швидкості літака та помилки в роботі тримачів в момент скидання КАБ; розбіжності у масі, центрівці та формі КАБ);

2. причини пов'язані з точністю бортових систем, що використовуються при виводі літального апарату (ЛА) в точку скидання та подальших розрахунках (помилки при визначені положення точки скидання);

3. причини, які є результатом спрощень явищ, що виникають при скиданні КАБ (спрощення при розрахунку умов скидання, гіпотеза про постійність вітру, припущення, що земля не обертається та її поверхня плоска);

4. причини, що обумовлені точністю роботи системи керування КАБ.

Неврахування наведених причин призводить до значних розбіжностей в положенні розрахункової точки та кінцевої точки наведення КАБ.

Причини, що впливають на точність досягнення кінцевих умов наведення КАБ мають нелінійний характер. Так, децентрівка зі зміщенням центру мас в повздовжній осі призводить до зміни стійкості КАБ та періоду її коливань в площині скидання а зміщення центру мас в площині, що перпендикулярна повздовжній осі, суттєво впливає на значення балансувального кута атаки.

Авторами пропонується вирішення даної проблеми шляхом застосування синергетичного підходу при реалізації алгоритмів траєкторного управління КАБ. Застосування синергетичного підходу дасть можливість врахувати нелінійні параметри польоту ЛА та руху КАБ на траєкторії. Цей підхід дозволить, при невизначеності параметрів скидання, реалізувати алгоритм траєкторного управління КАБ, що дасть можливість суттєво зменшити помилку між розрахунковою точкою та фактичною точкою наведення КАБ.

УДК 629.783

С.А. Озеряный, инженер-математик III кат.; В.И. Иванов, начальник группы
Научно-производственное предприятие Хартрон-Аркос
E-mail: arkos@sovam.kharkov.ua

ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Численное интегрирование дифференциальных уравнений движения космического аппарата (КА) традиционно применяется для расчета параметров движения центра масс (ПДЦМ). Шаг интегрирования определяется по требуемой дискретности формирования этих параметров. Для ряда прикладных задач невозможно определять ПДЦМ КА с требуемой дискретностью численным интегрированием ввиду ограниченности вычислительных возможностей бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ). В этом случае шаг интегрирования может значительно превышать дискретность формирования параметров движения. Таким образом, возникает необходимость использования алгоритмов экстраполяции на интервале шага интегрирования или на более длительных интервалах до момента уточнения орбиты.

При разработке методов экстраполяции в условиях минимальных затратах ресурсов БЦВМ основной проблемой является обеспечение требуемой точности определения ПДЦМ КА. Наиболее распространенно применение экстраполяции алгоритмами, описывающими влияние второй зональной гармоники в разложении потенциала гравитационного поля Земли в ряд по сферическим функциям, при расчете элементов возмущенной орбиты КА. Недостатком этих методов является значительный объем вычислений при их реализации в БЦВМ.

Предлагается использовать экстраполяцию ПДЦМ КА полиномиальными функциями как альтернативу экстраполяции элементов возмущенной орбиты. Полиномиальные функции строятся на основе разложения в степенной ряд Тейлора-Маклорена. Исследуются методы экстраполяции полиномами второго, третьего и четвертого порядка. Для этого получены формульные схемы расчета первой и второй производной гравитационного ускорения Земли с учетом влияния второй зональной гармоники.

Проведен анализ точности и вычислительной сложности предлагаемых методов экстраполяции. Для оценки точности использовалась эталонная модель, которая основывается на численном интегрировании дифференциальных уравнений движения КА методом Рунге-Кутта четвертого порядка. По результатам моделирования можно сделать вывод, что разработанные методы могут применяться при решении практических задач.

УДК 629.76 (075.8)

Е.И. Передереев, студент; Ю.Д. Шептун, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: peredereev.ievgen@gmail.com

КОСМИЧЕСКИЙ БУКСИР КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

Космические буксиры (КБ) разработки ГКБ «Южное» имеют значения параметров, близкие к параметрам III ступени РН 11К68, характеризующейся существенной собственной динамической и структурной неустойчивостью движения, которые предопределяются формой и размерами топливных баков, обуславливающих большую свободную поверхность и малую глубину жидкости.

Для обеспечения устойчивости движения упомянутой ступени потребовалось реализовать логарифмический декремент колебаний жидкости в баках равный 1,8 – 2. Введение дополнительных демпфирующих устройств в топливные баки с целью обеспечения устойчивости неблагоприятно отражается на весовых и энергетических характеристиках ступени. В этой связи задача оценки динамических свойств космических буксиров, является актуальной.

В основу исследований положена математическая модель космического буксира, учитывающая колебания жидкости в топливных баках и инерционные свойства рулевого привода:

$$\ddot{Z} = a'_{Z\psi}\dot{\psi} + a_{Z\psi}\psi + a_{Zr_1}\ddot{r}_1 + a_{Zr_2}\ddot{r}_2 + a_{Z\delta}\delta,$$

$$\ddot{\psi} = a'_{\psi\psi}\dot{\psi} + a_{\psi r_1}\ddot{r}_1 + a_{\psi r_2}\ddot{r}_2 + a_{\psi\delta}\delta,$$

$$\ddot{r}_i = \varepsilon_i\dot{r}_i + \omega_i^2 r_i = \ddot{\psi} + a_{riZ}\ddot{Z} + a_{r_i\psi}\ddot{\psi}, (i = 1,2),$$

$$A(P)\delta = B(P)\psi + C(P)Z.$$

Динамическая устойчивость буксира оценивалась по корням характеристического уравнения КБ как объекта регулирования. Структурная устойчивость – по АФЧХ разомкнутой системы «объект регулирования с автоматом стабилизации». Реализуемые запасы устойчивости – с использованием областей устойчивости, построенных на плоскости коэффициентов усиления автоматов стабилизации. Возможные отклонения значений параметров КД от номинальных значений не учитывались. Все расчеты выполнялись в среде пакета программ MathCAD.

Исходные данные, необходимые для исследований, выбирались и назначались по материалам книги «Динамическое проектирование ракет. Задачи динамики ракет и их космических ступеней», авторы: Игдалов И.М., Кучма Л.Д., Поляков Н.В., Шептун Ю.Д., под редакцией С.Н. Конюхова, Днепропетровск, 2010. Использовались данные, соответствующие третьей ступени гипотетического носителя ГРН-21.

Расчеты показывают, что космический буксир с параметрами, выбор которых описан выше, как объект управления, имеет неблагоприятные динамические свойства.

УДК 629.015

А.А. Петров, студент; В.В. Авдєєв, д.т.н., професор
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: artempetrov89@gmail.com

МАНЕВР ПЛОСКОЇ КОРЕКЦІЇ ЕЛІПТИЧНОЇ ОРБІТИ СУПУТНИКА

Як відомо, плоска корекції еліптичної орбіти полягає в цілеспрямованій зміні її фокального параметру, ексцентриситету і аргументу перицентра. Розробці алгоритму розрахунку програми маневру плоскої корекції присвячені роботи багатьох авторів (Кіфоренка, Васильєва, Пасічника, Юріна, Ситіна та інших), зосереджених останнім часом на використанні двигуна малої тяги (ДМТ).

Практичне значення проведених в цих роботах досліджень пов'язане з поширеним використанням електроракетних двигунів – ДМТ для виведення супутників на робочі орбіти та їх підтримання і полягає у визначенні оцінок показників альтернативних варіантів програми маневрування.

Юріним розроблений алгоритм розв'язку варіаційної задачі розрахунку оптимальної за критерієм швидкодії програми корекції розмірів орбіти, її форми та розташування осі апсид з ДМТ постійної величини, направленої вподовж трансверсалі. На кожному витку корекції мають місце дві активні дільниці: розгінна та симетрична їй гальмівна, тривалість та положення яких на орбіті є параметрами управління, що визначаються ітераційним шляхом.

Але поряд з розробленими алгоритмами чисельного розв'язку задачі оптимізації маневру корекції для виявлення основних факторів, що впливають на показники маневрів, необхідні їхні наближені оцінки. В доповіді отримані оцінки показників маневру корекції ексцентриситету орбіти з використанням ДМТ трансверсального реверсивного напряму. Приймаються припущення, що висота перигею початкової орбіти не менше 600 км, її початковий ексцентриситет в межах 0.01 – 0.15, тягооснащенність супутника 10^{-5} … 10^{-4}.

В імпульсній постановці задачі відомо, що для зменшення ексцентриситету розгінний приріст швидкості надається в апогеї орбіти, а гальмівний у перигеї. Для випадку використання ДМТ зменшення ексцентриситету очевидно може бути отримано в результаті багатовиткового маневру, якщо на кожному витку мають місце дві активні дільниці: розгінна в околі апогею і гальмівна в околі перигею. З використанням підходу Ситіна отримана наближена аналітична оцінка зв'язку між поточним ексцентриситетом і фокальним параметром. Наявність такої оцінки дала можливість розрахувати період обертання супутника після виконання мети маневру – корекція ексцентриситету, що дозволило визначити її тривалість.

Показано, що похибка отриманих оцінок показників маневру – кількість витків, тривалість і величина необхідного підсумкового приросту швидкості – не перевищує 15 %.

УДК 629.783

А.А. Петров, Е.В. Мыслывец, студенты; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: artempetrov89@gmail.com

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ МЕТОД ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЕАНСОВ НАБЛЮДЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАЗНЕСЕННЫХ НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ

В настоящее время все более актуальны задачи контроля многоспутниковых систем (космический сегмент которых содержит десятки, или, как предполагается в перспективе, – сотни и тысячи космических аппаратов). Эти задачи решаются с использованием территориально разнесенных наземных станций наблюдения. Космический сегмент такой системы может быть избыточен не только для одной наземной станции, но для всех наземных станций, входящих в систему слежения. Иными словами, не на всех интервалах видимости из наземных станций космические аппараты могут быть наблюдаемы, и не все из них могут наблюдаться на заданном отрезке времени вследствие недостаточности ресурсов наземных станций. Повышение эффективности решения задачи наблюдения спутников космического сегмента (например, увеличение числа интервалов видимости каждого космического аппарата, на которых реализуется его наблюдение на заданном отрезке времени) может быть достигнуто за счет выполнения централизованного планирования: планы наблюдения составляются не для каждой станции отдельно, а для всех станций наблюдения комплексно.

В данной работе эта задача рассмотрена для случая, когда все используемые наземные станции абсолютно одинаковы по составу и качеству функционирования всех имеющихся ресурсов наблюдения. Для имеющихся одинаковых станций с заданными координатами местоположения планы наблюдения предложено составлять ***параллельно***. Имеет в виду, что при принятии решения о том, какой космический аппарат будет наблюдаться на текущем интервале видимости, а какой – нет, учитываются показатели их наблюдения на предыдущих и последующих интервалах видимости не только для одной станции, но для всех имеющихся станций наблюдения. Такой подход был предложен на предыдущей конференции «Человек и космос» [1] и в других работах авторов. Однако описанный в [1] подход основывался на выделении «группировок» моментов времени, когда углы места космических аппаратов достигают максимумов на интервале видимости (кульминационных значений углов места) и размещении интервалов времени сеансов наблюдения в их окрестности. В данной работе предлагается пошаговое движение по времени и «сквозной» анализ расписаний видимости всех наземных станций на текущий момент времени. Предложенный метод исследован для случая низкоорбитальных круговых и слабоэллиптических систем разной степени «избыточности» (число космических аппаратов в сегменте в заданное число раз превышает необходимое для однократного покрытия).

1. **Петров А.А.** Оптимизация планов наблюдения орбитальных объектов из территориально разнесенных наземных станций./ А.А. Петров, Е.В. Мыслывец, Т.В. Лабуткина. XII Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і космос»: Збірник тез – Дніпропетровськ, 2010. – С. – 140.

УДК 629

А.Д. Саспаева, научный сотрудник, К.С. Жилисбаева к.ф.-м.н., доцент
ДТОО «Институт космических исследований»
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
E-mail: altynas@mail.ru

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКА В ГРАВИМАГНИТНОМ ПОЛЕ

В данной работе рассматривается обратная задача динамики экваториального динамически симметричного спутника, на борту которого установлены сильные магниты. Тогда движение спутника определяется в основном взаимодействием его магнитного момента с магнитным полем Земли, и действием других сил в первом приближении можно пренебречь. Однако в ряде задач о движении спутника в геомагнитном поле возникает необходимость учитывать влияние гравитационных сил. Например, при магнитной стабилизации спутников гравитационный момент вызывает нежелательные нутационные колебания оси собственного вращения спутника. Поэтому в такой постановке решение обратной задачи динамики спутника является актуальной.

Решение задачи сводится к построению систем дифференциальных уравнений. Определяется силовое поле по заданным первым интегралам уравнений движения.

Для решения этой задачи составляются необходимые и достаточные условия того, что заданные выражения являются первыми интегралами. Эти условия составляют систему уравнений относительно правых частей строящихся уравнений, решив которые, получаем искомую систему динамических уравнений Эйлера.

Поставленная задача имеет в общем случае неоднозначное решение. Поэтому обратная задача динамики решается в сочетании с задачами устойчивости и оптимальности заданного движения, и вообще, в сочетании с дополнительными требованиями относительно динамических показателей движения рассматриваемой механической системы. В данной работе найдены необходимые и достаточные условия устойчивости частного решения обратной задачи динамики намагниченного спутника в геомагнитном поле с учетом влияния гравитационного момента.

1. **Белецкий В.В.**, Хентов А.А. Вращательное движение намагниченного спутника. – М.: Наука, 1980. – 260 с.

2. **Галиуллин А.С.** Методы решения обратных задач динамики. – М.: Наука, 1986. – 224 с.

3. **Karlyga Zhilisbaeva**, Asem Saspaeva. Inverse problem for a symmetrical satellite in geomagnetical field. // 6-th Internanional ISAAC Congress, 13 -18 august 2007, Ankara, Turkey.

УДК 629.7.085

В.А. Середа, к.т.н., вед. инженер каф. ракетных двигателей
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»
E-mail: sereda_vlad@ukr.net

ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ НАЗЕМНЫХ ПУСКОВЫХ УСТРОЙСТВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Предложена комплексно-сопряженная модель рабочих процессов наземных пусковых устройств (НПУ) беспилотных летательных аппаратов (БЛА), содержащая обратную связь между нестационарным пространственно неоднородным течением и динамикой подвижных частей трансмиссии. На основе разработанной модели проведены исследования множества различных типов катапульт (пневматической, вакуумной, пневмогидравлической, пороховой и т.д.) с приводом в виде тепловой расширительной машины, которые позволили выделить НПУ в отдельные классы согласно особенностям закона распределения тягового усилия:

1. регрессивный;
2. постоянный;
3. прогрессивный.

Приводы НПУ с регрессивным законом тяги обеспечивают снижение по времени действующего на подвижные звенья трансмиссии усилия ввиду падения давления в расширительной машине.

Расширительные машины катапульт с постоянным законом тягового усилия обеспечивают неизменное по времени давление в течение всего периода работы НПУ.

Приводы НПУ, обеспечивающие прогрессивный закон тяги действуют по принципу увеличения давления в расширительной машине по времени.

Наиболее предпочтительным законом распределения тягового усилия является прогрессивный закон, т.к. позволяет с возрастающей перегрузкой придать необходимую полетную скорость БЛА определенной массы на меньшей длине направляющей.

Результаты проведенных исследований обеспечивают возможность детерминированного принятия проектного решения по выбору того или иного типа наземных систем старта, ориентируясь в особенностях динамики разгона БЛА. Предложенная классификация позволяет выработать комплекс мероприятий по изменению или корректировке законов усилия путем модернизации привода или трансмиссии.

УДК 629.7.025

А.А. Сидоров, аспирант, Н.М. Дронь, проф., д.т.н.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ УКАЗАТЕЛЯ ПОТОКА АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Выбор параметров указателя потока является сложной оптимизационной задачей. Стремление получить максимальный коэффициент крена косого обдува может привести к получению характеристик, что будут неприемлемы с технологической или эксплуатационной точки зрения. Однако можно определить факторы, влияющие на момент крена и их долю в общем значении этого параметра[1].

Рассмотрим указатель потока в наиболее интересных для нас случаях, а именно на малых скоростях полета и для малых углов атаки указателя.

Первый случай выбран потому, что традиционные датчики потока имеют наименьшие точностные характеристики при малых скоростях набегающего потока, которые наблюдаются в режиме взлета/посадки и зависания на одном месте и малом ходе (для вертолетов). Для этих режимов полета большой вклад в углы атаки и скольжения вносит составляющая скорости набегающего потока, вызванная естественным перемещением воздушных масс (ветер и восходящие/нисходящие слои воздуха при наличии контраста температур воздух-поверхность земли) или килеваторные потоки [2].

Второй случай интересен тем, что он определяет точностные характеристики системы, чувствительность датчика и ограничивает шарнирные моменты.

Результаты расчетов, выполненных по известным аналитическим зависимостям и результатам продувок, показывают, что для обоих случаев основным определяющим фактором будет влияние поперечной V-образности на момент крена. Однако определив вклад в момент крена составляющих от геометрических составляющих флюгарки при больших значениях аэродинамических углов, стоит отметить значительный вклад стреловидности и формы концов крыльевой поверхности.

1. **Дронь Н.М.** Угловая стабилизация вращающихся летательных аппаратов: монография/Н.М. Дронь. – Д: Вид-во ДДУ, 1996. – 186с.
2. Rolling Moment in a trailing vortex flow field/ [O.J. McMillan, R.G. Schwind, J.N. Nielsen, etc]. – California: Nielsen Engineering & Research, 1977. – (NEAR TR 129).

УДК 629.78

Я.В. Степанюк, студент; А.А. Манойленко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: aamz@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ УГЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Рассматривается КА, оснащенный поворотными панелями солнечных батарей (ПСБ), каждая из которых приводится в движение с помощью электропривода, включающего ДПТ.

Анализ частотных свойств и точностных характеристик системы «привод-ПСБ» является актуальной задачей и должен выполняться на основе полной системы дифференциальных уравнений, учитывающих массово-инерционные и центровочные характеристики системы, характеристики привода и системы управления (СУ). Частотные свойства зависят от геометрических и массовых характеристик ПСБ. Упругие колебания – одна из причин появления динамических ошибок в системе при отработке программных движений. Анализ необходим для согласования диапазона рабочих частот СУ, частотных характеристик системы и для определения точности позиционирования ПСБ относительно заданного углового положения.

Возмущающие факторы, связанные с упругой податливостью элементов системы, проявляются в основном вначале (при разгоне) и в конце поворота ПСБ (при торможении). Упругие колебания успевают затухнуть на участке разгона, если затем имеется участок движения ПСБ с постоянной угловой скоростью. Критичным является участок торможения ПСБ, на котором наблюдается снижение точности позиционирования и быстродействия при выполнении движения. Расчетное время для типового процесса движения ПСБ увеличивается за счет времени необходимого для затухания упругих колебаний.

В связи с этим необходимо оценить влияние упругих элементов системы на динамическую ошибку позиционирования ПСБ.

В работе рассмотрено движение системы относительно заданного углового положения. Составлены математическая модель исполнительного двигателя привода вращательного типа и дифференциальные уравнения для анализа движения системы. Выполнен анализ динамики системы с учетом коэффициентов жесткости редуктора, инерционных характеристик системы, ротора ДПТ и редуктора.

Исследования проведены методом математического моделирования на ПЭВМ. Полученные результаты имеют практическую значимость и могут быть использованы в ходе проектных работ при создании КА с ПСБ.

УДК 629.76.01

Л.С. Стрелецкая, студентка; А.П. Лебедь, к.н.т., доцент; Т.В. Кущ, студент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: lilia-a-angel@ukr.net

MEMS-ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧЕ НАВИГАЦИИ БИНС

В настоящее время почти глобальными и принципиальными тенденциями изменения облика современных систем управления, используемых на объектах аэрокосмической техники, стала миниатюризация и сохранение функциональности. Системы навигации приемлемых размеров, цены и массы, функционирующие в условиях полёта, могут быть созданы с использованием датчиков на базе MEMS-технологий, завоёвывающих потребительский рынок и в области ракетно-космической техники.

Представлено математическое описание задачи навигации и задачи ориентации бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС). Задача ориентации позволяет провести математическое моделирование инерциальной системы координат (СК) вычислением матрицы перехода от связанной СК, в которой размещаются датчики БИНС, к инерциальной СК.

В литературе всё больше внимание уделяется чувствительным элементам БИНС на основе MEMS-технологий. Рассмотрены микроэлектромеханические системы, их функции, массовые характеристики, габариты и энергопотребление, описывается технология MEMS. Представлена информация по вопросам применения, конструкции и функционирования современных высотомеров на базе кремниевых датчиков давления, микромеханических навигационных датчиков на примере гироскопических приборов, микромеханических гироскопов и акселерометров компаний ЗАО «ГИРООПТИКА», НИИ ПМ им. В.И. Кузнецова Motorola, Bosh, Analog Devices и другие.

Чувствительные элементы микромеханических гироскопов и акселерометров имеют различные конструктивные схемы с осями чувствительности, лежащими как в плоскости подвеса подвижной механической части, так и в плоскости, перпендикулярной к ней, что позволяет сохранять плоскую форму электромеханической микросборки.

Применение MEMS-технологий в задачах навигации БИНС позволяет на порядок уменьшить вес системы навигации, увеличить точность, не изменяя при этом ее стоимость. Благодаря этому становится возможным создание и выведение на орбиты малых (до 500кг), микро- (до 100кг) нано- (до 10кг), и пико космических (до 1кг) аппаратов различного назначения.

УДК 355.58

К.В. Суховеева, студентка, Ю.Д. Шептун, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: aintsquirell@gmail.com

АВТОКОЛЕБАНИЯ В СЛЕДЯЩЕМ ГИДРОПРИВОДЕ С ОДНОШТОКОВЫМ ГИДРОЦИЛИНДРОМ В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА

В одноштоковом гидроцилиндре следящего гидропривода реализуется существенно нелинейная зависимость между рабочей площадью поршня и направлением движения поршня со штоком. Такая нелинейность может обуславливать существенные особенности а движении привода, которые в известной литературе не отражены.

В докладе рассматривается возможность возникновения автоколебаний привода в режиме холостого хода, зависимость параметров автоколебаний (амплитуды и частоты) от соотношения рабочих площадей поршня в безштоковой и штоковой полостях.

Исследования выполнены методами фазового пространства, точечных преобразований Пуанкаре, теории бифуркаций.

Получены функции последования, построены диаграммы Кенигса-Ламерея, рассмотрены условия, при реализации которых продольные колебания штока гидроцилиндра являются устойчивыми.

Результаты исследований целесообразно использовать при проектировании следящих приводов.

УДК 681.5.09: 629.783

А.Н. Таран, ассистент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: TaranPost@gmail.com

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Одним из перспективных путей увеличения срока активного существования космических аппаратов (КА) является обеспечение отказоустойчивости бортового оборудования, и в особенности систем угловой ориентации (СУО), так как ни одна из подсистем КА не решит поставленных перед ней задач при отказе СУО. Анализ подходов к решению данный задачи показывает, что наиболее перспективным является системный подход к обеспечению активной отказоустойчивости технических систем, основанный на использовании минимально-избыточных схем резервирования, глубоком диагностировании функционального состояния системы и гибкого восстановления за счет сигнальной, структурной и параметрической избыточностей.

В работе рассматривается электромаховичная СУО КА, содержащая минимально избыточное количество исполнительных двигателей маховиков (ДМ) и датчиков угловой скорости (ДУС), установленных по пирамидальной схеме. СУО рассматривается как комбинация устройства автоматического управления (УАУ) и объекта автоматического управления (ОАУ). Предполагается, что в ОАУ имеют место отказы, приводящие к изменению статических и динамических характеристик его элементов, что в свою очередь вызывает отклонение траектории движения КА от номинальной. За счет глубокого диагностирования функционального состояния ОАУ мы можем определить место, класс и вид отказа, а также определить величину отклонения прямых диагностических признаков от их номинальных значений. Задача восстановления работоспособности при этом сводится к формированию управляющих воздействий, обеспечивающих стремление к нулю вектора невязки между выходом эталонной модели и переменными состояния системы.

Предлагается восстанавливать номинальное движение ОАУ за счет сигнальной и параметрической подстроек, а также реконфигурации аппаратуры. Реализация сигнальной и параметрической подстройки осуществляется непосредственно в УАУ, за счет искажения управляющих сигналов и сигналов датчиков обратной связи (сигнальная подстройка), а также изменения коэффициентов регулятора (параметрическая подстройка). Восстановления работоспособности ОАУ реконфигурацией аппаратуры состоит в использовании лишь исправных функциональных элементов, в то время как отказавший элемент исключается из контура управления. Данный метод используется для компенсации видов отказов, приводящих к окончательному выходу из строя одного из ДМ или ДУС. Управляющее воздействие при этом перераспределяется между работоспособными исполнительными органами за счет реконфигурации матрицы управления. Восстановления значений угловой скорости вращения КА осуществляется за счет реконфигурации матрицы измерений.

УДК 521.6:629.783(477)

А.В. Тен, студент, В.В. Курінний, старший викладач
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: kvalera@ua.fm

ПРОГРАМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОРБІТИ ЗА ДАНИМИ КАТАЛОГІВ NORAD

Характерною тенденцією сьогодення та найближчого майбутнього є збільшення інтересу до незалежного контролю за рухом космічних апаратів (КА). США та РФ створили системи контролю космічного простору, на які покладено завдання визначати та каталогізувати космічні об'єкти (КО). Це призвело до того, що дані про поточні параметри орбіти відкрито публікуються в Інтернет. Наприклад можна використовувати вільно розповсюджувані каталоги північноамериканського аерокосмічного управління оборони NORAD та національного космічного агентства США NASA. К даним цих каталогів додаються програми обробки даних та розрахункові формули за якими вони працюють, а також документація, в якій описано структуру каталогів та принцип роботи програмного забезпечення.

Найчастіше дані каталогів підлягають подальшій обробці. Але при цьому виникають ряд труднощів. По-перше програми обробки написані для MS DOS, і не працюють в Windows 7, виводять дані на екран, але не зберігають їх у файл і саме головне – програми не виводять проміжні результати розрахунків (наприклад швидкість в трансверсальному та радіальному напрямі), які дослідників цікавлять не менше ніж основні дані. По-друге дані каталогів апроксимовані не під математичну модель, для якої можуть бути застосовані різні методи апроксимації та інтегрування рівнянь, а саме для програмної реалізації. По-третє програми NORAD \ NASA мають реалізацію на Паскалі та Фортрані, а тому не оптимальні для сучасних процесорів.

В докладі пропонується алгоритм та програмна реалізація модуля, розробленого на VBA, що дозволяє відтворювати алгоритм роботи програм NORAD \ NASA, працювати з 5 математичними моделями, безпосередньо проводити будь які розрахунки в програмах зручних для користувача (в Excel або Access) та максимально використовувати можливості сучасних процесорів, такі як паралельні розрахунки, підвищена швидкість обробки процедур із цілими змінними, зменшення часу на одночасний розрахунок подібних функцій, наприклад синуса і косинуса в матрицях переходу та прискорення матричних операцій за рахунок алгоритмів, що використовують більший об'єм оперативної пам'яті. Цінність розробленого алгоритму в тому, що при використанні програмного забезпечення для якого розрахунки на VBA не доцільні, а підключення бібліотек dll несе ряд суттєвих труднощів (наприклад Maple, Mathematica тощо) є можливість відтворювати програмний модуль за короткий час.

Показується ефективність використання модуля при визначати в автоматичному режимі факту і типу маневру КА, прогнозуванні «вікон старту» ракет-носіїв та ймовірності зіткнення КА та КО. Порівнюється ефективність використання модуля для VBA з прямим переносом програмного коду на Паскалі в Delphi та можливості використання dll з вхідним кодом на Фортрані для подальшої обробки в Excel.

УДК 629.76
А.В. Тищенко, студент; А.М. Кулабухов, к.т.н., доцент; Е.А. Кулабухова, ст. преп.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Aramaist@gmail.com

СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОГО НАНОСПУТНИКА

В настоящее время для подготовки специалистов в области разработки и создания ракетно-космической техники ведущими вузами мира активно создаются малые космические аппараты. С 2008 года четыре ВУЗа Украины: Днепропетровский Национальный университет им. Олеся Гончара, Национальный аэрокосмический университет им. Жуковского «ХАИ», Национальный технический университет Украины «КПИ», Харьковский Национальный университет радиоэлектроники «ХНУРЭ» приступили к реализации проекта «Университетский наноспутник Украины». Цель проекта – создание лабораторного практикума по управлению малыми космическими аппаратами, проведению съемок Земной поверхности, приему и обработке спутниковой информации.

Университетский наноспутник оснащается бортовым вычислительным комплексом, в состав которого входит микропроцессорный контроллер, питающийся от системы энергоснабжения, включающей блок аккумуляторных батарей, подзаряжаемых от солнечных батарей. К контроллеру подключены магнитометр, аппаратура спутниковой навигации, цифровой фотоаппарат, датчики температуры, а также телеметрическая и командная радиолиния. Магнитометр подключается через порт RS-422, цифровой фотоаппарат и GPS-навигатор – через USB порты. Контроль и управление солнечными батареями и системой энергоснабжения осуществляется через USB порт.

Для осуществления фотографирования Земли необходимо системой навигации сориентировать спутник в нужном направлении. В качестве способов ориентации спутника рассмотрены ориентация по магнитному полю и инфракрасному излучению Земли, ориентации на звёзды и на Солнце. Из соображений экономии энергетических и денежных средств выбрана система ориентации на Солнце с помощью солнечных батарей и вектора магнитного поля Земли.

Для определения вектора магнитного поля применяется трёхосевой магнитометр. Направление и величина вектора магнитного поля Земли в месте расположения спутника находится из модели магнитного поля Земли, в которой используются координаты спутника, получаемые от GPS-навигатора.

Системой угловой ориентации и стабилизации по вектору магнитного поля Земли и сигналам от солнечных батарей рассчитываются управляющие моменты, которые необходимо создавать электромагнитами для ориентации спутника в нужном направлении. Рассчитанные сигналы подаются по восьмиразрядной шине GPIO0 через блок усилителей на электромагниты.

После осуществления ориентации спутника и достижения заданных координат производится фотографирование поверхности Земли. Полученные фотоснимки по CAN порту через телеметрическую радиолинию отправляются на наземную станцию для дальнейшей обработки.

УДК 629.7.615

Т.В. Тузниченко, студент; Н.С. Ащепкова, ст. преподаватель
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: tusnichenko_t@ukr.net.

АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ «МАЛОГАБАРИТНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ С ПОДВИЖНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ»

В настоящее время всё чаще используются малогабаритные КА с подвижными элементами конструкции. Их стабилизация и ориентация осуществляется пассивными или полуактивными системами управления. Некоторые особенности вращательного движения КА с массовой асимметрией обусловлены недиагональностью и нестационарностью тензора инерции.

Взаимное влияние движений корпуса и подвижных элементов конструкции, обусловлено недиагональностью тензора инерции системы. Оценим возможность отработки возмущений параметров движения системы путём отклонения солнечных батарей (СБ) относительно КА.

Математическая модель движения системы «КА с подвижными элементами конструкции», составленная с учетом изменения конфигурации системы может быть записана в виде:

$$J_{xx}\cdot\ddot{\vartheta}-J_{xz}\cdot\ddot{\psi}-J_{yz}\cdot\dot{\psi}^2+J_{xz}\cdot\dot{\psi}\cdot\dot{\vartheta}=a_{11}\cdot\ddot{\gamma}_{\vartheta},$$

$$J_{zz}\cdot\ddot{\psi}-J_{xz}\cdot\ddot{\vartheta}-J_{xy}\cdot\dot{\vartheta}^2-J_{yz}\cdot\dot{\psi}\cdot\dot{\vartheta}=a_{21}\cdot\ddot{\gamma}_{\psi},$$

$$\ddot{\gamma}_{\vartheta}=a_{31}\cdot\dot{\gamma}_{\vartheta}+a_{32}\cdot\ddot{\vartheta}+M_x,$$

$$\ddot{\gamma}_{\psi}=a_{41}\cdot\dot{\gamma}_{\psi}+a_{42}\cdot\ddot{\psi}+M_z$$

где a_{ik} $(i=1,2,3,4;\ k=1,2)$ – коэффициенты.

При написании уравнений сделаны следующие допущения:

1) масса СБ составляет до 10% от массы КА;

2) отсутствует относительное движение КА и СБ по координате γ_{φ} ;

3) тензор инерции системы изменяется настолько медленно, что можно пренебречь слагаемыми, которые содержат производные по времени от элементов тензора инерции.

Анализ колебаний вокруг центра масс системы «КА с подвижными элементами конструкции» позволяет сделать следующие выводы:

1) если тензор инерции системы «КА с подвижными элементами конструкции» диагональный, то возможно отработать начальные возмущения параметров движения υ, ψ путём отклонения СБ;

2) если тензор инерции системы «КА с подвижными элементами конструкции» недиагональный, то возможность отработки начальных возмущений параметров движения υ, ψ путем отклонения СБ зависит от величин начальных возмущений, скоростей относительного движения СБ и недиагональных элементов тензора инерции системы.

УДК 681.2, 528.5

А.В. Федоров, соискатель; В.Н. Федоров, к.т.н., доцент
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
E-mail: AFedorov@mts.com.ua

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК УСКОРЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕРИДИАНА НАЗЕМНЫМ МАЯТНИКОВЫМ ГИРОКОМПАСОМ СО СВОБОДНЫМ В АЗИМУТЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

Выполнение различного рода маркшейдерских, геодезических и специальных работ требует многократного определения положения географического меридиана в месте измерения, поэтому указанная операция должна быть выполнена точно и по возможности быстро. Применяемые традиционно для решения этой задачи наземные маятниковые гирокомпасы имеют период прецессионных колебаний порядка 7 минут, примерно столько же времени уходит на разгон ротора гирокомпаса до номинальной скорости вращения.

Исторически первой из получивших широкое распространение была методика определения меридиана по точкам реверсии – по крайним отклонениям оси гирокомпаса от положения географического меридиана. Минимальным временем измерения в этом случае является время разгона ротора плюс время одного периода прецессионных колебаний прибора, т.е. около 14 минут. Указанное время можно существенно сократить, если наблюдать за текущим азимутальным движением гирокомпаса и идентифицировать начальные условия его движения. Опыт показывает, что достаточным является наблюдение за 0,3-0,4 периода прецессионных колебаний.

Если вокруг оси подвеса гирокомпаса действует постоянный неконтролируемый момент, то положение равновесия колебаний смещается на величину, зависящую от величины указанного момента. Для борьбы с указанной погрешностью применяются дополнительные меры – пуск вблизи неустойчивого положения равновесия, пуск при измененном значении скорости вращения ротора и пр. В случае применения таких мер время измерения увеличивается на 0,3-0,4 периода прецессионных колебаний плюс время переориентации (доразгона) ротора.

Для одновременного определения как начального положения оси гирокомпаса, так и смещения положения равновесия колебаний из-за действия неконтролируемого момента в одном пуске предложена методика, основанная на анализе нелинейного азимутального движения гирокомпаса.

Наиболее выигрышной с позиций сокращения времени измерений при сохранении заданной точности, с нашей точки зрения, является методика, основанная на анализе азимутального движения гирокомпаса при наперед заданном изменении скорости вращения ротора. Для набора информации может быть использован режим разгона ротора, в предыдущих методах являвшийся «балластным». Общее время измерения в этом случае лежит в пределах 4-5 минут.

На основании машинного моделирования процесса измерений каждой из рассмотренных методик даны рекомендации по их применению.

УДК 629.7.062.2

Е.Ю. Фесенко, инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ УГЛОВЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ НАНОСПУТНИКА

Основной задачей датчиков системы ориентации и стабилизации является определение углового положения наноспутника (ориентация проводится либо по угловому положению относительно солнечных лучей с дополнительной обработкой полученных результатов, либо по магнитному полю Земли).

Задачи, решаемые блоком управления угловым положением (БУУП) определяются прежде всего типом и назначением КА. Общее назначение БУУП для всех видов КА заключается в обеспечении устойчивого движения относительно центра масс при наличии различных возмущающих воздействий.

Сама система угловой стабилизации (СУС) не решает самостоятельных задач. Она обеспечивает нормальное функционирование систем управления движением центра масс при различных маневрах КА, а также способствует успешной работе специального оборудования, устанавливаемого на аппаратах, с целью исследования космического пространства и земной поверхности.

В режиме нормального орбитального полета СУС удерживает заданную ориентацию осей связанной системы координат относительно подвижной ориентированной и, в сущности, является системой ориентации. По длительности работы это основной режим. В условиях космоса, где отсутствует какое-либо естественное демпфирование, возникает еще одна очень важная проблема: демпфирование колебаний. Особенно остро эта проблема стоит при создании пассивных систем угловой стабилизации. Перед включением корректирующей орбиту двигательной установки СУС должна задать требуемую ориентацию вектора тяги этой установки и удерживать аппарат в этом положении в течение времени действия корректирующего импульса. Для решения этих задач устанавливают основную систему ориентации и БУУП, который работает только в период действия корректирующего импульса.

На наноспутнике устанавливаются различные научные приборы. Большинство из этих приборов в состоянии выполнить поставленные перед ними задачи только при наличии на объекте БУУП, удовлетворяющего заданным требованиям по точности.

УДК 681.5.09

С.Н. Фирсов, к.т.н., доцент, доцент кафедры СУЛА
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: Firsov@d3.khai.edu

МИНИМАЛЬНО-ИЗБЫТОЧНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ ДВИГАТЕЛЕЙ-МАХОВИКОВ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НЕСИММЕТРИЧНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Анализ перспективных и приоритетных космических программ показывает, что на сегодняшний день актуальным является создание не симметричных малогабаритных космических летательных аппаратов (МКА) предназначенных для решения разнообразных задач (дистанционное зондирование поверхности Земли, связь, навигация и др.) и способных активно существовать на околоземной орбите не менее 15 лет. Эти обстоятельства определяют необходимость решения разработчиком задач выбора типа и вариантов компоновки двигателей маховиков (ДМ) в электромеханических исполнительных органах (ЭМИО) систем стабилизации и ориентации (СОС) МКА.

Одна из основных проблем, возникающая при проектировании избыточного ЭМИО, устанавливаемого на несимметричном МКА, связана с выбором числа и схемы установки ДМ на МКА. Для не симметричного МКА необходимо с учетом этой несимметрии формировать соответствующие управляющие моменты. Иными словами необходимо формировать располагаемую поверхность управления с учетом особенностей подобных МКА. При этом значения параметров деформации области управления $k_i \quad i = \overline{1,3}$, определяются параметрами, характеризующими степень несимметричности – видом и значениями тензора инерции МКА.

Путем сравнения углов установки не коллинеарного ДМ в схеме NASA при отказе произвольного соосного ДМ для случая симметричного и не симметричного МКА с желаемыми углами установки ДМ избыточного ЭМИО, построенного по пирамидальной схеме, как при номинальном функционировании блока, так и при отказе произвольного ДМ для случаем симметричного МКА и несимметричного МКА, определено, что углы для различных компоновочных схем избыточного ЭМИО при возникновении полных отказов произвольного ДМ идентичные. Полученный результат свидетельствует о приоритетности применения в качестве исполнительных органов, избыточных ЭМИО, построенных на базе ДМ, расположенных по граням четырехгранной пирамиды. Данная компоновка позволяет: формировать выпуклую пространственную фигуру допустимого управления, образуемую движением результирующего управляющего момента, близкую к эллипсоиду моментов инерции МКА; гибко обеспечивать требования к динамическим возможностям МКА как в номинальном так и в аварийном режимах работы избыточного ЭМИО; диагностировать и восстанавливать частичные и полные отказы избыточного ЭМИО в режиме реального времени; парировать полные отказы, причем количество полных отказов определяется количеством резервных (избыточных) ДМ в ЭМИО.

УДК 551.46.086

В.А. Яшков, аспирант;
А.А. Порунов, к.т.н., профессор; Д.Д. Губайдуллин, студент
Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева
E-mail: yavitalic@yandex.ru

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПНЕВМОПИТАНИЯ СТРУЙНОГО ДАТЧИКА УГЛОВОЙ СКОРОСТИ

Одним из определяющих звеньев в структуре измерения угловой скорости является формирователь затопленной струи (нагнетатель). К миниатюрным нагнетателям предъявляется комплекс требований, основными из которых являются: максимальный массовый расход по каналам измерительного преобразователя в пределах (0,7-1800) · 10-7 кг/с при напоре до 400 Па, в зависимости от диапазона измерения, длины ламинарного участка, динамики струи и диаметра формирующего сопла; высокая временная (до 1% от номинального значения) и температурная (до 0,2-0,5% 10К) стабильность массового расхода в рабочей камере измерительного преобразователя; миниатюрность (не более 30 · 10-3 дм3) и низкое энергопотребление (до 2 Вт); высокая надежность (вероятность безотказной работы за 1000 час не ниже 0,999) и долговечность (не ниже 10000 час); эксплуатационные воздействия в соответствии с комплексом стандартов.

В работе исследована возможность применения микронагнетателей с плавающим диском, мембранных микронагнетателей с закреплением колебательного элемента по периферии (электромагнитные, пьезокерамические), в центре и по узловой окружности. Проведенный анализ технических характеристик существующих нагнетателей различного типа показал, что наибольший интерес представляет разработка и исследование нагнетателей с пьезокерамическим приводом, которые удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к термоанемометрическому преобразователю струйного датчика угловой скорости.

Недостатками известных электромеханических нагнетателей являются малый КПД, работоспособность только в замкнутых каналах измерительных устройств, не сообщающихся с атмосферой, возможность заклинивания диска при значительных колебаниях температуры, а также его залипание в одном из крайних положений вследствие технологической ассиметрии магнитной системы. Нагнетатель с электромагнитным приводом нагнетательного элемента состоит из электромагнитной акустической системы ДЭМШ, корпуса, крышки, приемного сопла и шайбы. Переменное пульсирующее магнитное поле, создаваемое импульсным током, протекающим по обмоткам ДЭМШ-1А, расположенным в корпусе, взаимодействует с диафрагмой и вызывает ее упругую деформацию, в результате чего в каналах поочередно возникает пульсирующий поток воздуха, который соплами формируется в струю воздуха. При проектировании нагнетателя наиболее важна полная информация о температурных и временных изменениях параметров конструкции, а также важен правильный выбор конструкторских материалов и режима работы вибратора. В работе приводятся результаты экспериментальных исследования макетных образцов микронагнетателей с указанием максимального напора (перепада давления), развиваемого микронагнетателем при фиксированном расходе и максимального расхода, создаваемого микронагнетателем при фиксированном напоре.

6
Защита и контроль космического пространства

Координатор:
Милых Михаил Макарович,
зам. председателя правления, директор по науке
ГАО «КБ «Днепровское», кандидат технических наук

УДК 629.78

В.А. Безуглый, ведущий инженер;
П.Г. Хорольский, к.т.н., с.н.с; Л.Г. Дубовик, с.н.с.
НИИ энергетики Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара
E-mail: vbez@i.ua

КОНЦЕПЦИЯ СБОРЩИКА МЕЛКОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Техногенное загрязнение околоземного космического пространства является серьёзной проблемой для ведения человечеством космической деятельности.

По габаритам космический мусор (КМ) можно условно разделить на мелкий (менее 10 см) и крупногабаритный (от 10 см и более).

К мелкому КМ относятся операционные элементы (заглушки, пироболты), частицы краски, несгоревшие компоненты топлива РДТТ, компоненты теплоносителя ядерных реакторов, фрагменты разрушения крупногабаритного КМ. Количество мелкого КМ резко возрастает с уменьшением его размера. Как правило, мелкий КМ не обнаруживается радиолокационными или оптическими средствами. Несмотря на небольшие размеры, мелкий КМ при столкновении с крупногабаритным объектом может частично либо полностью вывести его из строя. Поэтому существует необходимость его удаления из околоземного космического пространства. В том числе с низких орбит.

Для этого предлагается использовать сборщик мелкого космического мусора (СМКМ), выводимого на орбиту РН «Зенит-2». При его использовании реализуется удаление мелкого КМ от его ударного взаимодействия с крупногабаритной экспонируемой поверхностью (ЭП). После соударения часть КМ испаряется, часть улавливается ЭП, а оставшаяся часть теряет орбитальную скорость, и сгорает в плотных слоях земной атмосферы.

Удаление КМ происходит по следующей схеме. СМКМ выводится на круговую орбиту высотой 500 км РН «Зенит-2». Развёртывается ЭП. С помощью электроракетной двигательной установки (ЭРДУ) производятся циклы подъёма-снижения высоты орбиты с 500 км до 1200 км и обратно. В конце срока активного существования СМКМ сводится в плотные слои земной атмосферы.

Масса полностью заправленного СМКМ составляет 11700 кг. Он состоит из ЭП и приборно-агрегатного отсека (ПАО). ЭП представляет собой тонкостенную сферу диаметром 120 м (в развёрнутом положении) и предназначенную непосредственно для удаления КМ. Стенки ЭП состоят из двух слоёв плёнки, между которыми расположен слой, заполняемый пеной после выведения СМКМ на орбиту. Масса ЭП в развёрнутом положении – 9 т. ПАО представляет собой 8-гранную призму с размерами 2х2х3 м и предназначен для размещения в нём ЭРДУ и другой служебной аппаратуры. Угловая стабилизация по всем осям осуществляется силовыми гироскопами с разгрузкой электромагнитами. Энергоснабжение от двух панелей солнечных батарей (с наведением на Солнце) и буферных аккумуляторов. В качестве чувствительных элементов СУОС используются инерциальные измерительные приборы, датчики Солнца и Земли. Механическая связь между ЭП и ПАО осуществляется с помощью 12 штанг.

Срок активного существования СМКМ – 6 месяцев.

УДК 629.78

А.С. Ивлиев, студент; П.Г. Хорольский, к.т.н, вед.н.с.; Л.Г. Дубовик, с.н.с.
Днепропетровский национальный университет імені Олеся Гончара
E-mail ivliev91@yandex.ru

КОСМИЧЕСКИЙ ТРАЛЬЩИК ДЛЯ ОЧИСТКИ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

В условиях техногенного загрязнения низких околоземных орбит космическим мусором (КМ) весьма актуальной является задача обеспечения безопасности космических полетов. В связи с этим рассматриваются различные способы очистки околоземного пространства от КМ и как один из них применение космического тральщика (КТ). КТ – специальный космический аппарат, оснащенный двигательной установкой выведения на требуемую орбиту, устройством для улавливания частиц мелкого космического мусора и тормозной двигательной установкой для перевода тральщика на более низкую орбиту, где происходит сгорание КМ. Массовые и временные характеристики такого космического тральщика зависят от маневра, выполняемого им при функционировании.

В данном докладе предлагается к рассмотрению следующий маневр. Двигателями ракеты-носителя (РН) космический тральщик выводится на орбиту высотой приблизительно 1200 км, разворачивается устройство для улавливания КМ, после чего КТ совершает спуск на орбиту высотой приблизительно 500 км, затем подъем на высоту 1200 км и снова спуск и подъем. Циклическое движение тральщика выполняется за счет работы тормозной и разгонной электроракетных двигательных установок (ЭРДУ) и заканчивается с выработкой рабочего тела ЭРДУ.

Для создания космического тральщика исследовались энергетические возможности ряда РН, которые можно использовать для выведения КТ на требуемую орбиту. Оценка массовых характеристик КТ и времени работы ЭРДУ проводились по методике, разработанной в ДНУ. Критерием оценки являлось отношение массы полезной нагрузки к массе тральщика. При этом в качестве полезной нагрузки рассматривалась масса устройства для улавливания КМ. Форма этого устройства предполагалась в виде сферы.

Показано, что при постоянной массе полезной нагрузки ее удельный вес в массе космического тральщика уменьшается с ростом грузоподъемности РН, а количество циклов «спуск-подъем», «подъем-спуск» и суммарное время работы КТ растут.

Полученные результаты расчетов свидетельствуют о возможном создании эффективного космического тральщика при относительно небольших величинах грузоподъемности РН за счет выбора оптимального соотношения массы полезной нагрузки и массы космического тральщика, увеличения числа циклов «спуск-подъем», «подъем-спуск» и времени работы КТ.

УДК 621.37.621.391

А.С. Мірік, студент; В.І. Усіченко, викладач-методист
Криворізький коледж Національного авіаційного університету
E-mail: naska_mirik@ukr.net

ПРО КОРЕЛЯЦІЙНУ ЗАДАЧУ В ТЕОРІЇ ПРОХОДЖЕНЬ АСТЕРОЇДІВ ПО ДИСКУ СОНЦЯ

Дана стаття є продовженням циклу попередніх робіт присвячених аналізу проходжень астероїдів по диску Сонця з метою пояснення деяких загадкових спостережень в минулому.

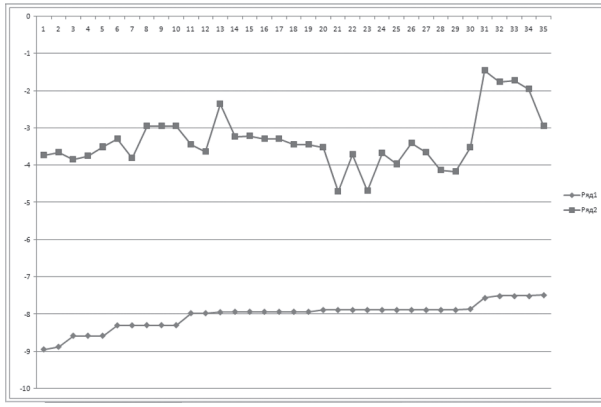
Слід однак зазначити, що детальний ймовірнісний аналіз явища проходження взагалі кажучи, не проводився. Тому в роботі зроблена така спроба з метою з'ясування можливості застосування класичних співвідношень Епіка – Уіппла для тісних зближень астероїдів з Землею.

В результаті виконання відповідних розрахунків нами знайдено ряд епізодів проходження астероїдів по диску Сонця і знайдено відповідні ймовірності по Епіку – Уіпплу, та ймовірності проходження ($P_{ПР}$):

$$P_{np} = \frac{\sqrt{(1-e^2)^3}}{2\cdot\pi}\cdot\int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2}\frac{d\eta}{(1+e\cdot\cos\eta)^2}$$

Дане співвідношення по суті дає ймовірність того, що астероїд буде в ГЦК в той момент, коли екліптична довгота Землі дорівнює довготі одного з вузлів. Як бачимо для обчислення даної ймовірності достатньо (крім орбітальних параметрів) знати істинні аномалії точок входу в геоцентричний конус та виходу з нього.

З'ясовано, що результати щодо проходжень та зближень (зіткнень) астероїдів з Землею надзвичайно слабо корельовані і, скоріше за все, є випадковими величинами різної природи (Мал.1).



Мал.1. Десяткові логарифми ймовірності зближень астероїдів з Землею та їх проходження по диску Сонця.

УДК 621.391

Д.П. Панасенко[1], асистент, О.І. Стрєлков[2], д.т.н., професор
[1]Українська інженерно педагогічна академія, Харків
[2]Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків
E-mail: dimko_p@meta.ua

СПІЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДОЗВОЛУ ЗОБРАЖЕНЬ БЛИЗЬКО РОЗТАШОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ НЕ РІВНОЦІННИХ ЗА ЯСКРАВІСТЮ І МЕТОДУ КОРОТКОЇ ЕКСПОЗИЦІЇ ПІД ЧАС КОНТРОЛЮ КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ

Застосування оптико-електронних систем (ОЕС) в космічних дослідженнях та під час контролю космічного простору покликане підвищити якісні характеристики даних процесів і поліпшити візуальне сприйняття отриманих результатів, а також підвищити точність виявлення різних об'єктів.

Під час контролю космічного простору виникають ситуації, коли доводиться вести спостереження в умовах наявності інтенсивних адитивних перешкод природного і штучного походження (випромінювання від сонця, місяця, інші штучні джерела освітлення) і на тлі цих перешкод необхідно провести аналіз наявності точкових об'єктів. Так само можливі ситуації, коли два об'єкти не рівноцінних за яскравістю, перебуваючи на близькій відстані один від одного, неможливо сприймати роздільно та необхідно дати аналіз про наявність одного або декількох об'єктів і цей процес може посилюватися сильною адитивною перешкодою.

Для вирішення даного завдання пропонується спільне застосування методу дозволу зображень близько розташованих об'єктів не рівноцінних за яскравістю [1] і методу короткої експозиції з подальшою спільною обробкою отриманих результатів (накопичення серії N-короткоекспозиційних кадрів) [2]. Спільне застосування цих двох методів суттєво підвищує якість спостереження і дозвіл близько розташованих точкових об'єктів на тлі сильної аддитивної перешкоди.

У доповіді представлений аналіз спільного застосування методу дозволу зображень близько розташованих об'єктів не рівноцінних за яскравістю і методу короткої експозиції з подальшою спільною обробкою отриманих результатів при використанні в спостереженнях ОЕС. Наведені результати математичного моделювання і оцінка отриманих результатів. Розглянуті різні сфери застосування даного методу в рамках виявлення об'єктів під час контролю космічного простору.

1. **Панасенко Д.П.** Анализ метода разрешения изображений близко расположенных космических объектов не равноценных по яркости при наличии помех // Збірник тез XI Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і космос» – НЦАОМ, Дніпропетровськ, 2009. – С. 150
2. **Панасенко Д.П.**, Лисовенко С.А. Применение метода накопления сигнала при обнаружении космических объектов // Збірник тез IX Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і космос» – НЦАОМ, Дніпропетровськ, 2007. – С. 160

УДК 521.1

С.А. Салата, стажер–дослідник; А.М. Казанцев, к.ф-м.н.
Астрономічна обсерваторія Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

КОРЕКЦІЯ ОРБІТИ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНОГО АСТЕРОЇДА APOPHIS ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО БОМБАРДУВАННЯ ЙОГО ПОВЕРХНІ

Як відомо, 13 квітня 2029 р. астероїд 99942 Apophis має пройти на дуже малій відстані від Землі (біля 30000 км). В наступні роки він може загрожувати падінням на поверхню нашої планети. Одним із дієвих методів запобігання такого падіння є корекція орбіти астероїда за рахунок бомбардування його поверхні як вибуховими зарядами, так і штучними масивними матеріальними тілами.

При такому способі корекції більш зручним періодом бомбардування є період, коли астероїд має мінімальну геліоцентричну швидкість, тобто перебуває поблизу афелію своєї орбіти. Крім того, мінімальні затрати на здійснення корекції будуть при мінімальній відстані від Землі.

Для встановлення оптимальної дати бомбардування проведені чисельні розрахунки еволюції орбіти астероїда Apophis до 2030р. з урахуванням збурень від всіх восьми планет, карликових планет Плутона й Церери, та астероїдів Палади і Вести. Досить зручним періодом може бути середина лютого 2013 р. Так, 17 лютого 2013 р. відстань астероїда від Землі становитиме 0.155 а. о., його середня аномалія буде 169^{o}, а геліоцентрична швидкість – 25.62205 км/с.

Виконані модельні розрахунки по зміні геліоцентричної швидкості астероїда на момент 17 лютого 2013 р. в 0 год UT. Вектор додаткового імпульсу змінювався в різних напрямках та на різну величину. Для збільшення мінімальної відстані астероїда із Землею в квітні 2029 р. найбільш ефективним буде додатковий імпульс у напрямку його руху. Так додаткова швидкість в цьому напрямку 10 см/с збільшить мінімальну відстань астероїда від Землі 13 квітня 2029 р. майже в 4 рази (до 120000 км), а швидкість лише 2 см/с – в півтора рази. Такої мінімальної корекції швидкості має бути достатньо для відвернення потенційної загрози з боку астероїда Apophis при наступному проходженні біля Землі в 2036 р.

Для здійснення зазначеної мінімальної корекції потрібно завдати удару «в спину» астероїда тілом масою не менше 20 тон (відносна швидкість 16 км/с). Оскільки така маса може бути занадто великою для запуску на геліоцентричну орбіту, то масивне тіло можна замінити вибуховим зарядом потужністю не менше 1000 тон ТНТ.

7
Информационные технологии. Системы телекоммуникаций

Координатор:
Петренко Александр Николаевич,
декан физико-технического факультета ДНУ
имени Олеся Гончара, заведующий кафедрой РЭА ФТФ ДНУ
имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

УДК 519.3

И.В. Алейник, магистрант; В.А. Попов, проф., к.т.н.
Национальный аэрокосмический университет им.Н.Е.Жуковского «ХАИ»
E-mail: iriwka_al@mail.ru

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЕГО КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Промышленное предприятие представляет собой сложную социо-техническую систему (ССТС), управление которой облегчается при наличии системной модели. В работе произведен системный анализ металлообрабатывающего предприятия. Система представлена в виде модели взаимодействия предприятия с внешней средой:

$$G = < П, S, \Sigma,$$

где $П$ – предприятие, S – внешняя среда, а Σ – некоторая сигнатура, которая представляет собой множество функций взаимодействия П и S. Каждая такая функция представлена зависимостью вида:

$$\overline{П} = F(\overline{S}),$$

где $\overline{П}$ – параметры предприятия, $\overline{S}$ – параметры внешней среды, а F – некоторая функциональная (или алгоритмическая) зависимость. В качестве возможного примера предложена функциональная зависимость себестоимости выпуска товарной продукции в плановом периоде (параметр предприятия) от материальных затрат на ресурсы за этот период (параметр внешней среды).

С точки зрения управления предприятие $П$ разбито на две подсистемы: управляемую (УС) и управляющую (СУ), каждая из которых имеет функциональную (ФЧ) и обеспечивающую части (ОЧ). В результате такой декомпозиции выделена ресурсная часть системы управления – B. Множество B представлено человеческие ресурсы – B' и программно-техническим комплексом (ПТК) – B'':

$$B = (B', B'').$$

ПТК обеспечивает автоматизацию необходимых функций и включает в себя программное – $B»_1$ и аппаратное обеспечение – B''_2:

$$B'' = (B''_1, B''_2).$$

При нахождении части B'' предложено применение принципа включения-исключения для нахождения необходимого при закупке количества компьютеров, которые будут задействованы в одной, двух и трех информационных системах одновременно.

На основе анализа организационной, функциональной и информационной структуры предприятия построена модель взаимодействия отделов предприятия, которая представляет собой граф, вершинами которого являются структурные подразделения, а дугами – потоки обмена информацией между ними. Дуги являются двунаправленными, т.к. каждый отдел как получает, так и сам предоставляет информацию. Проведённый анализ позволил предложить рекомендации по модернизации аппаратной части компьютерной системы, совершенствование которой является необходимым при автоматизации промышленного предприятия.

УДК 658.5.012.123

А.В. Артемова, ассистент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковського «ХАИ»
E-mail: artemovi@rambler.ru

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Актуальность исследования обусловлена тем, что в современных условиях возрастает роль качества продукции, обеспечение которого является основной стратегией предприятий в конкурентной борьбе. Очевидно, что чем выше требования к качеству продукции, тем больше требуется затрат на проведение специальных испытаний, которые подтвердили бы уровень качества. В большинстве случаев при создании сложных систем проверки, измерение одного и того же параметра проводится различными способами, что приводит к неоднозначному результату. Сокращения объема испытаний достигается двумя путями: ужесточением режимов испытаний, приводящих к более раннему выявлению отказов, и ужесточением критериев отказа, которое приведет к тому, что результаты испытаний, которые не влияют на качество продукции, будут считаться условными отказами.

Для решения поставленной задачи, была разработана информационная технология оценки качества продукции, в которой реализована модель оценки полноты процесса испытаний продукции.

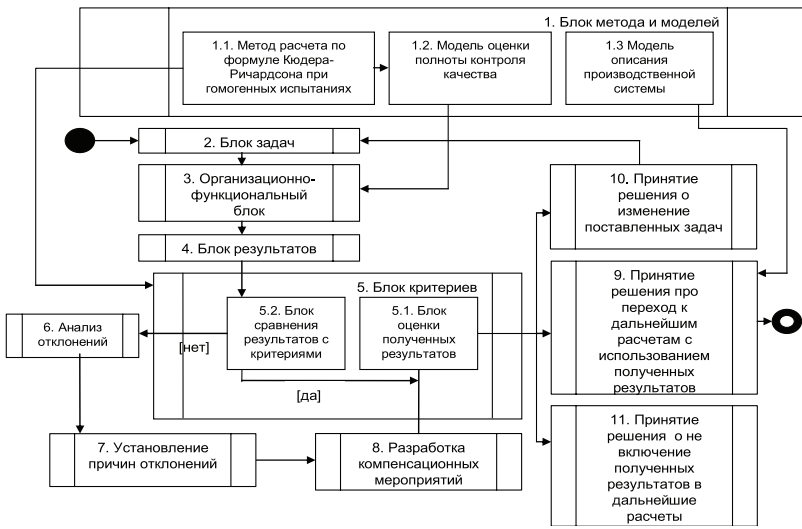


Рис. Структурная схема информационной технологии оценки качества продукции

Информационная технология оценки качества продукции повышает достоверность результатов экономико-математического моделирования процесса обеспечения полноты контроля продукции, за счет предложенной процедуры определения коэффициента надежности.

УДК 62-519

А.В. Бурмистров, студент; В.Н. Илюхин, к.т.н., доцент
Самарский государственный университет им. академика С.П. Королева
Национальный исследовательский университет России
E-mail: anton.aka.eliar@gmail.com

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

В современной технике все чаще применяются цифровые системы на базе дискретных регуляторов, это объясняется тем, что они обладают повышенной надежностью и отказоустойчивостью, простотой конструкции и возможностью реализовывать сложные алгоритмы управления.

При реализации цифровой системы автоматического управления гидросистемой, содержащей 120 клапанов, встал вопрос о выборе оптимального оборудования, так как все объекты невозможно подключить напрямую к контроллеру. Далее рассмотрены модули расширения двух ведущих мировых производителей цифрового промышленного оборудования: National Instruments (NI) и Weidmueller.

Для исследования был использован промышленный контроллер на основе программируемой логической интегральной схемы NI cRIO 9004, который обеспечивает необходимое быстродействие. Модули расширения NI 9476 подключаются непосредственно к контроллеру и обладают 32 дискретными выходами, это решение подходит для систем, в которых объекты управления располагаются вблизи контроллера. Модули расширения фирмы Weidmueller подключается к контроллеру через блок NI 781352-01, обеспечивающий связь по протоколу profibus. Он имеет всего 16 каналов, однако длина кабеля до объектов управления может достигать 1200 метров. Сравнение двух решений для систем с 32, 64, 128 объектами приведено в таблице 1 (цены взяты за январь 2011 г.).

Таким образом для системы управления объектами на небольшой площади целесообразно использовать решение на основе оборудования NI.

Таблица 1

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3">Количество клапанов</td></tr>
<tr><td>Наименование оборудования</td><td>Цена</td><td>32</td><td>64</td><td>128</td></tr>
<tr><td>NI 9476 32 канала</td><td>11 470р.</td><td rowspan="2">16 895р.</td><td rowspan="2">33 790р.</td><td rowspan="2">67 580р.</td></tr>
<tr><td>Терминальный блок NI 9933 37-pin</td><td>5 425р.</td></tr>
<tr><td>NI 781352-01 profibus</td><td>2 300р.</td><td rowspan="2">51 378р.</td><td rowspan="2">100 455р.</td><td rowspan="2">198 610р.</td></tr>
<tr><td>Weidmueller 1890010000 SAI-AU M12 PB 16DI/8DO</td><td>24 539р.</td></tr>
</table>

УДК 004.89

Ю.И. Бутенко, аспирант
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: iuliiabutenko@yandex.ru

ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ НОРМАТИВНОГО ПРОФИЛЯ В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕРТИФИЦИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ КРИТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Экспертиза программного обеспечения, являясь основным механизмом оценки его соответствия предъявляемым требованиям и нормативным профилям, в значительной мере определяет реальные возможности в обеспечении необходимого уровня безопасности и качества в отраслях и социальных сферах, связанных с системами критического применения. Динамика развития международной и национальной нормативной базы программной инженерии обуславливает необходимость постоянного проведения работ по формированию гармонизированных нормативных профилей, отражающих реальные потребности повышения качества продукции в конкретных прикладных областях.

Государственные и отраслевые стандарты, нормативно-методические документы предприятий и общие требования спецификаций программного обеспечения относятся к документам, обладающим высокой степенью формализованности и, как следствие, внутренней иерархической структурой. Анализ подъязыка стандартов и нормативных документов (НД) показал, что его основными стилевыми чертами являются предельная ясность изложения, сжатость и лаконичность высказываний, краткость и четкость формулировок, не допускающих различных толкований, определенность содержащейся информации, динамичность и экспрессивность ее передачи, однозначность ее восприятия. Сложность автоматизации задачи анализа иерархически структурированных текстов обусловлена их свойствами. В процессе анализа нормативной базы автором выявлено несколько типов стандартов и НД согласно их иерархическим особенностям.

Предлагаемый метод к анализу иерархической структуры текстов стандартов и НД целесообразно реализовывать в два этапа. Первый этап связан с анализом композиционной структуры текста и частности распознаванием нумерации (маркировки) разделов стандартов. Определение нумерованных (маркированных) фрагментов позволяет более точно определить границы предложений и сформировать их в виде, удобном для последующей компьютеризированной обработки, которая дает возможность на втором этапе определять синтаксическую структуру. Композиционный и синтаксический анализы создают основу для последующего синтеза машинной процедуры, в которой полученные результаты будут использованы для построения онтологической системы.

УДК 681.3.07

А.С. Воюев, студент[1],техник[3]; Е.С. Воюев, аспирант[2], инженер-конструктор 2к[3]
[1]Национальная металлургическая академия Украины
[2]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[3]Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: recurrenceplots@gmail.com

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ И РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ. РЕАЛИЗАЦИЯ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Если бы процедурное программирование позволяло находить решение в любых ситуациях, то не было бы необходимости для развития технологий параллельного и распределенного программирования. Во многих случаях методы последовательного программирования просто не отвечают требованиям и опыту современных пользователей компьютеров. В процессе поиска разработчиками новых подходов к решению все возрастающих проблем и создаются альтернативные модели программного обеспечения. Структурное программирование было шагом вперед по сравнению с процедурным, объектно-ориентированное программирование сменило структурное. Во многих отношениях агенты и агентно-ориентированное программирование можно рассматривать как более высокую ступень развития программирования. Агенты представляют иной, более сложный метод организации и представления параллельных/распределенных программ.

Агент определяется как некоторая сущность, функционирующая постоянно и автономно в среде, в которой выполняются другие агенты и процессы, его реализация использует понятие класса (инкапсуляция, наследование и полиморфизм), а сам он содержит набор поведенческих вариантов и атрибутов, которые должны включать убеждение, желания, намерения и действия, при этом он является рациональным программным компонентом.

Агентно-ориентированное программирование — это свежий взгляд на старые проблемы декомпозиции, взаимодействия и синхронизации, которые являются обязательной часть каждого проекта параллельного или распределенного программирования.

C++-поддержка перегрузки операторов, контейнеров и шаблонов обеспечивает эффективные средства реализации широкого диапазона классов агентов.

Будущие системы с массовым параллелизмом и большие распределенные системы будут опираться на агентно-ориентированные реализации, поскольку практически не существует других путей построения таких систем.

УДК 681.3.07
А.С. Воюев, студент[1], техник[3]; Е.С. Воюев, аспирант[2], инженер-конструктор 2к[3]
[1]Национальная металлургическая академия Украины
[2]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[3]Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: recurrenceplots@gmail.com

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ АГЕНТЫ

Агентом является все, что может рассматриваться как воспринимающее свою среду с помощью датчиков и воздействующее на эту среду с помощью исполнительных механизмов. Использование термина восприятие для обозначения полученных агентом сенсорных данных в любой конкретный момент времени. Последовательностью актов восприятия агента называется полная история всего, что было когда либо воспринято агентом. Выбор агентом действия в любой конкретный момент времени может зависеть от всей последовательности актов восприятия, наблюдавшихся до этого момента времени. Для каждой возможной последовательности актов восприятия рациональный агент должен выбрать действие, которое, как ожидается, максимизирует его показатели производительности, с учетом фактов, восприятия и всех встроенных знаний, которыми обладает агент.

Показатели производительности воплощают в себе критерии оценки успешного поведения агента. После погружения в среду агент вырабатывает последовательность действий, соответствующих полученным им восприятиям. Эта последовательность действий вынуждает среду пройти через последовательность состояний. Если такая последовательность соответствует желаемому, то агент функционирует хорошо. Разработка показателя производительности осуществляется в соответствии с тем, чего действительно необходимо добиться в данной среде. Рациональный агент не только собирает информацию, но также и обучается в максимально возможной степени на тех данных, которые он воспринимает. Начальная конфигурация агента может отражать некоторые предварительные знания о среде, но по мере приобретения агентом опыта эти знания могут модифицироваться и пополняться.

Задача вычисления функции агента разбивается на три отдельных периода: при проектировании агента некоторые вычисления осуществляются его проектировщиками; дополнительные вычисления агент производит, выбирая одно из своих очередных действий; а по мере того как агент учится на основании опыта, он осуществляет другие вспомогательные вычисления для принятия решения о том, как модифицировать свое поведение. Если степень, в которой агент полагается на априорные знания своего проектировщика, а не свои восприятия, слишком высока, то такой агент рассматривается как обладающий недостаточной автономностью.

УДК 681.3.07
Е.С. Воюев, аспирант[2], инженер-конструктор 2к[3]; А.С. Воюев, студент[1], техник[3]
[1]Национальная металлургическая академия Украины
[2]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[3]Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: recurrenceplots@gmail.com

УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Реализация полного цикла разработки программного обеспечения (ПО), а также внедрения улучшений и совершенных технологических процессов, могут определять успех или неудачу бизнеса в каждой отдельно взятой организации.

Тенденция к повышению качества ПО привела к распространению новых стандартов, гарантирующих соответствие процессов разработки ПО определенным характеристикам.

Принципы программного инжиниринга и задачи обеспечения качества ПО являются необходимыми, но не достаточными условиями, позволяющими быть на уровне требований современного рынка. При этом необходимо сокращение длительности производственных циклов, а также минимизация требуемых ресурсов.

В связи с возрастающей сложностью разработки ПО, необходимо учитывать следующие методологические указания: выбор жизненного цикла разработки ПО, определение цели и области действия программного проекта, создание структуры пооперационного перечня работ, идентификация задач и действий, оценка размера и возможности повторного использования ПО, оценка длительности и стоимости разработки ПО, распределение ресурсов, выбор организационной формы, учет зависимостей, формирование рабочего графика, формулирование требований, спецификация требований к ПО, определение рисков, связанных с выполнением проекта, обеспечение надежности ПО, метрические показатели, применяемые при оценке размера программ, методы анализа и разработки проекта, аттестация и верификация, выбор используемых инструментов, отслеживание и контроль в процессе выполнения проекта, непрерывное совершенствование процессов разработки ПО, вынужденное прерывание выполняемого проекта, анализ эффективности выполнения проекта, отчетность, обеспечение качества ПО, конфигурации ПО, правовые вопросы, возникающие при разработке ПО.

Здесь метод определяется как образ действий, средства или процесс, применяемый для выполнения каких-либо действий. Инструмент определен как орудие, или механизм, используемый при выполнении работы или решении задачи. Технология определена как способ применения научного знания в промышленности или бизнесе.

УДК 621.396.67

Е.Ю. Гоголенко, магистрант; В.В. Паслён, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: ievgen.gogolenko@gmail.com, pvv@rtf.donntu.edu.ua

АКТИВНЫЕ ФОТОННЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Современные системы связи, использующие стандарты IEEE 802.11 и HiperLAN, работают в гигагерцовом диапазоне. В данном диапазоне передача СВЧ сигнала между центральной и базовыми станциями, зачастую, осуществляется по волоконно-оптическим линиям. Построение базовых станций с большим радиусом действия, требует значительных ресурсов, по этому, существует потребность в простых, недорогих и компактных базовых станциях. Одним из возможных способов упрощения базовых станций, как отмечается в литературе, является использование активных фотонных антенн, состоящих из высокоскоростного фотодиода и микрополоскового (МП) излучателя. Преимущество фотонных антенн в том, что сигнал к ним подается с помощью оптического волокна, а сигнал с фотодиода напрямую возбуждает антенну.

В работе исследуется возможность применения активных фотонных антенн с различными направленными свойствами в беспроводных вычислительных сетях (БВС). В ходе исследования использовались такие общенаучные методы и приемы как анализ, прогнозирование, синтез и прочие.

Произведен анализ применения фотонных антенн в БВС по двум основным направлениям: работа в замкнутом объеме и соединение удаленных локальных сетей (или удаленных сегментов локальной сети). В результате анализа прогнозируется, что использование активных фотонных антенн для работы в замкнутом объеме является наиболее перспективным.

Предложена концепция всенаправленной активной фотонной антенны (рис.1) для построения сотовой БВС для работы в замкнутом объеме.

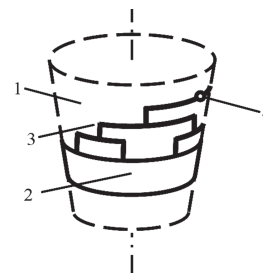


Рис. 1 — Всенаправленная активная фотонная антенна (1 — круговой конус; 2 — МП излучатель; 3 — МП делитель мощности; 4 — высокоскоростной p-i-n фотодиод)

УДК 621.372:621.391.812.3

А.Д. Гришаева, студент; В.В. Паслен, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: alyona.grishaeva@gmail.com

МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

В современных городских условиях существует ряд факторов, определяющих характер распространения радиоволн: экранирование и дифракция волн, обусловленные рельефом местности и зданиями, расположенными на линии, соединяющей приемную и передающую антенны; медленные замирания, появляющиеся в результате отражения радиоволн от препятствий; явление многолучевости распространения волн, вызванное неоднородностями атмосферы, а также зданиями и холмами, находящимися в окрестности точки приема, результатом которого являются быстрые замирания. Эти и другие особенности среды распространения необходимо учитывать при проектировании и организации сети сотовой связи.

С ростом числа абонентов возрастает и плотность размещения мобильных станций (МС), что приводит к росту постоянных и переменных расходов. Для минимизации затрат на организацию мобильной связи необходимо оптимальным образом рассчитывать местоположение МС. Необходимо разрабатывать и применять уточненные методы расчета потерь мощности излучаемого электромагнитного поля в условиях плотной городской застройки и внутри замкнутых пространств (помещений).

Один из таких методов – это *модель Окамура–Хата*, основанная на вычислении медианных потерь на трассах наземной подвижной связи, в которой особенности местности учитываются поправочными коэффициентами. Исходя из экспериментальных данных, полученных Окамурой, Хата предложил аналитическую модель эмпирических потерь распространения сигналов.

Достоинствами данного метода являются простота, сравнительно небольшое время расчета, а общим недостатком – ограниченные условия применения. В частности, невозможно учесть резкие перепады высот рельефа, частотную зависимость потерь мощности, изменения высот расположения антенн в широком диапазоне применения.

УДК 004.89

В.О. Давиденко, аспирант; И.В. Шостак, д.т.н., профессор
Национальный аэрокосмический университет им.Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: Valyuxa@ukr.net

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ЗОНЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

В настоящее время во всем мире наблюдается тенденция к учащению случаев возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера, в частности связанные с распространением опасных химических веществ (ОХВ) в атмосфере. Существует множество аналитических моделей, реализованных как в зарубежных, так и в отечественных (напр., модель ОНД-86, методика расчета, принятая КабМином Украины в 2001г., ПОАС ЧС) информационно-аналитических системах (ИАС), описывающих распределение ОХВ в атмосфере. Перечисленные выше модели и ИАС дают лишь приближенную картину распределения концентраций ОХВ из-за упрощения, введения дополнительных ограничений в аналитику моделей ввиду отсутствия возможности учета большого количества параметров окружающей среды, а также недостаточной эффективностью современных вычислительных средств производить оперативные точные расчеты, учитывающие постоянно изменяющиеся условия окружающей среды.

Непременным атрибутом подобных вышеперечисленных систем является блок мониторинга, предоставляющего данные о состоянии окружающей среды.

Целью доклада является описание метода коррекции значений концентраций, спрогнозированных аналитической моделью, на основании данных мониторинга путем применения регрессионного анализа.

Данный метод базируется на идее зависимости уровня изменения концентрации в области вокруг газоанализатора от разности показания датчиков газоанализатора и прогнозируемым значением концентрации в точке расположения газоанализатора. Для поиска же данной зависимости целесообразно воспользоваться регрессионным анализом – методом моделирования измеряемых данных и исследования их свойств.

Проведен анализ возможных регрессионных функций с целью нахождения оптимальной для поиска уточняющих параметров для значений концентраций в зоне ЧС и определена оптимальная функция линейной регрессии, учитывающая параметры в линейной и квадратичной формах:

– значение x-составляющей основного ветра;

– значение y-составляющей основного ветра;

– разность значения концентрации, спрогнозированного аналитической моделью в области датчика газоанализатора, и самим показателем датчика;

– расстояние до датчика газоанализатора.

УДК 621.396.946

И.А. Демьяненко, студентка
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: IraDemyanenko@ukr.net

КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

С использованием космической техники существенно повысилась эффективность систем связи земли, что позволило связать все отдаленные точки земного шара, дало возможность широко использовать информативные источники – короткие волны, которые использует телевидение. С расширением возможностей технологий, для быстрой, качественной и эффективной передачи данных необходимы более точные и надежные передатчики.

Современный человек пользуется радиосвязью каждый день, прибегая к ней в бытовых ситуациях, коммерческих и даже в вопросах, касающихся всемирных масштабов. Короткие радиоволны – от 10 м до 2 см – достаточно надежны в плане информативности, но не могут обеспечить стопроцентного покрытия из-за прямолинейности их распространения. Дальняя глобальная радиосвязь с использованием наземных технологий малоэффективна, так как длинные волны менее информативны и не обеспечивают достаточного количества одновременных разговоров. Наземные средства связи также подвержены магнитным бурям, вызванным солнечной активностью, что может значительно нарушить связь на достаточно длительный период. Всё это пагубно влияет на качество и надежность глобальной радиосвязи.

Эта проблема решаема с помощью спутников, которые объединяют всю планету сетью космической связи. Ретрансляционные спутники могут принимать и передавать сигнал путем его отражения и рассеивания, как это делают пассивные спутники, и принимать сигнал с Земли, ретранслировать его, усиливая в десятки раз. Пассивные спутники отличаются простотой и малой стоимостью, но эксперименты показали, что этому виду спутников присуще затухание сигнала, что вынуждает средств для его усиления при передачи и повышения чувствительности при приеме. Поэтому пассивные спутники вызовут значительные материальные затраты, учитывая установку высокочувствительных приемных наземных устройств. Оптимальным решением являются спутники на основе активной ретрансляции сигналов. Наличие специальной усиливающей аппаратуры на спутнике позволяет избежать установки мощных приемных станций на Земле, и чувствительных приемных станций, что является существенной экономией денег и усилий. Тем более, такой спутник окупается намного быстрее и действует в сотни раз эффективнее. К примеру, один спутник может обеспечить круглосуточную связь между пунктами, удаленными друг от друга на расстояние около 17 тыс. км. Все диапазоны такого спутника могут быть задействованы не только для телевидения, но и для телефонной, телеграфной, радиовещательной передач.

Сегодня космические системы связи тесно вошли в нашу жизнь и в наших силах и интересах развивать и дальше эту сферу, так как это даст нам возможность глобального обмена информацией на всех уровнях и во всех уголках нашей планеты.

УДК 629.78.058:004.052

М.А. Еленевич, аспирант
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: mari.yelen@rambler.ru

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ВАЛИДАЦИЯ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В процессе функционирования космического аппарата (КА) контролируются различные по физической сущности и динамике процессы, происходящие как на самом объекте, так и вне его. Сложность интерпретации результатов анализа измерительной информации возрастает из-за возможных состояний системы, вызванными неисправностями или внешними возмущающими факторами. Как показывает практика обработки телеметрической информации (ТМИ) КА, результаты первичной обработки информационноценных параметров содержат как одиночные, так и группирующиеся аномальные погрешности. Использование таких результатов в качестве исходной измерительной информации приводит к ошибочным заключениям о контролируемых событиях. Один из способов сокращения погрешностей результатов – автовалидация вычислений, рассматриваемая как математический аппарат для корректного учета взаимозависимостей различных параметров.

В работе предлагается для решения поставленной задачи использовать недоопределенные модели, или Н-модели, и программирование в ограничениях, как метод реализации данных моделей. Программирование в ограничениях является по своей сути максимально декларативным и основано на описании модели задачи, а не алгоритма ее решении. Модель специфицируется в виде неупорядоченной совокупности отношений, которые соответствуют связям, существующим между параметрами задачи. Эти отношения, называемые общим термином «ограничения» могут иметь вид уравнений, неравенств, логических выражений и т. п. Важно то, что одну и ту же модель можно использовать для решения различных задач (например, прямых и обратных). Применение данных моделей и метода позволит автоматически проверять ТМИ на корректность и сократить погрешности вычислений.

УДК 621.391

А.И. Жуков[2], инженер;
В.И. Слюсар[1], д.т.н., профессор; М.В. Бондаренко[2], инженер
[1]ЦНИИ ВВТ ВС Украины, [2]ООО «Пульсар»
E-mail: max7701@mail.ru

ОЦЕНКА ДЖИТТЕРА АЦП В МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

В многоканальных радиотехнических системах с АЦП (например, цифровых антенных решетках) измерение джиттера можно выполнять независимо в каждом канале с помощью одной из известных измерительных процедур. В случае, если дисперсии аддитивного шума и джиттера в различных каналах АЦП системы можно считать одинаковыми по величине, может быть синтезирован алгоритм измерения джиттера, учитывающий эту особенность и использующий одновременно отсчеты всех каналов.

Рассмотрим систему из P каналов АЦП, на входы которой поступает гармонический сигнал известной частоты. Считая джиттер малым, представим сигнал на выходе АЦП p-го канала в виде разложения отсчетов в ряд Тейлора в окрестности моментов дискретизации с сохранением членов первого порядка малости:

$$u_{p,k} \approx A_p \sin\left(2\pi n m^{-1} k + \phi_p\right) + 2\pi f \tau_{p,k} A_p \cos\left(2\pi n m^{-1} k + \phi_p\right) + \eta_{p,k} \quad (1)$$

где A_p и ϕ_p — амплитуда и начальная фаза сигнала в p-м канале (различны в каждом канале и неизвестны), f — частота входного сигнала, k — номер отсчета, $\tau_{p,k}$ — отсчеты джиттера с дисперсией σ_τ^2, $\eta_{p,k}$ — отсчеты аддитивного шума с дисперсией σ_η^2. Длина выборки $N=mM$ $(m>2)$; n,m,M — натуральные числа.

Представим алгоритм оценки джиттера (дисперсии σ_τ^2) в виде двух этапов. На первом этапе в каждом канале оценивается амплитуда входного сигнала и его начальная фаза.

Оценка дисперсий джиттера и аддитивного шума получается на втором этапе минимизацией следующей целевой функции

$$F = \sum_{p=0}^{P-1}\sum_{k=0}^{m-1}\left(Q_{p,k} - \left(\hat{A}_p 2\pi f \cos\left(2\pi n m^{-1} k + \hat{\phi}_p\right)\right)^2 \sigma_\tau^2 - \sigma_\eta^2\right)^2 = \min, \quad (2)$$

где $Q_{p,k} = (M-1)^{-1}\sum_{i=0}^{M-1}\left(u_{p,mi+k} - M^{-1}\sum_{j=0}^{M-1} u_{p,mj+k}\right)^2$; $\hat{A}_p$, $\hat{\phi}_p$ — оценки амплитуды и начальной фазы входного сигнала в каждом канале АЦП, соответственно. Окончательно, оценки для σ_τ^2 и σ_η^2 имеют вид:

$$\hat{\sigma}_\tau^2 = \frac{2PH_1 - H_3 H_4}{\pi^2 f^2 m\left(PH_2 - 2H_3^2\right)},\ \hat{\sigma}_\eta^2 = \frac{H_2 H_4 - 4H_1 H_3}{m\left(PH_2 - 2H_3^2\right)}, \quad (3)$$

где $H_1 = \sum_{p=0}^{P-1}\sum_{k=0}^{m-1}\hat{A}_p^2 Q_{p,k}\cos^2\left(2\pi n m^{-1} k + \hat{\phi}_p\right)$, $H_2 = \sum_{p=0}^{P-1}\hat{A}_p^4\left(3 + \delta_{m,4}\cos\left(4\hat{\phi}_p\right)\right)$,

$H_3 = \sum_{p=0}^{P-1}\hat{A}_p^2$, $H_4 = \sum_{p=0}^{P-1}\sum_{k=0}^{m-1} Q_{p,k}$, $\delta_{m,4}$ — дельта-символ Кронекера.

Работоспособность алгоритма проверялась численным моделированием.

УДК 004.75

Е.В. Загородний, ведущий инженер[1];
П.Д. Правдюков, інженер 1 кат.[1],
Волошин С.В., м.н.с[2]
[1]Институт космических исследований НАНУ и НКАУ
[2]Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАНУ
E-mail: inform@ikd.kiev.ua

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ФЕРМЕРА

В работе представлена разработанная геоинформационная система, адаптированная для нужд сельськохозяйственных производственных предприятий. В качестве основы для системы используется ГИС общего назначения со свободным исходным кодом (Quantum GIS). Для предоставления функциональности, специфичной для предметной области использован механизм плагинов (plug-in), для интеграции в систему данных из разных источников к ГИС привязана специально построенная база даных с использованием СУБД SQLite.

Благодаря использованию отдельной базы данных для внесения дополнительной информации можно использовать специально разработанное программное обеспечение. Так, для пополнения БД из архивов предприятия используется отдельный административный интерфейс, независимый от геоинформацинной системы, а для внесения результатов автоматизированных расчетов – соответствующие сценарии.

Система проектировалась с возможностью долгосрочной подержки путем синхронизации БД для предосталения актуальной информации, полученной на основе новых поступивших спутниковых снимков.

В числе дополнительных функций, специфичных для предметной области имеется: построение и сравнение графиков значений индексов, характеризующих качество растительности, усредненных по полям за определенный период; генерирование отчетов на основе имеющейся в БД информации; отображение совершенных и запланированных мероприятий (посев, обработка почвы, и пр.)

Данная система может служить для облегчения учета урожайности, планирования арготехнических мероприятий и частичной автоматизации документооборота.

УДК 53.082.13

Н.Н. Зеленская, инженер; Г.А. Черепащук, к.т.н.,доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mall: Natalka_Ok@list.ru

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение обработки результатов измерений все шире применяется при решении различных метрологических задач. Естественно, что встает вопрос об оценке качества программного обеспечения, причем задача описания качества программного обеспечения сама по себе не является тривиальной, поскольку достаточно сложно предложить унифицированный набор показателей его качества. Набор показателей качества программных продуктов зависит от функционального назначения и свойств каждого программного обеспечения.

Существует определенное количество методов аттестации программного обеспечения. Среди них наиболее известные такие как:

– анализ документации и оценка пригодности разработки;

– аттестация методом функциональной проверки метрологических свойств;

– аттестация методом функциональной проверки свойств программного обеспечения;

– анализ потоков метрологических данных;

– сквозной анализ на основе исходного кода;

– испытания модулей программного обеспечения.

Говоря о точностных характеристиках алгоритмов и программ, используемых в метрологии, необходимо обратить особое внимание на составляющие неопределенности или погрешности и способы их оценивания.

Выбор и последовательность методов аттестации не являются строго предписанными и могут изменяться в процессе аттестации.

1. **Слаев В.А.**, Чуновкина А.Г. Аттестация программного обеспечения, используемого в метрологии: справочная книга. С.-П.: Профессионал, 2009. 320с.

УДК 004.9942

Н.Ф. Зима, инженер 2 категории; А.В. Трубин, начальник отдела
ГП «КБ «Южное»
E-mail: info@yuzhnoe.com

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА БАЗЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В CAD AIP

Проектирование изделия – это создание нового изделия для выполнения функций, которые не выполняются существующими аналогами либо улучшение качества существующих изделий. Существуют различные этапы и подходы проектирования. Ключевыми моментами в проектировании являются: анализ требований, разработка концепции, определение основных узлов, разбиение требований, анализ выполнения требований, верификация результатов и внесение изменений, направленное на улучшение изделия. В процессе выполнения проекта на различных этапах проектирования используются, как математические модели для выполнения расчетов первого приближения, так и специализированные системы автоматизированного проектирования и инженерных расчетов. С точки зрения целостности проекта между различными видами проектных данных существуют связи. С использованием методик WBS (Work Breakdown Structure) на этапе инициализации проекта все работы по проектированию разделяются на пакеты работ, которые необходимо выполнить для достижения целей проекта. Таким образом проект представляет собой пакеты работ, которые связаны между собой наборами входных – выходных данных. Однако многие работы имеют итеративный характер. Для повышения эффективности проекта существует необходимость улучшения механизмов передачи наборов данных между пакетами работ. В докладе рассмотрен разработанный интерфейс передачи данных между математическими моделями и цифровым прототипом изделия.

Математическая модель – это эквивалент объекта представленный в математической форме. Математическое моделирование – исследование математической модели, позволяющее получить характеристики рассматриваемого реального объекта. Таким образом необходимо перенести данные полученные в результате математического моделирования на 3D модель изделия. Для этого нужно выстроить цепочку пакетов работ: мат. модель → алгоритм → программа → CAD модель. Существует возможность связать с 3D моделью изделия геометрические характеристики, полученные в результате расчетов с использованием математических моделей. 3D модель должна адекватно реагировать на изменения проектных параметров. Поэтому для проектирования 3D модели изделия нужно использовать каркасное моделирование. Каркасное моделирование является идеологией проектирования сверху-вниз и разработано для управления сложными сборками при вариации проектных параметров проекта. Благодаря ассоциативной связи между компонентами изделия, созданными на базе каркаса, и проектными параметрами осуществляется эффективное управление проектом. С развитием информационных технологий появилась возможность эффективного использования наработок из предыдущих проектов. Следовательно, необходимо создавать шаблоны мат. моделей, расчетов, каркасных моделей, шаблонов для наборов проектных параметров.

УДК 621.395

В.В. Капцова, М.П. Олейник – студент; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: kv200909@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ СО СМЕНОЙ УРОВНЕЙ ПРИОРИТЕТОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

При проектировании систем связи, в том числе космической связи, возникает необходимость анализа их функционирования как систем массового обслуживания. В большинстве систем связи необходим учет классов пользователей, от которых в систему поступает нагрузка. Прежде всего, для каждой категории пользователей существуют свои численные значения характеристик потока заявок, которые поступают от них в систему, свои параметры закона распределения длительности обслуживания заявки. Кроме того, часто необходимо учитывать уровень приоритетности источников заявок, а иногда и тот факт, что в некоторых системах уровень приоритетности заявки на обслуживание повышается, если она находится в ожидании обслуживания свыше допустимого времени.

Для анализа функционирования таких систем разработана имитационная модель системы массового обслуживания с учетом смены уровня приоритета заявок. В модели учитываются: категории заявок разного уровня приоритетности; ограниченное число источников заявок каждой категории; поток повторных заявок, который возникает в случае отказа некоторым источникам в доступе в систему; наличие ограниченной очереди; смена уровня приоритета заявки (повышение уровня приоритетности) в случае, когда заявка ждет обслуживания в очереди свыше допустимого времени.

Предложены подходы, обеспечивающие снижение влияния погрешностей программной реализации на точность выбранной математической модели системы. В том числе разработан подход, который позволяет повысить скорость моделирования за счет того, что обеспечение требуемой точности достигается не только путем уменьшения шага по времени, для каждого из которых рассчитывается текущее состояние системы, но и с использованием корректных алгоритмов анализа изменений состояний элементарных составляющих системы.

Имитационная модель предназначена для анализа качества функционирования системы и в стационарных, и в переходных режимах. Статистические оценки показателей качества функционирования системы в установившемся режиме находятся на основе накапливающихся данных наблюдения системы. Статистические оценки показателей качества функционирования системы и оценки характеристик переходного режима находятся на основе данных многократного моделирования.

Имитационная модель реализована в виде программного продукта в среде программирования Delphi. Она может быть использована на этапах проектирования систем связи для анализа их работы при различных вариантах поступающей нагрузки. Кроме того, предложенная имитационная модель может быть использована как элементарная составляющая в имитационных моделях более крупных систем, в которые рассматриваемая модель системы массового обслуживания входит как один из элементов.

УДК 004.855.5
А.Ю. Клочок, ассистент; К.Ю. Дергачев, к.т.н., доцент;
О.А. Пищухина, к.т.н., доцент;
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: anya827_3@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ ПРИ РЕШЕНИИ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

Использование интеллектуальных компьютерных систем обучения при подготовке специалистов с высшим образованием представляет собой одну из прогрессивных и эффективных форм организации учебного процесса в современном вузе. Особенную актуальность компьютерные системы приобретают при изучении передовых технологий, связанных с появлением принципиально новых подходов в решении технических задач, требующих использования специфических материальных компонент. При изучении основ навигации обучающие компьютерные программы могут быть использованы для моделирования работы глобальных систем, для изучения их свойств, функций и характеристик. Особый интерес при изучении основ навигации составляет обучение студентов практическим навигационным задачам определения месторасположения потребителя по эфемеридным данным, а также решению задач, связанных с оптимальным перемещением объекта в точку цели движения. Изучив данные задачи можно сделать вывод, что внедрение обучающих программ в процесс изучения основ навигации является актуальным.

В результате проведенного анализа поставленной цели разработки интеллектуального комплекса программ по изучению основ спутниковой навигации были выделены следующие задачи:

1) исследовать существующие разработки в области навигации;

2) проанализировать предложенные подходы к разработке компьютерных обучающих систем;

3) декомпозировать задачи навигации на подзадачи, каждая из которых представляет собой отдельную обучающую программу интеллектуального комплекса;

4) разработать структуру, математическое, алгоритмическое и программное обеспечение комплекса интеллектуальных обучающих программ в сфере навигационных систем;

5) оценить эффективность предложенного подхода.

Каждая из обучающих программ интеллектуального комплекса должна реализовывать функции, связанные с изложением теоретического материала, контролем его усвоения, решением тестов и задач, оцениванием студента, поиском «слабых» мест в ответе и предоставлением рекомендаций о повторном возвращении к той части материала, которая вызвала затруднения. Кроме того, рекомендации должны содержать информацию о характере появляющихся ошибок, способах их устранения и об уровне достижения цели обучения. Сформированные задачи позволят эффективно и системно исследовать имеющиеся результаты в области спутниковой навигации, а также реализовать предложенные подходы в рамках разрабатываемого интеллектуального комплекса программ.

УДК 001.894

Е.К. Королева, инженер; В.А. Воротников, начальник сектора
Государственное предприятия ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: info@yuzhnoe.com

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Совершенствование организации патентно-информационных исследований при проведении НИОКР предприятия осуществляется с целью повышения эффективности использования патентных и научно технических информационных ресурсов. В качестве исходного методологического положения принимается, что электронные базы дают возможность широкого доступа к большим массивам специализированной информации, а это позволяет сократить время, затрачиваемое на поиск, и отобрать максимальное количество информации по теме.

Оптимальное сочетание использования электронных баз и традиционных бумажных источников научно-технической информации позволяет эффективно решать такие задачи патентных исследований как:

– определение тенденций развития техники;

– анализ актуальности и целесообразности разработки;

– установление научно-технического уровня новшеств.

Предлагаемый подход к осуществлению патентно-информационных исследований основан на системном анализе всех источников патентной и научно-технической информации, доступных сотрудникам предприятия. В первую очередь анализируются технические решения, получившие правовую охрану на имя предприятия.

Сформированная база данных изобретений ГП «КБ «Южное», в которой собраны все авторские свидетельства и патенты предприятия, дает возможность предварительно определить задачи патентного поиска и обеспечивает составление наиболее полного регламента поиска. База данных «Access patent KBU» в редакторе Microsoft Access позволяет сортировать информационные блоки и формировать запросы по широкому набору реквизитов – от фамилии автора до класса МПК изобретений. Это значительно рационализирует процедуры первичного поиска и систематизации внутрифирменных данных. В ходе расширенных патентных исследований репрезентативный характер патентного поиска достигается за счет использования поисковых баз открытого доступа национальных патентных ведомств и международных организаций. В первую очередь анализируются ресурсы Укрпатента и Роспатента, а также базы европейского и американского патентного ведомств.

Таким образом, технические и организационные наработки предприятия органично адаптированы в современную методологию проведения патентного поиска, что позволяет получить более объективные результаты патентных исследований. При этом формируется полное представление о состоянии правовой охраны научно-технических наработок предприятия.

УДК 658.52.011.56

А.В. Котляров, к.т.н., начальник отдела ИТ
ОАО «АО НИИ радиотехнических измерений»
E-mail: kotlyarov@niiri.kharkov.com

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Современное предприятие, занимающееся разработкой наукоемкой техники должно соответствовать тенденциям развития рынка и не просто использовать прикладные инструменты автоматизированного проектирования, а внедрять и постоянно совершенствовать интегрированные комплексные решения для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП), включать их в единый контур управления предприятием.

Отечественные и зарубежные разработчики программных продуктов (ПП) для КТПП предлагают широкий спектр решений, которые в большинстве хорошо интегрированы между собой, а вопрос интеграции со сторонними ПП, в большинстве случаев, реализован частично. На сегодняшний день для современных предприятий задача интеграции ПП от различных разработчиков является актуальной.

Новый уровень эффективности информационных технологий в рамках КТПП может быть достигнут за счет:

– использования единой системы управления инженерными данными и жизненным циклом изделий во всех подразделениях предприятия, занятых КТПП;

– автоматизации управления сквозными бизнес-процессами КТПП и потоками работ;

– применения единых источников и средств управления нормативно-справочной информацией;

– объединения территориально удаленных рабочих групп в одно информационное пространство предприятия;

– консолидации всех данных и документов, накопленных в процессе КТПП, в виде электронного состава изделия, который содержит не только привычные конструкторские спецификации, а всю необходимую информацию для планирования производства;

– автоматизированной передачи накопленных данных в системы управления предприятием.

Проведен анализ методов построения комплексных решений для КТПП как от одного поставщика, так и при использовании комбинации ПП от различных поставщиков.

Рассмотрены отечественные комплексные решения: T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM (ЗАО «Топ Системы»), ЛОЦМАН:PLM 2011 (АСКОН), Lotsia PLM 4.0 (Lotsia Software), 1С:PDM (APPIUS, 1С) на платформе «1С:Предприятие 8», а также методы их интеграции.

Детально проанализированы положительные и отрицательные стороны рассмотренных комплексных решений.

УДК 528, 614.841.45

Д.С. Котов, аспирант;
В.А. Саечников, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики
Белорусский государственный университет
E-mail: viscount.d@gmail.com

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН ПОРАЖЕНИЯ

Базируясь на возможностях современной вычислительной техники и информационных технологий на кафедре физики факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета и в НИИ пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь разработано программное средство расчета условной вероятности поражения человека находящегося на некотором расстоянии от эпицентра: избыточным давлением при сгорании газо- и паровоздушных смесей; тепловым излучением для пожаров проливов легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ) и твердых материалов и тепловым излучением для воздействия «огненный шар», в соответствии с НПБ 5-2005 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», утвержденными приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 28 апреля 2006 г. № 68.

В ходе выполнения НИР «Разработка экспресс метода прогнозирования зон поражения при авариях на пожаро-взрывоопасных объектах, содержащих аварийно химически опасные вещества», финансируемой Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований, показано, что зона вероятности поражения человека в зависимости от вида ЛВЖ и ГЖ и его количества может колебаться от нескольких десятков метров, до нескольких километров. Для визуализации таких зон поражения необходимы соответствующие топографические карты и планы. В лучшем случае такие карты и планы имеются, как правило, только на бумажных носителях.

В тех случаях, когда таких карт и планов нет, для визуализации зон поражения использованы данные дистанционного зондирования территории и городов Республики Беларусь, размещаемые в Internet. Наличие таких космических снимков и программы автоматизированного выделения контуров объектов недвижимости городской застройки «Vector», разработанной в УП «Геоинформационные системы» Национальной академии наук Беларуси, позволяет оконтурить объекты на них и тем самым создать необходимые планы.

Так как разработанное программное средство расчет зон вероятности поражения человека сопряжено с программным средством визуализации зон поражения на картах, работающих с электронными картами и планами, полученными как с бумажных носителей, так и по данным дистанционного зондирования, это позволяет однозначно идентифицировать объекты попадающие в зону поражения.

УДК 629.7:021

Е.В. Крупа, студент; С.В. Губин, к.т.н., доц.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
E-mail:PenciveGirl@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ТЕЛЕМЕТРИИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ МОЛОДЕЖНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Для определения правильности функционирования бортовых подсистем космического аппарата и, в случае возникновения каких-либо аномалий, для локализации места возникновения отказа, необходимо контролировать несколько сотен различных телеметрических параметров, таких как напряжение, температура или ускорение. Опросы состояния каждого телеметрического датчика пропускаются через мультиплексор, который обеспечивает объединение всей телеметрической информации в единый поток битов. Для системы электропитания молодежного микроспутника возможно построение опроса бортовых систем через контроллер подсистем электропитания и энергетический интерфейс, который соединяет преобразователи напряжения с потребителями энергии с возможностью эксплуатации, защиты и измерения потребляемой мощности во всех каналах электропитания.

Скорость передачи командной информации на борт космического аппарата обычно невелика – как правило, достаточно передавать одну команду в секунду. Командное сообщение может иметь длину от 48 до 64 бит, включая синхронизирующий заголовок, или преамбулу (набор последовательных бит), адресное слово, которое определяет место исполнения данной команды на борту космического аппарата, собственно команду (она часто представлена в структуре сообщения единственным двоичным разрядом, имеющим значение «включить» или «выключить»), и несколько бит для обнаружения ошибок, позволяющих быть уверенным в том, что данное командное сообщение принято правильно. Некоторые команды могут привести к необратимым последствиям. Такие команды обычно предварительно передаются на борт космического аппарата и запоминаются там. Правильность приема указанных команд контролируется по телеметрии, после чего на борт передается еще одна команда, разрешающая исполнение ранее переданной и запомненной команды.

Помимо уменьшения массы космического аппарата, использование обработки или сжатия информации на борту позволяет уменьшить и наземную приемную станцию, повышая ее мобильность и снижая стоимость станции. Канал связи с меньшей скоростью передачи информации является одновременно более живучим в условиях воздействия радиопомех. Однако необходимо иметь в виду, что сжатый сигнал более чувствителен к ошибкам в двоичном разряде, что нейтрализует некоторые из отмеченных выше преимуществ. Для молодежного микроспутника предлагается расширение использования методов сжатия данных с целью повышения функциональных характеристик и снижения мощности электропитании и стоимости каналов связи.

УДК 629.78.064.018.74:004.942

Ю.А. Кузнецова, аспирант
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: JK-Sv@ya.ru

ГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ПОДСИСТЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

На сегодняшний день в состав космического аппарата (КА) средней сложности входит 20-30 подсистем различных наименований и назначений. Подсистемы КА относятся к классу сложных автоматизированных систем, в работе которых управление и контроль над взаимосвязанными параллельными процессами, протекающими в реальном времени, имеют центральное значение. Учитывая тенденцию роста сложности и информационной насыщенности таких подсистем, необходимо проводить всесторонние испытания для подтверждения их соответствия функциональным требованиям, что влечёт за собой применение специального программного обеспечения (СПО), которое должно обрабатывать большие объёмы данных в реальном или близком к реальному масштабу времени с использованием различных алгоритмов высокой степени сложности.

Целью исследования является повышение эффективности процессов подготовки испытаний и качества их представления, а также сокращение затрат на сопровождение СПО. Для достижения цели необходимо разработать способы графического представления управляющего алгоритма (УА), который должен в заданные моменты времени осуществлять запуск на выполнение тех или иных функциональных задач. При этом дополнительным уточняющим фактором является то, что многие управляющие воздействия должны производиться на протяжении заданного промежутка времени.

Формальная модель УА реального времени (РВ) основана на применении логико-алгебраического подхода. Предложенная семантика отражает сложную природу УА РВ, который имеет как логическую, так и временную структуру, а также не накладывает ограничений на последовательность передач управления. Графовые модели УА с учётом ограничений РВ, являются основанием для визуализации параллельных процессов как на этапе подготовки испытаний, так и при их автоматической отработке. Визуализация УА на основе разработанных графовых моделей необходима, в первую очередь, разработчику космического комплекса для того, чтобы ему было понятнее описание правил представления алгоритмов сбора и преобразований данных, формирования управляющих воздействий, выдачи сообщений оператору и т.д. с возможностью дальнейшей модификации и редактирования УА без привлечения высокооплачиваемых квалифицированных программистов. Необходимость в модификациях УА возникает на протяжении всей экспериментальной отработки КА, когда изменениям и доработкам подвергается и объект, и процессы испытаний.

Визуализатор УА с заданной семантикой на основе ориентированного взвешенного графа с учётом требований и ограничений РВ планируется применять в составе программного комплекса для автоматизации испытаний подсистем космических аппаратов, разрабатываемых в ГКБ «Южное».

УДК 004.056

О.М. Куссуль, аспірантка
Національний технічний університет України «КПІ»
E-mail: olgakussul@gmail.com

МОДЕЛЬ ДОВІРИ НА ОСНОВІ РЕПУТАЦІЇ В GRID-СИСТЕМАХ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ

На сьогоднішній день Grid-технології використовуються в різних прикладних областях. Перевагами застосування Grid для розв'язання задач спостереження Землі з космосу є [1]: доступ до високопродуктивних обчислень, засоби керування потоком виконання складних завдань, засоби безпеки (Globus Security Infrastructure), розподілене зберігання даних тощо. Системи супутникового моніторингу на основі Grid-технологій широкого розвиваються як закордоном, так і в Україні. Серед них варто виділити ESA Grid Processing on Demand (G-POD), Wide Area Grid (WAG), Earth Observation Grid (EOGrid) тощо.

Варто відзначити, що при розробці таких систем важливе місце посідають питання безпеки [2]. Доступ до супутникових даних і результатів їх обробки може мати обмежений характер, оскільки розповсюдження даних таких космічних агентств, як ESA, CSA, JAXA та ін., пов'язано з відповідними політиками використання даних. Крім того, у випадку надзвичайних ситуацій важливим є час і надійність обробки інформації. Все це зумовлює важливість і актуальність аналізу та організації безпеки систем супутникового моніторингу. В даній роботі розглянуто питання використання моделей довіри на основі репутацій в Grid-системах супутникового моніторингу.

Запропоновано розширення існуючої моделі репутації для віртуальних організацій у Grid-системах [3], заснованої на обчисленні функції корисності і метрик якості обслуговування (QoS) [4]. На відміну від існуючих моделей, де використовується деякий узагальнений параметри QoS, в даній роботі використано конкретне значення — загальний час виконання задачі в системі. Для перевірки адекватності та ефективності побудованої моделі довіри, проведена серія експериментів. Для цього використано реальні дані про параметри задач в Grid-системі EGEE. Ці дані надаються в межах проекту Grid Observatory (www.grid-observatory.org), який є частиною проекту EGEE-III. Проведено порівняння алгоритму планування задач в Grid-системі з урахуванням репутації та циклічного планування. Результати експериментів показали, що для різних наборів завдань облік репутації дозволяє зменшити час виконання завдань більш ніж на 80%.

1. **Куссуль Н.Н.**, Шелестов А.Ю. Grid-системы для задач исследования Земли. Архитектура, модели и технологи. — К.: «Наукова думка», 2008. – 452 с.
2. **Chakrabarti A.** Grid Computing Security. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
3. **Arenas A.**, Aziz B., Silaghi G.C. Reputation management in grid-based virtual organisations // In: Fernandez Medina E., Malek M., Hernando J. (ed.) Proc. International Conference on Security and Cryptography (SECRYPT 2008), Porto, Portugal. – 2008. – P. 538-545.
4. **Kussul O.**, Novikov O. Utility-based Reputation Model for VO in Grids // Вісник НТУУ «КПІ» серії «Інформатика, управління та обчислювальна техніка». – 2009. – Вип.50 – С. 137-145.

УДК 004.9

С.П. Лоза, техник; Т.В. Трубин, начальник отделения
ГП «КБ «Южное»
E-mail: info@yuzhnoe.com

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ КОРПОРАТИВНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ WINDOWS SERVER 2008 HPC

Обоснованность использования Windows Server 2008 HPC при разработке системы корпоративных вычислений заключается в хорошем знании программистами методов работы с языками высокого уровня и наличии проработанных методик, которые являются моделью разрабатываемого изделия.

Перенос алгоритмов и интерфейса из приложений в Windows Server 2008 HPC упрощается благодаря наличию во многих системах программирования библиотек MPI, механизм работы с которыми не отличается от механизма работы с обычными проектами. Простота использования ОС Windows Server 2008 HPC в Web-приложениях является дополнительным аргументом в пользу ее применения.

Удобные средства работы с Windows Server 2008 HPC реализованы в системе программирования Visual Studio. Интегрированная среда разработки Visual Studio позволяет преобразовывать существующие проекты в проекты с использованием MPI. Проекты хранятся в системе хранения версий Subversion. Реализация данных проектов рациональна на базе Share Point. Объекты Power Shell позволяют организовать автоматизировать процедуры работы корпоративных вычислений на платформе лезвийных серверов под управлением Windows Server 2008 HPC с исползованием прикладных пакетов, например ANSYS 12 и FlowVision.

Средства ОС Windows Server 2008 HPC позволяют организовывать корпоративные вычисления уровня предприятия.

УДК 521.61

А.Ю. Лозбин, М.Ю. Шпади
Институт космической техники и технологий, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: lozbin.a@istt.kz, lozbin@mail.ru

НОВОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИВЯЗКИ ДАННЫХ СПУТНИКА «DEMETR»

29 июня 2004 года с космодрома «Байконур» на ССО высотой 720 км и наклонением 98,3° был запущен французский микроспутник «DEMETER». Миссия «DEMETER» (Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions) посвящена исследованиям возмущений в ионосфере Земли, являющихся следствием сейсмической и вулканической активности. С 2004 года доступны данные измерений 3-х компонент электрического и 3-х компонент магнитного поля, а также другие параметры ионосферной плазмы.

В рамках создания казахстанской космической системы научного назначения [1] проводилось изучение технического и методического обеспечения французского проекта «DEMETER». Для устранения некоторых пробелов программного обеспечения проекта «DEMETER» в нашем институте было разработано собственное программное обеспечение DeSS (Demeter Spectrogram Software), на которое получено авторское свидетельство [2].

DeSS – это программа для обработки, визуализации и картографической привязки спектрографических и волновых данных с приборов КА «DEMETER». Основная задача программы состоит в обеспечении исследователя удобным инструментом для анализа электромагнитных данных со спутника «DEMETER». Принципиальное отличие данного программного обеспечения от французского состоит в картографической привязке анализируемых данных, как в региональном, так и в глобальном масштабе. Программа DeSS создана под операционную систему Windows и не требует никаких виртуальных машин, что также выгодно отличает настоящее ПО от оригинального французского пакета SWAN. Настоящее ПО служит только для быстрого обзора, масштабирования и картографической привязки спутниковых данных. Для тщательного математического анализа мы используем другую нашу систему обработки сигналов SOS-OMIR.

1. **М.М. Молдабеков**, А.С. Инчин, Ю.Р. Шпади, А.Ю. Лозбин. Проект создания казахстанской космической системы научного назначения. Вестник ФГУП НПО им. С.А.Лавочкина. №2, 2010, Москва. с.11-16.
2. А.с. №1585 РК. ВС 0005712. Программа для построения спектрограмм «DeSS» (программа для ЭВМ) / А.С.Инчин, Ю.Р.Шпади, А.Ю.Лозбин, М.Ю. Шпади (РК). – заявл. 10.10.10; опубл. 20.10.10.
3. **А.Ю. Лозбин**, А.С. Инчин, М.Ю. Шпади. Система комплексного анализа спутниковых и наземных данных над сейсмоопасными регионами Земли. – Тезисы докладов. XII Международная молодежная научно-практическая конференция «Человек и космос». 7-9 апреля, 2010г., Днепропетровск, Украина, с.514

УДК 527.62

Т.Ю. Мазепа, студент, О.М. Павловський,асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
E-mail: tanysha_735@ukr.net

ШЛЯХИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ЦИВІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

На даний час, в цивільній авіації широко застосовуються супутникові системи навігації ГЛОНАСС та GPS.

Навігаційні супутникові системи призначені для забезпечення навігаційною інформацією і сигналами точного часу морських, повітряних, сухопутних та інших видів споживачів. Дана система дає можливість визначення:

– горизонтальних координат;

– вертикальних координат;

– складових вектора швидкості;

– точного часу.

Окрім поширених систем супутникової навігації GPS (США) і ГЛОНАСС (Росія), у стадії завершення перебувають системи EGNOS і GALILEO (Європейське космічне агентство), орієнтовані тільки на цивільних споживачів.

Одними з головних недоліків систем супутникової навігації є: відбиті сигнали, вплив шумів, а також вплив самих сигналів супутникових систем один на одного.

Відбитий сигнал вносить перекручування в так названу кореляційну вершину, на підставі якої виробляються виміри псевдодальностей, що приводить до значних погрішностей у визначенні місця розташування об'єкта та інших вимірів, що може призводити до катастрофічних наслідків.

Геодезичний комплекс дає можливість здійснювати оцінку у реальному масштабі часу точність визначення місцеположення, зменшення впливу шумів, а також неперервність обслуговування тим самим забезпечення готовності систем GPS, ГЛОНАСС.

Можливими шляхами розвитку супутникових систем навігації є можливість поєднання їх з супутниковими системами зв'язку різними методами. Методи поєднання враховують:

– форми сигналів;

– діапазон частот, який використовується;

– особливості застосування методів кодування;

– особливості застосування методів модуляції;

– способи поділу сигналів;

– швидкість передачі інформації.

І як наслідок, підвищення безпеки при використанні цивільного транспорту у всіх сферах людської життєдіяльності.

Ключові слова: супутникова система навігації, ГЛОНАСС, GPS, підвищення безпеки.

УДК 629.78.018

Б.Б. Михнич, аспирант
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: boris.mikhnich@rambler.ru

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Развитие космических аппаратов идет по пути расширения их функционального назначения, усложнения применяемых и внедрения новых бортовых систем. Исследование причин аварий ракетно-космических систем за последние 50 лет показали, что доля отказов компьютерных систем, которые привели к авариям, предаварийным ситуациям и отложенным стартам, возросла. Причём в 70-90-е годы каждый пятый отказ был спровоцирован компьютерными системами, а в 2000-е годы увеличился вклад аппаратных средств, что объясняется отработанностью алгоритмов и повышением степени интеграции компьютерных систем в космические аппараты. Таким образом, можно говорить об актуальности повышения надёжности программно-технических комплексов космических систем.

Увеличение количества и сложности алгоритмов обработки телеметрической информации для управления космическими аппаратами обусловлено увеличением количества средств передачи информации и обеспечением шифрования каналов обмена, для предотвращения их несанкционированного перехвата.

Для создания гарантоспособных систем помимо разработчиков космического комплекса необходимо также привлекать высококвалифицированных программистов, что влечёт за собой существенные финансовые и временные затраты. Однако, с использованием специально разработанных DSL (Domain Specific Language) становится возможным поручить проектирование управляющих алгоритмов разработчику, без привлечения программиста. Инструменты специализированных языков предметной области могут быть использованы для построения индивидуальных визуальных редакторов, приспособленных к любой предметной области. Одним из таких редакторов является технология Microsoft Windows Workflow Foundation (WWF).

Разработанный DSL на основе WWF позволяет разработчику описать алгоритмы обработки телеметрической информации космического аппарата, а в дальнейшем легко его модифицировать. Для верификации описанного алгоритма осуществляется его преобразование к нотациям сетей Петри и проверка основных свойств бездеффектности (живость, ограниченность, достижимость). Такой подход позволяет в дальнейшем модифицировать управляющий алгоритм на основе заданных ограничений и целевых состояний, решая задачу его оптимизации.

Данная методика проектирования была применена при реинжиниринге программного комплекса подсистемы обработки телеметрической информации центра управления полетом, который эксплуатировался на протяжении 7 лет и обладает широким функционалом (прием и регистрация, автоматизированная обработка и визуализация в табличном и графическом представлении достоверной информации о функционировании бортовых подсистем в процессе штатной эксплуатации спутника). В результате реинжиниринга был получен проект программного комплекса с расширенным функционалом.

УДК 004.9
П.А. Моругин, аспирант; А.В. Дегтярёв, к. э. н., доцент; М.В. Соколов, аспирант
Московский Авиационный Институт
E-mail: morugin@avbir.ru

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ WEB-ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВ

Сеть первоначально задумывалась как *гипертекстовое информационное пространство*, но разработка все более и более сложных приложений сделала возможным её использование в качестве удалённого *интерфейса программного обеспечения*. Эта дуальность привела к большому беспорядку, поскольку технология используется вне области её первоначального предназначения. Цель данного доклада — разъяснить основные отношения между этими подходами и рассмотреть некоторые различия в проектировании web-представительств в соответствующих контекстах.

От абстракции к конкретике, проектирование web-представительств проходит ряд этапов: стратегия, область применения, структура, эскиз, и внешний вид.

Стратегия. Для обоих вариантов, *целями сайта* могут являться бизнес, творчество или другие внутренние цели, а *потребностями пользователей* — внешние цели сайта, полученные через пользовательские исследования.

Область применения. С точки зрения сети, как интерфейса программного обеспечения это *функциональные спецификации*: детальные описания, которые сайт должен включать, чтобы удовлетворять пользовательские потребности. С точки зрения сети, как гипертекстовой системы это *требования к содержимому*: определение необходимых элементов содержимого сайта, для удовлетворения пользовательских потребностей.

Структура. Для сети, как интерфейса программного обеспечения это *проектирование взаимодействия*: разработка представления потоков данных для облегчения пользовательских задач, определение того, как пользователь взаимодействует с сайтом. А для сети, как гипертекстовой системы — *информационная архитектура*: структурный дизайн информационного пространства, для облегчения интуитивного доступа к содержимому.

Эскиз. Для обоих вариантов это *информационный дизайн*: проектирование представления информации, для облегчения понимания. Для сети, как интерфейса программного обеспечения это *проектирование интерфейса*: как в традиционном человеко-машинном взаимодействии — проектирование элементов интерфейса, для облегчения пользовательского взаимодействия с сохранением функциональности. Для сети, как гипертекстовой системы — *навигационный дизайн*: проектирование элементов интерфейса, для облегчения перемещения пользователя по информационной архитектуре.

Внешний вид. Для сети, как интерфейса программного обеспечения под *визуальным дизайном* понимается графическая обработка элементов интерфейса (визуальное восприятие). Для гипертекстовой системы, визуальный дизайн это визуальная обработка текста, графических элементов страницы и навигационных компонентов.

УДК 621.397.62

А.С. Нестеренко, студентка; А.Г. Воронцов, д.т.н., профессор
ГВУЗ Донецкий национальный технический университет
E-mail: a.c.nesterenko@i.ua

ФАЗОВАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ В СПУТНИКОВОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ

В настоящее время спутниковые каналы являются основными при организации глобальных телекоммуникационных сетей. Большинство сетей строится в стандарте DVB-S, где принята цифровая QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), при которой информацию несет фаза сигнала. Ключевыми факторами при приеме сигналов цифровых спутниковых каналов являются уровень сигнала и качество фазовой синхронизации. Требуемое значение отношения сигнал/шум определяется вероятностью ошибки приема и значением параметра FEC (Forward Error Correction), который зависит от степени избыточности кодирования. Приемная спутниковая система обладает пороговым эффектом, уровень которого зависит от чувствительности ресивера, вида модуляции и способа демодуляции. Чувствительность приемника, в свою очередь, ограничивается уровнем шума конвертора.

Современные конверторы оптимизируются под минимальный фазовый шум. Даже малые вариации фазы могут вывести систему синхронизации из локальной устойчивости, что приводит к невозможности правильного декодирования сигнала. Таким образом, в приемной системе присутствует дополнительный источник ошибок, количество которых не зависит от отношения сигнал/шум на входе, а зависит от шумов гетеродина конвертора. При увеличение размера антенны возрастают ее направленные свойства. Поэтому, увеличивается мощность полезного сигнала и уменьшается мощность помехи, но ростет стоимость всей системы. Очень эффективный способ увеличения запаса по качеству – использование конвертеров с более низким значением фазового шума. В конверторах используется две схемы стабилизации частоты гетеродина: на основе диэлектрического резонатора и синтезатора частоты PLL (Phase Lock Loop). Их основное отличие – достижимый уровень стабильности частоты и фазы. При более узких несущих используются более стабильные PLL конвертеры с внутренней или внешней опорной частотой 10 ГГц. Величина фазового шума показывает, как быстро понижается дисперсия фазы сигнала относительно необходимой центральной частоты. Рекомендуемое значение фазового шума конвертора: -50 dBc/Hz @ 1 kHz, -75 dBc/Hz @ 10 kHz, -95 dBc/Hz @ 100 kHz. Перед поступлением сигнала на детектор уровня в демодуляторе ресивера, необходимо осуществить хронирование и фазовую синхронизацию по несущей. Это действие выполняется с помощью PLL, которая оценивает фазовый сдвиг и синхронизирует фазу несущей по входящему сигналу. Получаемый сдвиг по фазе используется для выработки управляющего сигнала. В демодуляторе необходимо добиться инвариантности по фазе, путем включения в цепь управления PLL дополнительного интегратора, реализуемого в виде схемы накопления заряда. Тогда при любой начальной расстройке ГУН (генератора управляемого напряжением) не будет статической ошибки по фазе, её установившееся значение будет нулевым.

УДК 621.396.946

А.А. Нитавский, студент; О.Г. Байбуз, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: AlexNitavsky@gmail.com

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В наше время устойчивое распределение пользуется высоким интересом при построении моделей описывающие экономические, биологические или геологические явления.

Информационная технология была разработана с целью исследования свойств устойчивого распределения. Реализация программного обеспечения для исследования устойчивого распределения является не тривиальной задачей, так как для данного распределения в аналитическом виде представима только характеристическая функция.[1]

Распределение относится к классу устойчивых распределений, если его характеристическая функция представима в виде:

$$E\{\exp(iuZ)\} = \begin{cases} \exp(-|u|^{\alpha}[1 - i\beta \tan\frac{\pi\alpha}{2} sign(u)]), \alpha \neq 1 \\ \exp(-|u|[1 + i\beta\frac{2}{\pi} sign(u)\log|u|]), \alpha = 1 \end{cases}$$

Разработанное программное обеспечение реализует следующие вычислительные алгоритмы:

- Построение функции плотности стабильного распределения с помощью инвертирования характеристической функции.
- Построение интегральной функции распределения.
- Генерация чисел имеющих устойчивое распределение.
- Процедура восстановления параметров устойчивого распределения.
- Критерий согласия для проверки качества восстановленных параметров и сравнения различных методов.

Наилучшие результаты при восстановлении параметров распределения показал метод максимального правдоподобия.

1. **John P. Nolan**, A. Stable Distributions Models for Heavy Tailed Data [Электронный ресурс] / John P. Nolan – Режим доступа к статьям: http://academic2.american.edu/~jpnolan/stable/chap1.pdf

УДК 004.75

Н.В. Овчарук, ведущий инженер,
Е.В. Загородний, ведущий инженер
Институт космических исследований НАНУ и НКАУ
E-mail: mykola.ovcharuk@gmail.com

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Развитие информационных технологий для решения сложных задач способствовало накоплению большого объема данных, значительная часть которых относится к результатам наблюдения Земли. Актуальной является задача создания хранилища данных, которое позволит объединить данные наблюдения и исследования Земли, а также обеспечит бесперебойный доступ к ним. Построение такой системы на основе распределенного хранилища данных позволяет повысить эффективность управления данными, а также простоту их получения и обработки.

Поскольку спутниковые данные, а также данные необходимые для перед- и постобработки сохраняются в разных форматах, необходимо обеспечить интероперабельность. Также необходимо разработать профиль метаданных, по которым впоследствии будет организован поиск и выборка данных из хранилища.

В докладе сформированы требования, предъявляемые для построения распределенного хранилища гетерогенных данных. Архитектура хранилища должна позволять эффективно структурировать хранение данных, обеспечить максимально простой механизм управления данными в хранилище, а также их анализа.

Приведены результаты сравнительного анализа существующих решений в области хранения данных. Предложена архитектура распределенного хранилища данных, применение которого планируется в рамках проектов по исследованию Земли.

УДК 621.395

М.П. Олейник, В.В. Капцова – студент; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: mafenka13@gmail.com

МЕТОД АНАЛИЗА РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ СВЯЗИ

При проектировании систем связи необходимо рассматривать их и как системы массового обслуживания. В частности, это необходимо для анализа нагрузки в таких системах, как в стационарных, так и в переходных режимах работы.

Сложность проведения анализа заключается в том, что число источников заявок, поступающих в систему, зачастую составляет несколько тысяч. Число обслуживающих единиц в системе также может быть равно сотням и тысячам. Функционирование системы зависит он начальных условий, прежде всего, от числа источников заявок (если их нельзя положит равным бесконечности) и числа обслуживающих единиц системы. Если варьировать все возможные состояния при проведении исследования, то число рассматриваемых при этом комбинаций будет весьма значительно, что потребует существенных затрат времени. Кроме того, рассмотрение всех возможных комбинаций не рационально, так как многие комбинации при большом числе варьируемых величин мало отличаются друг от друга. Поэтому целесообразно использование метолов проведения анализа, которые позволяют сократить число рассматриваемых комбинаций, не снизив при этом качества результатов анализа.

Разработан подход, основанный на масштабировании числа источников заявок, находящихся в системе, и общего числа источников заявок каждой категории. Он основан на целесообразности учета при анализе системы лишь долевого уровня заполненности системы и долевого состава источников заявок по категориям. При переходе к новому масштабу решается задача комбинаторики с целью формирования всех возможных вариантов долевого состава по категориям источников заявок, находящихся в системе. Разработан алгоритм решения задачи комбинаторики, когда необходимо разложить всеми возможными способами заданное число шаров в заданное число ящиков различной емкости (при этом емкость ящика может быть меньше числа раскладываемых шаров).

Предложенный подход реализован для анализа системы массового обслуживания с учетом различных категорий заявок разного уровня приоритетности. Кроме того модель учитывает возможность смены уровня приоритетности заявок. Полагается, что на момент поступления в систему заявки от одной из категорий источников заявок уровень ее приоритета совпадает с приоритетом, присвоенным заявкам этой категории. Если заявка ожидает обслуживания (находится в очереди) свыше допустимого времени, уровень ее приоритета повышается.

УДК 004.9

М.В. Приходько, техник; А.В. Трубин, начальник отделения
ГП «КБ «Южное»
E-mail: info@yuzhnoe.com

АДАПТАЦИЯ ПРОДУКТОВ AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL И AUTODESK AUTOCAD И ИХ ИНТЕГРАЦИЯ В КОРПОРАТИВНУЮ СИСТЕМУ ВЫПУСКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

На промышленных предприятиях занимающимся машиностроением актуальной задачей является выпуск конструкторской документации. Программные продукты от компании Autodesk позволяют создавать конструкторские документы. Для программных продуктов Autodesk Inventor Professional и Autodesk AutoCAD были разработаны программы-надстройки. Разработанные программы-надстройки обеспечивают интеграцию программных продуктов Autodesk Inventor Professional и Autodesk AutoCAD в корпоративную систему выпуска конструкторской документации.

Для обеспечения стандартного представления документа, были разработаны файлы шаблонов, которые хранятся на едином общедоступном месте. Разработка программ заполнения основной надписи чертежа и нормативных документов выполняется с учетом информации, содержащейся в справочниках АСЭД. Внесенные данные из справочников АСЭД размещены внутри конструкторского документа.

По завершению работы конструкторский документ проходит электронный контроль на соответствие свойств документа чертежа и документа модели. После успешной проверки документ заносится в единое хранилище предприятия.

Для реализации программы-надстройки над Autodesk Inventor Professional необходима технология Microsoft .Net Framework. Доступа к базе данных выполняется с помощью технологии ADO.Net.

Пользовательские формы заполнения реквизитов конструкторских документов Autodesk Inventor Professional выполнены с помощью языка программирования C# в среде Microsoft Visual Studio.

Пользовательский интерфейс программы-надстройки над Autodesk AutoCAD разрабатывался средствами Visual Basic Application (VBA).

В докладе обосновывается эффективность использования программы-надстройки для интеграции программных продуктов Autodesk Inventor Professional и Autodesk AutoCAD в корпоративную систему выпуска конструкторской документации.

УДК 629.78.08.018
В.В. Прудков, аспирант; А.Н. Ловчиков, д.т.н, профессор
Россия, г. Железногорск Красноярского края,
ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева»
E-mail: differsin@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АВТОНОМНОЙ ОТРАБОТКИ ПОДСИСТЕМ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КА

В настоящее время в ОАО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева» интенсивность графиков изготовления бортовой аппаратуры (БА) современных космических аппаратов (КА) для проведения отработочных испытаний в объёме наземно-экспериментальной отработки и комплектации штатных изделий исключительно высока. Необходимость увеличивать эффективность отработки БА и сокращать ее сроки для вновь создаваемых изделий, влечет за собой создание унифицированных и автоматизированных рабочих мест наземно-экспериментальной отработки БА.

Одной из задач наземной отработки БА является автономная отработка интерфейсных модулей сопряжения (ИМС или подсистем) блока управления (БУ) разрабатываемых КА. ИМС аппаратно представляют собой блоки, выполняемые в виде универсального конструктива. Они выполняют свои специализированные задачи, выполняя роль связующего звена между бортовым цифровым вычислительным комплексом и системами КА.

В настоящее время автономная отработка ИМС проводится на рабочем месте состоящем из персонального компьютера (ПК), ЦПМ и подключаемых ИМС. Для обеспечения информационного обмена ПК и ЦПМ используется плата TE1-PCI2 производства фирмы «Элкус», поддерживающая протокол МКО. Для обмена ПК и выходов ИМС используются различные платы ввода-вывода фирмы «AdLink Technology Inc.», например PIO-D168. ЦПМ связан с входами ИМС по ППИ.

Программный комплекс данного рабочего места состоит из единой оболочки, установленной на ПК, специального ПО (СПО) ЦПМ и специализированных программ регистрирующих события на выходах конкретных ИМС. Единая оболочка предоставляет оператору средства для задания исходных данных отработки и последующего управления и контроля за выполняемым процессом. СПО ЦПМ обеспечивает транзитную связь данными между ПК и входами ИМС.

Внедрение программного комплекса автономной отработки ИМС позволило провести к настоящему времени автономную отработку ИМС БУ БКУ космических аппаратов «Муссон», «Глонасс-К», «Амос», «Луч-5А». Данный программный комплекс используется в ходе автономной отработки ИМС космических аппаратов «Телком», «Ямал», «Экспресс-АМ5,6» и т.д.. Гибкость и универсальность разработанного ПО, позволяет не только проводить автономную отработку отдельных ИМС и БУ БКУ в сборе, но так же может быть использовано на этапе отладки разрабатываемых моделей ИМС для наземно отработочного комплекса штатного ПО БУ БКУ. С другой стороны оно может быть использовано, как технологическое ПО при наземной отработки штатных изделий БУ БКУ в цехе.

УДК 621.396.41
А.А. Смуров, А.А. Сорокин, студент; А.В. Печаткин, к.т.н., зав. кафедрой РТС
Рыбинская государственная авиационная технологическая академия
им. П.А. Соловьева, Россия
E-mail: rts@rgata.ru, rts-avp@yandex.ru

СИНТЕЗ ЛОКАЛЬНОЙ ДВУСТОРОННЕЙ ПЕЙДЖИНГОВОЙ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛЬНОГО РАДИОВЫЗОВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПАССИВНОЙ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ (RFID-ТЕХНОЛОГИИ)

Современная жизнь немыслима без оперативной динамической информационной поддержки. С этой целью созданы и используются различные сети мобильных телекоммуникаций. В этом ряду пейджинговые системы связи стоят особняком, являясь радиальными системами с односторонней связью, обслуживаемыми сетевыми или ведомственными операторами. Вместе с тем, пейджинговые услуги остаются крайне востребованными там, где мобильная передача или регистрация информации без использования абонентской оплаты и привлечения внешней сетевой сложной инфраструктуры является необходимым условием деятельности. Это относится к различным учебным и медицинским заведениям, профилакториям, туристическим и сервисным центрам, малым предприятиям, транспортным службам и другим аналогичным сферам деятельности. Для решения задачи оперативной информационной поддержки этих организаций целесообразно разработать локальную пейджинговую систему, способную образовывать функциональные масштабируемые популяции или сети на основе имеющихся в организациях персональных компьютеров и локальных сетей, формировать индивидуальные оперативно обновляемые информационные каналы, обеспечивать конфиденциальность и доступность для пользователей непосредственно в локальной зоне профессиональной деятельности или временного расположения. В отношении функционирования RFID-пейджинговой сети может быть употреблена терминология «update in situ» – модификация на месте, т.е. в локальной области нахождения абонента при его непосредственной регистрации (обнаружения), а также оперативное исправление, коррекция имеющейся информации и ее модификация без создания новой версии данных.

Для построения телекоммуникационной сети, полностью отвечающей указанным выше задачам и требованиям, целесообразно использовать активно развивающуюся технологию автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках. Пейджинговая система, построенная по данной технологии, позволит переопределить RFID-транспондеры как пейджинговые терминалы, обеспечивая как передачу информации, так и считывание персональных данных, т.е. регистрацию RFID-метки. Последнее обстоятельство позволяет эффективно решать вопросы логистики в учреждениях по отношению к имеющимся человеческим ресурсам и связанным с ними процессам.

Для построения пейджера наиболее целесообразно использовать полупассивные метки ближнего диапазона 863÷868 МГц на основе технологии «кремний-на-изоляторе».

UDC 681.3.06

M.V. Soroka[1]; N.P. Kadet, assistant[2]
[1]Central research institute of armament and military equipment
of Armed Forces of Ukraine
[2]National aviation university
E-mail: kadet-stud@rambler.ru

EVALUATION EFFICIENCY OF COMPLEX SECURITY SYSTEMS CONSTRUCTION IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Information is any kind of event that affects the state of a dynamical system. Widespread use of computer technologies in data management led to the worsening problem of information security from unauthorized access. Obviously, the security must be comprehensive in nature, and at the same time, it is necessary to take into account possibility of origin of threats specific for the concrete information system. An intensive increasing volume of information leads to the additional measures to protect it.

There is an important task to develop a comprehensive security. For the decision of the put task it is necessary to choose the criteria of evaluation of security in telecommunication systems. It is expedient to have a quantitative criterion for evaluation of security system, which will depend on some set of factors, which characterize fully both the telecommunication systems and the information security system resources that circulate in it. One of the ways to evaluate efficiency of information security systems in the telecommunication systems is the formalization of different methods, content of which is a comprehensive approach of technical information security.

The aim of this work is a ground and formalization of security evaluation criteria in the telecommunication systems based on technical and economic characteristics and indicators, systems of attacks realization on informative resources and information security systems. It is noteworthy that the value of information is the most appropriate to express a complete loss, loss of this information. For this purpose it is necessary to have information in relation to proof that can be got from passed to information. To determine the profit it is necessary to determine the amount of information that is passed by a communication channel, the transmission speed of this information and the time domain during that the complete transmission comes true. In this work, the efficiency of realization this model is understood as the ability mechanisms, which implement in practice given in the model of functional protection service to resist such attacks: practical impossibility of weakness in the architecture of telecommunication systems. Analysis of vulnerabilities is done in the context of ensuring the necessary level of information security resources.

The conclusion of this work is a ground of criterion of evaluation of security in the telecommunication systems based on technical and economic characteristics and indicators of telecommunication systems; system of attacks on information resources; security system. Offered approach allows you to set system security systems to choose the least cost or requirements to determine the required level of its performance for a given value. Under the proposed system of evaluating the efficiency of information security in telecommunication systems make decision in relation to possibility of construction of the complex system of information security.

УДК 532.516

О.А. Сохацький, м.н.с.[1]; А.В. Сохацький, д.т.н., доцент[2]
[1]Інститут Чорної металургії НАН України
[2]Академія митної служби України
E-mail: savl@amsuldp.ua

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В АЕРОМЕХАНІЦІ

Розробка та удосконалення технічних пристроїв та апаратів різноманітного призначення є актуальною задачею сьогодення. Її ефективне розв'язування можливо з використанням комп'ютерного моделювання.

Застосування математичного моделювання з використанням сучасних обчислювальних технологій у поєднанні з фізичними експериментами – це єдиний шлях розв'язування проблем створення та удосконалення технічних пристроїв та впровадження нових технологій. У зв'язку з цим існує необхідність створення математичного та програмного забезпечення для розв'язування складних задач аеромеханіки.

Сучасні математичні моделі аеродинаміки розподіляють на наступні рівні:

Аналітичні наближення та лінеаризовані рівняння.

Нелінійні рівняння без урахування дисипативних членів.

Нелінійні рівняння з урахуванням дисипативних членів.

Повні нестаціонарні моделі.

В доповіді розглядаються основні проблеми числового моделювання з використанням сучасних ЕОМ: побудова розрахункових сіток, отримання дискретного аналогу вихідних рівнянь, стійкість обчислювальних алгоритмів.

Ключовим питанням в числових алгоритмах є процес отримання дискретного аналогу вихідних рівнянь. Найбільш широке розповсюдження одержали скінченно-різницеві методи (СРМ), метод скінченних елементів (МСЕ), метод скінченних об'ємів (МСО), спеціальні методи.

В аеродинаміці найбільш широке застосування знайшли СРМ та МСО. Перехід від вихідних диференціальних чи інтегральних рівнянь $Lq = f$ до їх дискретного аналогу проводиться з обов'язковим виконанням наступних етапів:

- заміною області Ω неперервного аргументу x його дискретним аналогом Ω_h;
- заміною шуканої функції q, f неперервного аргументу x дискретною функцією q_h ,f_h;
- апроксимацію вихідних операторів L їх дискретним аналогом L_h.

У результаті отримуємо дискретний аналог $L_h q_h = f_h$. Він повинен бути відповідним вихідним рівнянням для числового алгоритму. Тобто, потрібно, щоб дискретними аналогами виконувалися закони збереження, що описуються вихідними рівняннями. Таким чином, повинна спостерігатися узгодженість дискретного аналогу з основними фізичними законами та законами аеродинаміки.

У зв'язку з цим в обчислювальній аеромеханіці вироблено основні вимоги до скінченно-різницевих схем: консервативність, стійкість, збіжність, точність, економічність, універсальність.

Наводяться приклади розрахунків з використанням математичних моделей різного рівня складності.

УДК 629.735.015.017.2

В.В. Стойкова, студент;
С.В.Клименко, ст. преподаватель; В.П.Малайчук, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Vika.Stoykova@gmail.com

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПСИХОМЕТРИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ПРЕДСКАЗАНИЯ

Исследование человеческого фактора, как самого важного и неразрывного, но в тоже время и самого ненадежного звена в системе «человек-космос», является наиболее актуальной задачей. Деятельность человека, работающего в таких системах, заключается: в снятии данных с приборов, запоминании последовательности действий, обработки информации и т.д. В большинстве случаев принятие решений происходит в условиях повышенного риска. Поэтому наиболее актуальной задачей является исследование психофизиологических особенностей личности. Состояние психики переменчиво и ее можно изучать только путем длительного наблюдения за деятельностью человека в реальном масштабе времени. Для изучения характеристик психической деятельности используются модельные эксперименты – это психометрическое тестирование.

Решением данной задачи, является разработанный компьютерный вариант психометрического теста по методике предсказания, позволяющий определить внимательность и способность человека-оператора обрабатывать воспринимаемую информацию.

Компьютерный вариант тестирования представлен в двух видах:

– с ограничением времени экспозиции стимулов;

– без ограничения по времени.

Для компьютерного психометрического исследования по методике предсказания разработаны математические модели описания теста, такие как стимульная функция, функция теста (ключа), функция решения, функция времени (время реакции испытуемого на последовательность стимулов).

Обработка результатов тестирования осуществляется несколькими методами: усовершенствованным классическим методом и методом, основанным на статистической обработки результатов тестирования. Предложены алгоритмы выявления показателей внимания и вероятности принятия решений.

Результаты тестирования представляются в виде таблиц с данными для дальнейшей обработки психологами и психиатрами.

Проведено компьютерное психометрическое тестирование по методике предсказания и получены результаты обработки данных: студентов технических специальностей и операторов неразрушающего контроля. Полученные результаты подтверждают работоспособность разработанной информационной технологии поддержки принятия решения в задачах психометрического тестирования по методике предсказания. Результаты работы могут быть использованы для оценки профессиональной пригодности операторов автоматизированных систем управления и контроля.

УДК 621.397.62

А.А. Темненко, студент; А.Г. Воронцов, д.т.н., профессор
ГВУЗ Донецкий национальный технический университет
E-mail: poissillon@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДЖИТТЕРА В ТЕРМИНАЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Еще в середине 90-х годов прошлого века отечественные связисты стали бороться с проблемами, вызванными фазовым дрожанием сигнала. Сегодня же борьба с джиттером является не менее актуальной, поскольку применение новых стандартов быстрой передачи данных обязывает уделять большое внимание обеспечению высокой достоверности передаваемого сигнала, чтобы просто не сделать передачу информации бессмысленной.

Первым этапом на пути к эффективной борьбе с джиттером является его качественное измерение. Задачей проведенного исследования является разработка нового способа его измерения на основе старых концепций, который позволил бы получить не только численное значение фазовых отклонений, но и представить наиболее развернутую и точную картину поведения джиттера в терминальных устройствах телекоммуникационных систем с целью дальнейшего анализа и составления статистики.

Проанализировав аналоговый и цифровой методы измерения джиттера, которые в настоящее время являются наиболее популярными, были приняты во внимание недостатки обоих методов. Так, в аналоговой методике восстановление синхроимпульсов ограничивает диапазон измерений джиттера, в результате весь возможный интервал должен быть разделен на несколько рабочих, где измерения выполняются независимо, а затем результаты должны «сращиваться». Также система восстановления синхронизации вносит шумы, что в результате сказывается на точности измерения джиттера.

Аналоговый способ измерения не идеален, однако цифровые методы также имеют недостатки. Во-первых, цифровые ФАПЧ менее помехоустойчивы, и когда сигнал в линии связи очень зашумлен работаю хуже аналоговых. Во-вторых, при увеличении уровня помех положение фронтов будут смещены и любая помеха в этом случае провоцирует временное «дрожание» фронтов, что, как следствие, приводит к накоплению джиттера в результате усреднения.

Таким образом, в результате проведенного анализа было предложено объединить аналоговый метод измерения джиттера и современную цифровую статистическую обработку на компьютере, что позволит более глубоко исследовать джиттер в терминальных устройствах телекоммуникационных систем, а именно – получить на экране монитора, наряду с численной величиной, источник и характер его изменения.

УДК 621.397.62

А.Г. Шкуренко; А.Г. Воронцов, д.т.н., профессор
ГВУЗ Донецкий национальный технический университет
E-mail: andrey.shkurenko@gmail.com

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФИЦИЕНТА БИТОВЫХ ОШИБОК В РАДИОКАНАЛЕ ДАННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Современные тенденции развития телекоммуникационных сетей предполагают все более частое использование радиоканала в качестве среды передачи информации. Главным достоинством беспроводных сетей является мобильность абонентов, а недостатком – относительно низкая помехоустойчивость. Поэтому измерение коэффициента битовых ошибок (BER) на этапе проектирования сетей беспроводной связи, а также их мониторинга остается актуальным. Величина BER зависит от вида модуляции, способа демодуляции, параметров помехоустойчивого кодирования, внутренних шумов приемо-передающей аппаратуры и отношения сигнал/шум в канале связи (SNR).

Современные измерители BER состоят из генератора псевдослучайной последовательности битов и детектора ошибок. Генератор последовательности битов передает группу данных в тестируемую систему. Детектор ошибок или независимо генерирует такую же группу данных, или получает ее из генератора. Генератор последовательности также обеспечивает временную синхронизацию сигнала с детектором ошибок, который осуществляет побитовое сравнение между полученными из тестируемой системы данными и данными из генератора последовательности. Любое различие между двумя символами в детекторе интерпретируется как ошибка.

Битовые ошибки в системе возникают в случайные моменты времени в результате воздействия случайного шума и случайных флуктуаций. Следовательно, число ошибок за любой конечный промежуток времени является случайной величиной и не поддается точному прогнозированию. Для точного измерения BER требуется бесконечно длинная последовательность битов. Измерения малых значений BER при уровне достоверности (Confidential Level, CL), превышающем 0,95, занимают большой промежуток времени. Так как в реальных условиях время всегда ограничено, необходимо выработать методику, позволяющую сократить длительность измерения BER.

Основным методом уменьшения времени тестирования является калиброванное уменьшение SNR. В его результате величина BER увеличивается, что приводит к уменьшению длительности тестирования. Если известно, как меняется BER при изменении SNR, то по измеренному значению BER можно вычислить его действительное значение. Применение этого метода основывается на предположении, что Гауссов шум на входе приемника является основным источником появления битовых ошибок в системе.

УДК 537.811

Е.И. Щербаков, студент; А.В. Оводенко, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: evgsherbakov@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ МЕТОДОМ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Ни один проект крупной информационно-телекоммуникационной сети не обходится без исчерпывающего моделирования будущей сети. Целями моделирования могут являться: определение оптимальной топологии, адекватный выбор сетевого оборудования, определение рабочих характеристик сети, проверка характеристик новых протоколов, определение параметров качества обслуживания.

Особое место в моделировании телекоммуникационных систем занимают специализированные или сенсорные сети – распределенные, самоорганизующиеся, устойчивые к отказу отдельных элементов сети миниатюрных электронных устройств, обменивающихся информацией по беспроводным каналам связи.

К области применения беспроводных специализированных сетей относится: пожарная сигнализация, охранные системы, система контроля доступа, мониторинг целостности зданий, система контроля климата, система обнаружения утечек взрывоопасных и токсичных веществ и т.д.

Мы проведем моделирование сети до того, как она будет введена в эксплуатацию, что имеет первостепенное значение, т. к. позволяет отрегулировать характеристики локальной сети на стадии проектирования.

Учитывая важность отказоустойчивости специализированных сетей, расчет их параметров необходимо производить до введения сети в действие. Статистические методы моделирования являются более точным, чем аналитические методы и требуют меньших ресурсов, чем экспериментальные методы. Среди статистических методов можно выделить метод фрактального анализа, обладающий высокой степенью точности прогнозирования характеристик телекоммуникационной сети.

В самом простом случае небольшая часть фрактала содержит информацию обо всем фрактале. Одним из основных свойств фракталов является самоподобие. Любая телекоммуникационная сеть достаточно точно описывается самоподобным случайным процессом с параметром Херста около 0,65-0,8, что позволяет при помощи модели получать точный прогноз характеристик будущей сети.

8
Испытания летательных аппаратов и их систем. Методы неразрушающего контроля

Координаторы:
Сохач Юрий Васильевич,
доцент кафедры РЭА ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара,
кандидат физико-математических наук, доцент

УДК 620.19, 535.41

А.С. Абдрахманова, студент; Ю.В. Сохач, к. физ.-мат.н., доцент
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: ainur_sag@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ РАССЛОЕНИЙ В МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Среди наиболее важных требований, предъявляемых к конструкциям современных летательных аппаратов, можно назвать следующие – минимальный вес, максимальную жесткость и прочность узлов, максимальный ресурс работы конструкций в условиях эксплуатации, высокую надежность. В настоящее время главным классом материалов, удовлетворяющих всему комплексу перечисленных требований, являются композиционные материалы на основе углеродных, борных, органических и стеклянных волокон в сочетании с полимерными, керамическими и другими видами связующих, особенно с высокими эксплуатационными характеристиками. Все перечисленные достоинства должны подтверждаться различными методами испытаний и контроля. В частности, для определения целостности конструкций наиболее эффективным является метод голографической интерферометрии. Его достоинства по сравнению с другими методами состоят в бесконтактности, высокой чувствительности, возможности контролировать одновременно большие участки поверхности и т.д.

Для отработки технологии контроля был изготовлен многослойный образец с заранее заложенными дефектами непроклея, расположенными на различной глубине. При наличии в многослойной конструкции расслоения в месте его расположения на интерференционном портрете поверхности образуется семейство интерференционных полос повышенной плотности. В данном сообщении предложена связь глубины залегания дефекта от количества интерференционных полос, давления и характеристик материала (модуля упругости; коэффициента Пуассона). Эффективность предложенной технологии подтверждена экспериментально. Более того, в ходе проведения испытания были выявлены как заложенные дефекты, так и естественные, полученные при склейке образца. Разработанная технология содержит также вычислительную программу позволяющую определять наличие и глубину залегания дефектов в автоматизированном режиме.

УДК 629.73

В.О. Балагута, студент; Д.Ю. Почекаев, ассистент кафедры
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: Verun4ik_Khai@mail.ru

ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА САМОЛЕТА

Обледенение самолётов до настоящего времени является серьёзной угрозой для безопасности полётов. Выполнение полётов в сложной метеорологической обстановке и, в частности, в условиях обледенения требует от летчика знания физической стороны данного явления и того, как влияет обледенение на лётные характеристики самолёта.

Для безопасного самолетовождения над сушей в диапазоне температур наружного воздуха до – 20 ^{0}C и над морем – в диапазоне до –30 ^{0}C все самолеты оборудуются противообледенительными системами (ПОС), так как именно в этом диапазоне наблюдается наиболее тяжелое обледенение.

Необходимым условием успешной работы ПОС самолета является своевременное ее включение, что осуществляется с помощью надежных в действии высокочувствительных сигнализаторов – датчиков, информирующих летчика о начале обледенения.

В работе представляется вибрационное устройство обнаружения обледенения самолета, принцип работы которого основан на использовании кварцевого резонатора, который обеспечивает хорошую чувствительность (позволяет обнаружить слой льда от 0,1 мм). В результате, полученное устройство является компактным и удобным в использовании.

В основу работы сигнализатора положена зависимость частоты выходного сигнала датчика от толщины слоя льда на его чувствительном элементе – кварцевом резонаторе (собственная частота резонатора определяется его параметрами). С увеличением массы образовавшегося на датчике льда повышается его жесткость, что приводит к уменьшению резонансной частоты. По изменению частоты можно судить о толщине слоя льда.

Устройство работает следующим образом: при включении устройства чувствительный элемент датчика (кварц) совершает колебания, частота которых определяется его параметрами. Появление льда на поверхности кварца повышает его жесткость, что приводит к уменьшению резонансной частоты. Полученная таким образом частота сравнивается с заданной постоянной частотой в микроконтроллере, происходит определение толщины слоя льда и полученная информация выводится на индикатор. Также по скорости изменения резонансной частоты можно определить скорость наростания льда. Наличие микроконтроллера позволяет автоматизировать такую ПОС: при равенстве резонансной частоты и частоты, зашитой в память микроконтроллера – включается нагреватель для сброса льда. После сброса льда с резонатора частота колебаний восстанавливается и цикл работы ПОС возобновляется.

УДК 539.3

А.В. Баліна, магістрант, Є.Ф. Прокопало, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: anna_balina@mail.ru

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК З ДВОМА КРУГОВИМИ ОТВОРАМИ ПРИ НЕОДНОРІДНОМУ ОСЬОВОМУ СТИСКУ

Забезпечення працездатності тонкостінних оболонок з круговими отворами в умовах нерівномірного навантаження є доволі актуальним, оскільки таке навантаження характерно для широкого класу реальних конструкцій, які використовуються в авіації, суднобудуванні, ракетній техніці і багатьох інших областях машинобудування. Публікацій на тему дослідження стійкості неоднорідно навантажених оболонок з круговими отворами при осьовому стиску у відомій літературі виявити не вдалось. Цю обставину можна пояснити тим, що розв'язок цієї задачі є дуже складним як в теоретичному, так і в експериментальному плані.

У поданій роботі представлені результати експериментального дослідження великої серії (168 моделей) кругових циліндричних оболонок середньої довжини з двома діаметрально протилежними круговими отворами, розташованими симетрично відносно середнього поперечного перерізу, під дією неоднорідного осьового стискаючого зусилля. В процесі випробувань в широких діапазонах змінювалися величини як діаметрів отворів, так і ділянок навантаження. Неоднорідність осьового зусилля по периметру оболонки забезпечувалася відсутністю навантаження на ділянках кола, розташованих таким чином, щоб кожна ненавантажена ділянка мала спільну вісь симетрії з круговим отвором.

Практично на всіх оболонках при навантаженні в області кругових отворів та на границях між навантаженими та ненавантаженими ділянками візуально спостерігався ріст згинних деформацій, що свідчить про нелінійний характер деформування моделей. Втрата стійкості супроводжувалася хлопком та утворенням ряду вм'ятин, найбільші з котрих розташовувалися в районі вирізів. Оболонка при цьому втрачала несучу спроможність. В роботі проводиться аналіз залежності критичних зусиль від діаметру отворів і від довжини ділянок навантаження.

УДК 629.7.02:539.4

И.А. Василенко, инженер 2 кат.;
О.Э. Арлекинова, к.т.н., начальник сектора; А.А. Василенко, к.т.н., в.н.с.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

КОЭФФИЦИЕНТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ И ОТРАБОТКЕ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Рассматриваются вопросы определения значений коэффициентов безопасности элементов конструкций летательных аппаратов, принимаемых на этапах проектирования и отработки прочности элементов конструкций летательных аппаратов.

Выбор значений коэффициентов безопасности является важным этапом проектирования и отработки прочности конструкций. При установлении их значений следует учитывать назначение конструкции; специфику ее работы; условия эксплуатации; требования, обеспечивающие безопасность обслуживания. Чем больше коэффициент безопасности, тем надежнее работа элемента. Однако увеличение запасов сверх необходимой величины ведет к увеличению массы и элементов конструкций.

Указаны требования, предъявляемые к конструкции рассматриваемых изделий. Рассмотрены основные методы определения вероятности неразрушения конструкции.

Определены методы установления значений коэффициентов безопасности: экспериментальный, экспертно-аналитический, вероятностно-статистический.

Приведены аналитические зависимости вероятности неразрушения конструкции, полученные в предположении нормального распределения нагрузки и несущей способности.

Порядок и объем экспериментальной отработки должен обеспечить прочность изделия. Конечной целью экспериментальной отработки является выдача заключения о прочности и анализ прочности конструкции с целью снижения ее массы.

Отработка конструкций на прочность содержит следующие виды испытаний: статические испытания, виброиспытания, ударные динамические испытания, акустические испытания, комплексные испытания.

В докладе приводятся некоторые значения различных нормативных коэффициентов, используемых для обеспечения прочности конструкций в авиационной и ракетной технике.

Приведенные в докладе соотношения и рекомендации могут быть использованы при выборе значений коэффициентов безопасности конструктивных элементов изделий ракетной техники.

УДК 629.764.004.415

М.А. Волошина, ведущий инженер; О.В. Пичурина, инженер; Л.А. Ерес,
начальник отдела; Т.В. Стрелюхина, начальник бюро
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
E-mail: info@yuzhnoye.com

СЕРТИФИКАЦИЯ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ «ЦИКЛОН-4»

Необходимость добровольной сертификации РКН «Циклон-4» определена п. 1 Статьи 5 «Договору між Україною та Федеративною Республікою Бразилія про довгострокове співробітництво щодо використання ракети-носія «Циклон-4» на пусковому центрі Алкантара», согласно которому Украинская сторона обеспечивает сертификацию ракеты-носителя «Циклон-4».

Нормативным документом, на соответствие требованиям которого проводится сертификация, является Тактико-техническое задание на разработку космического ракетного комплекса «Циклон-4» (в части требований к РКН).

Сертификация РКН проводится поэтапно согласно этапам создания РКН.

В соответствии с «Договором…», уполномоченные органы Украинской и Бразильской Сторон, т.е. Национальное космическое агентство Украины и Бразильское космическое агентство должны обеспечить:

– взаимное признание результатов сертификации и сертификатов соответствия, которые выдаются национальными органами по сертификации;

– проведение совместных работ по гармонизации национальных космических систем сертификации;

– взаимного обеспечения нормативной документацией по вопросам сертификации ракетно-космической техники.

В октябре 2010 года в ГП «КБ «Южное» года была проведена встреча представителей НКАУ, ГП «КБ «Южное», БК АЦС, ГП «ГНИЦСКТ», ГП «ПО «ЮМЗ» с делегацией БКА, CTA (Департамент науки и технологии Аэронавтики ВВС Бразилии), IFI (Институт координации и поддержки промышленности ВВС Бразилии), Пускового центра Алкантара.

На встрече были обсуждены вопросы сертификации РКН.

Следует отметить, что сертификация – это глубокая научно-инженерная работа, и гармонизация систем сертификации – это не подгонка терминов и Правил, а общее понятие проблемы.

УДК 629.7.064

С.А. Гудков, аспирант; И.А. Кудрявцев, к.т.н., доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет
им. акад. С.П. Королева
E-mail: gudkov.stanislav@gmail.ru

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕТОКОВЫХ ДАТЧИКОВ

В основе теоретического решения задач электромагнитного контроля лежит решение краевых задач электродинамики для различных типов электромагнитных преобразователей, произвольно расположенных относительно электропроводящих объектов различной формы. В настоящее время разработан и эффективно используется ряд обобщенных расчетных моделей. Данные модели позволяют выявить общие закономерности, но не учитывают конструктивных особенностей конкретных датчиков. В этой связи возможность применения современных средств компьютерного моделирования становится весьма актуальной.

Одним из наиболее универсальных инструментов моделирования электромагнитных полей является программа Ansoft Maxwell, позволяющая решать полевые задачи в двумерной и трехмерной постановках методом конечных элементов.

Задача моделирования вихретокового преобразователя относится к низкочастотным полевым задачам магнитных полей переменных токов.

Для проведения расчетов создана трехмерная геометрическая модель преобразователя, заданы свойства материалов и источников поля, а также граничные условия, построена конечно-элементная модель преобразователя.

Объектом исследования является возбуждаемый источником гармонического сигнала проходной параметрический вихретоковый преобразователь, используемый для контроля параметров механических примесей в дисперсных средах.

В процессе моделирования исследовалось влияние различных факторов – геометрических и электрофизических параметров датчика, рабочей частоты, положения примесных частиц внутри рабочего объема датчика, размеров примесных частиц на вносимые параметры.

Для наиболее эффективного решения поставленной задачи использовался инструмент параметрических расчетов Optimetrics, позволяющий в едином расчетном цикле варьировать различные параметры моделируемого объекта. Особенностью является необходимость расчета модели на одной и той же сетке конечных элементов для корректного сравнения результатов.

В результате проведенного моделирования установлено:

1. Максимум вносимых параметров достигается при нахождении примесных частиц на геометрической оси преобразователя. При выходе частицы из канала преобразователя величина вносимых параметров убывает по экспоненциальному закону.

2. Чувствительность преобразователя (минимальный диаметр регистрируемых частиц) растет с уменьшением диаметра канала преобразователя.

3. Максимальная величина модуля относительного вносимого напряжения при размере немагнитной частицы 40мкм составляет $8*10^{-6}$.

УДК 621.454.2.046

А.Ю. Демедюк, аспирант[1]; М.П. Сало, ведущий инженер-конструктор[2]
[1]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2]ГП «КБ Южное»
E-mail: demed861@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННОГО ГАЗА В ЖИДКОСТИ

В процессе доводки и наземной отработки ЖРД необходимо проверять надежность работы двигателей в условиях максимально приближенных к эксплуатационным. Для этой цели стенды для испытаний ЖРД оборудуются системами имитирующими влияние на двигатель различных факторов.

Одним из таких факторов является имитация газонасыщения топлив. Для проверки влияния насыщения (адсорбции) топлив газами на эксплуатационные характеристики ракетных систем стендовые испытания двигателей проводятся с газонасыщением компонентов топлива. При насыщении используется газ, применяемый для наддува баков ракеты. Процесс насыщения осуществляется в стендовых емкостях, как правило, методом барботажа через перфорированный коллектор расположенный в придонной части емкости.

Критерием достаточности процесса насыщения является достижение необходимой концентрации растворенного газа. Достижение требуемых параметров топлив по газосодержанию является функцией времени процесса растворения в топливе газов. Определение степени насыщения на практике ведется по равновесному давлению в баке. Использование этого метода наиболее целесообразно при малых объёмах стендовых емкостей (≈ до 1 м^3), исключающих значительные колебания давления в газовом объеме емкости.

Контроль газосодержания в крупноразмерных стендовых емкостях (> 10 м^3) как правило ведется с использованием специально оборудованной системы отбора проб с подстыкованным к ней пробоотборником. Для определения концентрации газа отбор пробы осуществляется из придонной части емкости и середины.

Применение такого метода оценки газосодержания налагает определенные требования к системе отбора проб и организации работ по их проведению. Так, например, наличие остаточного давления газа в пробоотборнике перед отбором пробы приводит к увеличению расчетной величины газосодержания до ≈ 15% от номинального значения.

В результате проведенного комплексного анализа установлено, что определяющими факторами погрешности газосодержания являются: сплошность струи топлива при проливке пробоотборного бачка; степень заполнения пробоотборного бачка; герметичность применяемой запорной арматуры; наличие остаточного давления в пробоотборном бачке; достоверность определения температуры; применяемая измерительная аппаратура.

Учет приведенных факторов позволяет существенно повысить точность определения фактического газосодержания в топливе и выдать достоверный результат для отработки ЖРД.

УДК 539.3

П.А. Дзюба, асистент
Днепропетровский национальный университет ім. Олеся Гончара
E-mail: dsb@ua.fm

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК, ОСЛАБЛЕННЫХ ОДНИМ ПРОДОЛЬНЫМ РАЗРЕЗОМ, ПРИ ОСЕВОМ СЖАТИИ

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований трех серий (всего 108 моделей) гладких цилиндрических оболочек, ослабленных одним неподкрепленным продольным разрезом, при действии осевой сжимающей силы. Оболочки различных серий отличались значением рабочей длины. Для первой серии рабочая длина составляла L_p=2,5 см, для второй серии – L_p=10 см, для третьей серии L_p=15 см. Радиус всех оболочек был принят равным R=5 см, толщина h=0,023 см. На оболочках всех серий варьировалась длина разреза (l_p). Были приняты следующие значения относительной длины разреза $\eta = l_p / L_p$ =0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0. Все разрезы выполнялись симметрично относительно среднего поперечного сечения оболочки. Кроме того, в каждой серии испытывались оболочки без разреза (сплошные). В качестве материала для изготовления оболочек использовалась чертежная бумага ГОСТ 597-73.

Анализ полученных экспериментальных результатов позволяет сделать следующие выводы:

В докритическом состоянии при увеличении осевой нагрузки наблюдается раскрытие берегов разреза и некоторое выпучивание их наружу. Потеря устойчивости первой серии независимо от длины разреза сопровождалось резким хлопком с образованием одного пояса овальных вмятин, вытянутых вдоль дуги. На оболочках второй и третьей серий образовывалось два пояса ромбовидных вмятин по семь и по шесть вмятин соответственно .

При осевом сжатии сравнительно коротких оболочек (первая серия L_p / R =0,5) наличие одного продольного разреза, вне зависимости от его длины, практически не оказывает влияния на критические нагрузки.

Для оболочек средней длины (вторая и третья серии) на зависимостях критической нагрузки от относительной длины разреза можно выделить два характерных участка: первый участок соответствует значениям разреза в пределах $0 \le \eta \le 0,2$ – это участок сравнительно быстрого падения критической силы, на втором участке $0,2 \le \eta \le 1$ наблюдается незначительное уменьшение нагрузок выпучивания. По сравнению со сплошной, оболочка с одним продольным разрезом вдоль всей образующей выдерживает примерно вдвое меньшую нагрузку.

УДК 681.326.75
А.Н. Диордица, магистрант, С.П. Выслоух, к.т.н., доц., И.Н. Диордица, ассистент
Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев
E-mail: indior@yandex.ru

К ВОПРОСУ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ СТУПЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Лезвийная обработка конструкционных материалов занимает значительное место в практике приборостроительного и машиностроительного производства. При этом актуальными задачами остаются не только повышение производительности механообработки, стойкости инструмента, повышения качества обработанной детали, но и создание новых направлений в теории и практике резания при обработке деталей сложной формы, когда их обработка методами традиционных технологий не эффективна.

Познание физической сущности процесса резания имеет большое значение, так как оно дает возможность управлять этим процессом, обеспечивая максимально возможную производительность обработки деталей и необходимое их качество в заранее заданных условиях. Проблема точности и качества процесса механической обработки, его динамическая устойчивость и влияющая на это динамика металлорежущих станков является предметом исследований многих отечественных и зарубежных исследователей и является актуальной в настоящее время.

К деталям сложной формы относятся нежесткие валы, собственная податливость которых значительно превышает податливость технологической системы. Для обеспечения требуемой точности формы продольного сечения число операций или проходов может доходить до восьми. Применение люнетов значительно усложняет технологическую наладку, поэтому обработка валов обычно ведется в центрах станка без люнета. Трудоемкость обработки наружных цилиндрических поверхностей заготовки в зависимости от точности, шероховатости и конструкции детали составляет 50…90 % общей трудоемкости ее изготовления.

Целью работы является улучшение качества машиностроительной продукции за счет повышения точности механической обработки на многофункциональном технологическом оборудовании на основе разработки моделей формирования погрешностей с учетом динамических процессов, возникающих при резании в различных условиях обработки, а также повышение точности за счет оптимизации структуры технологического процесса.

УДК 629.7.051:004.9

А.Г. Догадин, инженер 2 категории
Государственное предприятие
«Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ОТРАБОТКЕ ИНТЕРФЕЙСОВ ОБМЕНА ДАННЫМИ

При проведении наземных испытаний космического аппарата (КА) на контрольно-испытательной станции возникают нарушения информационного обмена между подсистемами КА. Для ускорения поиска причин и более детального анализа взаимодействия подсистем были разработаны анализаторы интерфейсов «токовая петля» и RS-485.

Основной задачей анализаторов интерфейсов «токовая петля» (АИТП) и RS-485 (AIRS) является обеспечение проверки информационного взаимодействия подсистемам КА по интерфейсам «токовая петля» и с по интерфейсу RS-485 при отработке комплексных программ работы КА с использованием реальных пакетов SSP.

При помощи специального программного обеспечения проводится регистрация, анализ и документирование содержания и информационных характеристик пакетов обмена в объеме, достаточном для последующей оценки оператором соответствия параметров обмена требованиям документа контроля интерфейсов для соответствующих интерфейсов.

УДК 629. 7. 021

О.А. Зерний, студентка, С.В. Губин, к.т.н., доц.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: Olgazerniy@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ТРЕБОВАНИЙ К НАЗЕМНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ИСПЫТАНИЯ МОЛОДЕЖНОГО МИКРОСПУТНИКА.

Одним из этапов эксплуатации космического аппарата является наземная стендовая отработка служебных систем. Для этого используется специализированное оборудование, позволяющее подтвердить их функционирование. Существует большое разнообразие доступного оборудования для испытаний по космическим стандартам, в том числе NASA и ESA с различными возможностями и стоимостью.

Особенностью молодежных спутников является ограниченный цикл испытаний. В нем применяются простые приспособления, которые обеспечивают поддержку во время разработки проекта, сборки оборудования и на этапе испытаний посредством моделирования узлов и элементов, соединенных с шиной и последующим выводом данных на управляющий компьютер. Оборудование обеспечивает электрические измерения, поддержание протокола и шумовой контроль (представление частоты появления ошибочных битов).

Например, универсальной системой испытаний является система «Кондор», которая может удовлетворить рыночные потребности испытаний. Система представляет собой соединение решений мощного программного обеспечения с оборудованием ПЭВМ, что помогает разработать, собрать и провести испытания по соответствующим стандартам по более низким ценам, чем специализированное оборудование для испытаний.

Испытательное оборудование для студенческих молодежных микроспутников может быть построено по аналогичному принципу универсальности и простых технических решений. Для этого создается интерфейс, который может одновременно эмулировать контролер шин и дистанционные управление. При независимом эмулировании узлов нет необходимости в разветвленном внешнем оборудовании для заполнения недостающих узлов подлежащих испытанию. При этом удобно сочетание имитируемого и физического устройств, а также применение библиотек, как разрабатываемых в процессе проектирования оборудования, так и стандартных библиотек операционных систем.

Таким образом, получив сочетание мощной программной среды и универсального оборудования можно получить недорогое средство проведения автономного и комплексного испытания молодежного микроспутника.

УДК 778.38

Д.М. Кривенко, студент, А.Ю. Попов, к.ф-м.н., зав.лаб, А.Ю. Ахмеров, к.ф-м.н
НИИ физики Одесского национального университета имени И.И. Мечникова
E-mail: popov-niif@onu.edu.ua

СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Создана лазерная компьютерно-управляемая измерительная система (и пакет программ для ее обслуживания) для определения распределения механических напряжений в прозрачных моделях сложных конструкций, с одновременным определением деформаций поверхности объектов (моделей и оригиналов).

Одной из важнейших задач в аэрокосмической промышленности является создание прочных и максимально легких конструкций. Для этого требуется знать распределение напряжений в конструкциях, что позволяет определить максимально нагруженные места, нуждающиеся в усилении, и ненагруженные, которые могут быть облегчены. В настоящее время активно применяется два класса таких методов – расчетные и экспериментальные (методы прямого или косвенного измерения).

Расчетные методы дают хорошие результаты, но все они связаны с очень большим объемом вычислений, особенно при применении неоднородных неизотропных материалов, а результаты, полученные с их помощью, требуют экспериментального подтверждения. Экспериментальные методы косвенного измерения очень полезны (например, расчет напряжений по деформациям поверхности), но для получения однозначных результатов нуждаются в дополнительной информации (например, рентгено-структурных данных).

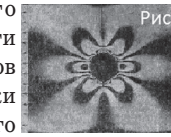


Рис.1

Наилучшим экспериментальным методом прямого измерения до настоящего времени являлся метод фотоупругости – поляриметрических исследований прозрачных моделей объектов (Рис.1). При этом материал модели должен становиться оптически анизотропным под действием нагрузки (явление наведенного двулучепреломления в стеклах, полимерах, кристаллах). Однако механические свойства таких веществ резко отличаются от свойств конструкционных материалов.

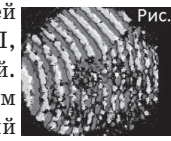


Рис.2

В созданной нами измерительной системе, использующей метод фазомодулированной спекл-интерферометрии – ESPI, объединены достоинства прямых и косвенных методов измерений. Результаты, аналогичные методу фотоупругости, в данном случае получаются путем интерферометрических измерений наведенного изменения показателя преломления (Рис.2). Это расширяет круг материалов, пригодных для создания моделей. Дополнительным достоинством установки является то, что в ней одновременно можно определять деформации поверхностей произвольных объектов (Рис.3). При совпадении картин деформации поверхностей прозрачных моделей и непрозрачных оригиналов можно утверждать, что и распределение напряжений в них должно быть близко.

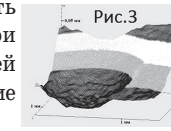


Рис.3

Мы считаем, что применение данной установки может быть полезным и в конструкторской деятельности, и при апробации новых расчетных методов.

УДК 521.6:629.783(477)

М.С. Курінна, студент, В.В. Курінний, старший викладач
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: kvalera@ua.fm

СТЕНД ВИПРОБУВАННЯ ДАТЧИКІВ ПРИСКОРЕННЯ

На сьогодні високі технології в космічній галузі тісно переплелись з необхідністю значного здешевлення всього виробництва КА і, особливо, для супутників на низьких орбітах. Характерною особливістю найближчих перспектив є пасивна орієнтація і стабілізація та тотальне використання двигунів з малою тягою. Супутники сьогодні повинні мати таке оснащенням, що дозволить їм проводити серію досконалих маневрів високої точності. Це пояснюється необхідністю здійснення активного наведення протягом всього польоту, і вимагає накладання жорстких вимог на системи керування, а, особливо, на вимірювальні прилади. Найчастіше при розробці таких апаратів виникає необхідність мінімізації витрат на випробування.

В докладі пропонуються результати експериментального дослідження розробленого в ДНУ пристрою визначення технологічних характеристик гіроскопів різних типів (датчиків прискорення), що мають цифровий інтерфейс виводу даних. Пристрій забезпечує можливість отримувати, обробляти і зберігати інформацію в пам'яті комп'ютера, а також змінювати керування в залежності від закладеної програми. Пристрій складається з передавального та приймального блоків та має швидку (50 000 Мб/с) шину передачі даних.

Розроблений стенд є універсальним при випробуванні датчиків прискорення різних типів. Проведений патентний пошук показав, що отримане та доведене до кінцевої реалізації схемне рішення є унікальним, а його робота значно визначення похибки вимірювання як функції ударного прискорення або монохроматичної вібрації заданого напряму (що суттєво) і частоти.

Була розроблена математична модель, що описує можливість виділення шуму з основного (вимірювального) сигналу, розрахунку відхилень (поправок вимірювань) в реальному часі та отримання уточнених результатів вимірювання. На основі розробленої моделі була написана програма, що дозволяє моделювати роботу супутника з комбінованою системою орієнтації і стабілізації у наступних випадках: після відділення від ракети-носія, після завершення маневру власними двигунами супутника, після заспокоєння при зміні збурювальних зовнішніх факторів. Програма може повністю керувати розробленим стендом та автоматично зчитує з нього всю необхідну інформацію. Є можливість моделювати пасивну гравітаційну стабілізацію та наявність реактивних двигунів та двигунів малої тяги. Програма може враховувати наявність у системі інфрачервоної вертикалі того ж порядку точності що і в гіроскопічних датчиків та наявність GPS навігації у складі бортової системи керування.

Результати дослідження можуть бути застосовані в космічній галузі, а також при навчанні студентів ДНУ. Розроблений пристрій може також знайти застосування в народному господарстві, наприклад для тестування датчиків встроєних в мобільні телефони, фотоапарати або жорсткі диски комп'ютерів.

УДК 620.179.13.628.517

О.І. Новгородська, студентка
Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут»
E-mail: alono4ka89@mail.ru

ВИКОРИСТАННЯ РІДКИХ КРИСТАЛІВ ДЛЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ

Одними із основних методів для виявлення поверхневих та приповерхневих дефектів є тепловий, капілярний і магнітний контроль.

В тепловому контролі як індикатори використовують чутливі до зміни температури речовини: термолаки, термофарби, фотоемульсії, які не мають необхідної чутливості при малих градієнтах температури, а їх контрастність зменшується із зменшенням температури. Ця проблема вирішується використанням рідких кристалів. Оскільки деякі види рідких кристалів (холестерики) мають значну чутливість до зміни температури, то з їх допомогою можна отримати картину теплового поля з високою контрастністю, що дозволить виявити малі за розміром дефекти і неоднорідності в об'єкті контролю. Основною характеристикою рідких кристалів є директор – вектор, який характеризує напрямок дипольного моменту (переважний напрямок орієнтацій осей молекул). В холестеричних кристалах директор описує спіраль переходячи від однієї площини до іншої. Під дією температури міняється крок спіралі, що приведе до зміни кольору кристалу.

В капілярному методі контролю використовують пенетранти і проявники які призначені для візуалізації поверхневих дефектів. І хоча даний метод є простий в реалізації але йому властиві такі недоліки: значна тривалість проведення процесу контролю, вибухонебезпечність і токсичність матеріалів, можливість неправильної інтерпретації отриманих рисунків. Ці недоліки усуваються при використанні рідких кристалів. При нанесенні на поверхню об'єкта контролю шару горизонтально орієнтованого нематика (директор нематика напрямлений паралельно поверхні об'єкта контролю) відбувається проникнення нематика в дефекти на поверхні виробу. В результаті цього відбувається зміна напрямку директора нематика, а отже і змінюється його колір. Дана методика дозволяє фіксувати дефекти з поперечним розкриттям 0,1мкм.

Для відображення візуальної картини магнітного поля яке діє на об'єкт контролю, використовують магнітопорошковий метод. Замість магнітного порошку в даному методі можуть бути використані рідкі кристали, що утворені з використанням металоорганічних сполук, що надає їм магнітні властивості. В їх склад вводять атоми металів (залізо, нікель і лантаноїди). В результаті цього збільшуються магнітна сприйнятливість рідкого кристалу і його магнітна анізотропія. При нанесені такого нематика на поверхню контрольованого об'єкту і пропускання через нього магнітного поля при наявності дефекту силові лінії будуть викривлюватися і таким чином впливати на рідкий кристал. В результаті буде змінюватись напрям орієнтації директора, що в свою чергу приведе до зміни кольору рідкого кристалу.

УДК 681.2
А.С. Ошманова, студентка; В.В. Городничий, к.т.н., доцент кафедры РЭА
Днепропетровський национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: aizhan.kz.88@mail.ru

МЕТОДИКА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

В настоящее время широко применяются в ракетно-космической и авиационной технике изделия из алюминиевых и магниевых сплавов, примером таких изделий могут служить топливные баки, переходные отсеки жидкостных ракет. Наиболее распространенными методами контроля в ракетно-космической области и других областях является ультразвуковой неразрущающий контроль.

Из анализа известных методов ультразвукового контроля выделен наиболее перспективный, для обнаружения и определения размеров и координат дефектов в изделиях из алюминиевых и магниевых сплавов, при условии одностороннего доступа к объекту контроля – эхо-импульсный метод ультразвукового контроля. Наиболее распространенным прибором, который используется при контроле ультразвуковыми методами, является УД2-12.

Из анализа методик диагностики ракетно-космических изделий выявлено, что методик с использованием прибора УД2-12 не существует. Для проведения эксперимента, разработки и описания методики диагностики объектов контроля разработан макет из алюминиевого сплава для исследования различных видов дефектов. В макетный образец заложены искусственным способом различные виды дефектов, наиболее часто встречающиеся при диагностике ракетно-космических изделий.

Проведены исследования при использовании дефектоскопа УД2-12 и эхо-импульсного ультразвукового метода, а также макетного образца с заложенными искусственными дефектами. При исследовании макетного образца выявлены дефектные области, на основе которых разработана методика ультразвукового неразрушающего контроля при использовании дефектоскопа УД2-12 для ракетно-космических изделий из алюминиевого сплава.

УДК 531.7

О.М. Павловський, аспірант;
А.А. Кравченко, студент; Н.І. Бурау, д.т.н., професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: a_pav@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

Одним з напрямків забезпечення надійності авіаційних двигунів (АД) є розвиток автоматизованих систем керування та діагностики (СКД) – інтегрованих інформаційно-діагностичних комплексів на основі комплексного застосування параметричних, вібраційних, віброакустичних та інших методів контролю. Це забезпечує оптимальне розділення процесів контролю між бортовими та наземними системами, а оперативна діагностика реалізується як складова частина СКД, є адаптивною та забезпечує автоматичну корекцію граничних допустимих значень контрольованих параметрів, чи прийняття рішення про вимикання двигуна в польоті.

Створення такої системи передбачає розробку апаратної частини і програмного забезпечення (ПО). Для цього необхідно провести дослідження і розробити систему автоматичного захисту двигуна з відповідним ПО, що призначено для відпрацьовування та налагодження апаратної і програмної частин системи із метою захисту двигуна від подальшого руйнування і запобігання можливих катастрофічних наслідків.

Таким чином, у цей час існує актуальне науково-технічне завдання вдосконалювання систем виміру, алгоритмів і пристроїв обробки сигналів для діагностики початкових дефектів і пошкоджень, достовірного визначення стану ГТД, підвищення надійності і ефективності експлуатації двигунів.

За основу для системи керування та діагностики була взята багатоцільова платформа для випробувань, в основі якої сучасний мікроконтролер фірми ATMEL. Такий підхід до елементної бази дозволяє розширити межі використання стандартних систем обробки, керування та діагностики систем АД, що призводить до підвищення надійності, швидкодії та зменшення вартості системи в цілому. Система виконує наступні функції: отримання інформації по двом аналоговим і трьом дискретним каналам; обробка інформації потужностями мікроконтролера; формування команд діагностичних ознак; обмін з ПК по декількох сучасних інтерфейсах зв'язку; формування і зберігання вибірки даних; після передачі – візуалізація отриманих результатів. Використання розширеного програмного забезпечення дозволяє проводити детальний аналіз та видавати рекомендації при експлуатації літака, а сучасний мікроконтролер робить ПО гнучким до сучасних вимог.

Ключові слова: авіаційні двигуни, моніторинг, мікроконтролер, підвищення безпеки, аналіз польотної інформації.

УДК 620.169.1

Е.Ю. Пивоваров, инженер; О.П. Назаренко, начальник отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info @yuzhnoye.com

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЗАДАВАЕМОГО И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ УСТАНОВЛЕННОГО ГАРАНТИЙНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ

Гарантийный срок эксплуатации – календарный период времени , в течение которого предприятие-разработчик изделия, элементов, составных частей гарантирует его функционирование в условиях ,определенных эксплуатационными требованиями, ведет гарантийный надзор, а также принимает и удовлетворяет рекламации на неисправные элементы в соответствии с определенными правилами данных работ.

Исходя из критерия надежности, долговечность объекта можно оценить гамма-процентным сроком службы- продолжительностью периода эксплуатации $T\gamma$, в течение которой объект не достигнет предельного состояния

с заданной вероятностью γ . Для определения величины γ -процентного срока службы период $T\gamma$ рассматривается состоящим из двух состоящим из двух составляющих :детерменированной и прогнозируемой ,равной $T\gamma - \tau$.(рис.1.)

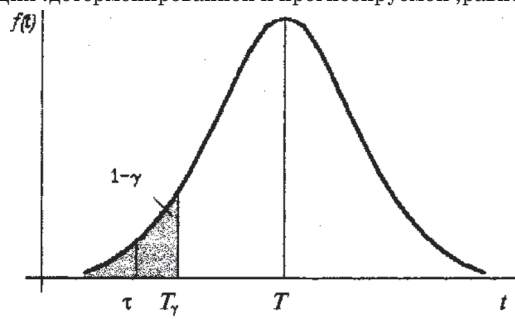


Рис.1. Пояснение зависимости для определения γ -процентного срока службы.

Характерной особенностью работ, связанных с подтверждением гарантийных сроков и продленных сроков эксплуатации, является наличие исходной информации ,содержащей разнородные данные как качественного ,так и количественного характера. В этом случае для обоснования принимаемого решения может быть применен метод экспертных оценок (МЭО), позволяющий на основе методов математической статистики и теории вероятностей формализовать процесс принятия решения.

Методика ,разработанная на основе МЭО, позволяет :

– выявить «слабые» звенья изделия;

– оценить вероятность принятия правильного решения о подтверждении гарантийного срока.

УДК 678:621.454.2.017

Е.Ю. Пивоваров, инженер; О.П. Назаренко, начальник отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info @yuzhnoye.com

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ (РТИ) ИЗ НОВЫХ МАРОК РЕЗИН, КОМПЛЕКТУЮЩИХ АГРЕГАТЫ АВТОМАТИКИ, ПО РЕЗУЛЬТАТАМ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

В связи со снятием с производства некоторых ингредиентов, входящих в состав резиновых смесей, используемых в агрегатах автоматики, возникла необходимость разработки аналогичных резиновых смесей с другими ингредиентами в их составе.

Для проверки и обеспечения работоспособности РТИ из новых марок резин, используемых в составе пневмогидравлической системы, был предложен следующий комплекс испытаний:

агрегаты автоматики помещались в камеру тепла и подвергались ускоренному термическому старению, имитирующему порядка 10 лет хранения, в течение 60 суток при температуре 72 ± 2^0С (предельно допустимая температура термического старения для резины).

Затем были проведены испытания, включающие: наработку необходимого количества срабатываний агрегатов, проверку на воздействие вибраций и ударных нагрузок, степень срабатывания узлов после воздействия повышенной влажности, проверку герметичности при различных давлениях и крайних температурах окружающей среды.

Все агрегаты автоматики успешно прошли данные испытания, подтвердив правильность примененной методологии.

Таким образом, разработанный метод комплексных испытаний позволил с минимальными затратами , без дополнительных технических сооружений и в сжатые сроки сделать вывод, что РТИ на основе новых материалов обеспечивают работоспособность испытуемых агрегатов автоматики в целом.

УДК 678-419.8

А.Е. Сабадаш, инженер; И.А. Гусарова, начальник группы;
А.А. Чеснокова, инженер; В.С. Зубенко, инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПАРОПРОНИЦАЕМОСТИ ПЛЕНОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследование паропроницаемости полимерных материалов представляет большой интерес для современной техники. Показатель паропроницаемости является одним из основных свойств при оценке эксплуатационных характеристик оболочек надувных резинотканевых изделий, камер автомашин, скафандров, мячей, шаров-зондов и т. д.

Цель данной работы – исследование зависимости показателя паропроницаемости пленочного полимерного материала от сроков его эксплуатации.

Объектом исследования являлся пленочный полимерно-тканевый материал «перплен», предназначенный для защиты изделий от воздействия внешней среды и механических повреждений в процессе хранения, а также для герметичной упаковки изделий.

Для определения показателя паропроницаемости выбран манометрический метод. Основными достоинствами этого метода являются простота аппаратного оформления и достаточно высокая степень точности. Суть метода состоит в замере изменения давления во времени в замкнутом объеме (вакуумной камере). Во время проведения испытаний образец был помещен в диффузионную ячейку, изготовленную в виде двух камер. В одной из камер, при этом, создавалось давление паров воды, а вторая камера, вакуумировалась при помощи диффузионного и форвакуумного насосов. Замер количества влаги, прошедшей через испытываемый образец проводилось следующим образом: пары воды вымораживали в прямой ловушке, а после истечения определенного промежутка времени размораживали в известном объеме, где их давление определялось по показаниям вакуумметра. Вымораживание проникшей влаги через образец осуществлялось периодически до достижения стационарного процесса проникновения.

В результате анализа данных, полученных при экспериментальном определении показателя паропроницаемости, выявлено, что паропроницаемость рассматриваемого пленочного полимерного материала с течением времени эксплуатации увеличивается.

УДК 539.3

М.О. Саверська, магістрант, Є.Ф. Прокопало, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: suncity88@mail.ru

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК З ЧОТИРМА КРУГОВИМИ ОТВОРАМИ ПРИ НЕОДНОРІДНОМУ ОСЬОВОМУ СТИСКУ

Бурхливий розвиток техніки і промисловості, боротьба за економію матеріалів при умові дотримання високої міцності і економічності конструкцій призвели до широкого застосування пластин і оболонок у багатьох областях техніки. Різні комбінації пластин і оболонок є конструктивними елементами літаків, суден, ракет та інших об'єктів машинобудування. Досить актуальним є питання про забезпечення працездатності тонкостінних конструкцій з фізико-механічними особливостями у вигляді отворів в умовах неоднорідного навантаження.

Для проведення випробувань було виготовлено 168 циліндричних оболонок з чотирма круговими отворами регулярно розташованими в одному поясі симетрично відносно середнього поперечного перерізу оболонки. Всі оболонки мали однакові геометричні розміри: внутрішній радіус R=37,5 мм, робочу довжину L_p=75 мм. З кожного боку оболонки використовувалися смуги шириною 20 мм для приклеювання циліндричних металевих торців, які служили для передачі до неї зовнішніх навантажень, тому повна довжина оболонки складала 115 мм.

Було виготовлено і випробувано сім серій оболонок, які відрізнялись між собою діаметром отворів. На оболонках першої серії отворів не було. На всіх моделях на відстані 1 мм від кожного металевого торця прорублялися чотири розрізи, регулярно розташовані по периметру, таким чином, щоб твірна, яка проходить через центр кругового отвору, була одночасно віссю симетрії для кожного розрізу. Ширина розрізів складала 1,5 мм, а довжина, яка вимірювалася вздовж напрямної оболонки у всіх серіях змінювалася однаково в інтервалі 0 – 50 мм. Наявність цих розрізів забезпечувала неоднорідність розподілу осьової сили по периметру оболонки.

В роботі проводиться детальний опис докритичної поведінки оболонок та їх закритичних форм рівноваги.

Одержані результати досліджень дали змогу проаналізувати залежність осьових критичних зусиль від сумарної довжини навантажуваних ділянок для оболонок з круговими отворами різних розмірів.

УДК 621.791.019

В.В. Савицкий, к.т.н.; Г.И. Ткачук; В.А. Пивторак, к.ф.-м.н.
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины
E-mail: holo@paton.kiev.ua

ОПЕРАТИВНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ТРУБ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

При создании конструкций широко используются сварные трубчатые элементы, изготовленные из легких сплавов и сталей. Остаточные напряжения (ОН), возникающие в трубах при сварке, являются одним из важных факторов, влияющих на их надежность и работоспособность.

Существуют различные экспериментальные методы определения ОН в узлах и элементах конструкций, среди которых широкое распространение получил метод высверливания несквозных отверстий в сочетании с электротензометрированием. При использовании предполагается, что напряжения на базе определения остаются постоянными, а участок контролируемой поверхности объекта являлся плоским. Поэтому актуальным является разработка и совершенствование методов исследования напряженного состояния в трубах с учетом кривизны исследуемого участка.

В ИЭС им Е.О.Патона разработан метод определения ОН на основе использования бесконтактного измерения перемещений в окрестности высверливаемых отверстий с помощью электронной спекл-интерферометрии (ЭСИ). ЭСИ позволяет получить значительно больше исходных данных о напряженно-деформированном состоянии объекта в точке исследования, обработка которых позволяет усовершенствовать существующую методику определения ОН и повысить точность их определения. При выполнении работы проводились эксперименты по оценке напряженного состояния в сварных трубах, в результате которых установлено, что кривизна поверхности, в которой исследуются ОН, существенно влияет на погрешность их определения. Для оценки влияния кривизны поверхности на погрешность определения ОН проводился численный эксперимент с использованием метода конечных элементов. Результаты численного эксперимента и их анализ показали, что погрешность методики расчета остаточных напряжений не превышает 9% в трубах диаметром 76 мм. Предложена методика, которая учитывает кривизну поверхности исследуемого объекта при определении в нем напряженного состояния и уменьшает погрешность измерений.

Разработанные методика, технология и аппаратура для определения ОН на основе использования метода электронной спекл-интерферометрии позволяют проводить диагностику напряженно-деформированного состояния узлов и элементов сварных конструкций, а также объектов различного назначения, которые имеют не только плоскую, но и криволинейную поверхность.

Достоверная информация о распределении ОН в трубчатых элементах конструкций позволяет оптимизировать технологический процесс их сварки с целью уменьшения уровня напряженного состояния и повышения работоспособности и надежности конструкций.

УДК 621.791

В.В. Савицкий, к.т.н.; Е.М. Савицкая, к.т.н.;
И.В. Киянец; В.А. Пивторак, к.ф.-м.н.
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины
E-mail: holo@paton.kiev.ua

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ ШИРОГРАФИИ

Интенсивное развитие компьютерной и вычислительной техники, алгоритмов обработки оптической информации привело к развитию и созданию нового метода исследования конструкций – электронной ширографии. Ранее ширография была известна как метод сдвиговой спекл-интерферометрии. С помощью этого метода можно непосредственно получить линии постоянных значений производных от смещений. Поскольку в этом методе регистрируются производные от смещений, то он является нечувствительным к смещениям исследуемого объекта как целого, а, следовательно, применение данного метода не требует дополнительной защиты от вибраций. Результат исследований представляется в реальном времени на мониторе.

В настоящее время электронная ширография является наиболее развивающимся оптическим методом испытаний и измерений, который позволяет бесконтактно исследовать поверхность объекта, не повреждая ее. Суть метода электронной ширографии состоит в следующем. Контролируемый объект частично или полностью освещается световой волной с помощью лазера, которая при отражении от его поверхности попадает на сдвиговой элемент (широэлемент), размещенный перед объективом CCD-камеры, и разделяет апертуру на две половины. При этом в плоскости изображения CCD-камеры появляется два смещенных изображения контролируемого объекта. При интерференции световых волн образуется хаотическая микроинтерференционная спекл-картина, которая с помощью CCD-камеры вводится в компьютер. Полученные микроинтрференционные спекл-картины, записанные для двух состояний объекта (до и после нагружения), сравниваются и обрабатываются с целью получения макроинтерференционных полос (широграмм), содержащих информацию о качестве исследуемого объекта.

В Институте электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины метод электронной ширографии применялся для контроля качества тонколистовых сварных конструкций, сотовых панелей, а также для изделий, изготовленных из композиционных материалов.

При отработке технологии проводился контроль качества тестовых композиционных образцов, который позволил выявить все заложенные в них дефекты. Кроме этого, в тестовых образцах дополнительно были выявлены еще дефекты в различных участках контролируемой поверхности образцов, которые не выявляются рентгеновским методом.

Анализ результатов полученных при контроле качества элементов конструкций, используемых в летательных аппаратах, показал, что электронная ширография позволяет бесконтактно с высокой производительностью и достоверностью выявлять дефекты различных геометрических размеров в элементах конструкций, изготовленных из композиционных материалов.

УДК 681.5.017

Н.В. Саган, аспірант;
О.М. Петренко, д.т.н., професор, В.Ф. Рожковський, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: natashasagan@mail.ru

РОЗШИФРОВКА ГІП ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Аналіз сучасних тенденцій розвитку методів контролю деформацій, вібрацій і форми виробів з шорсткою поверхнею показує зростаючу роль оптичних методів, зокрема, голографічної інтерферометрії. Визначення фази є метою розшифровки інтерферограм, оскільки воно дозволяє визначати переміщення. По вимірюванню освітленості в точці інтерферограми можна обчислити косинус від фази, але саму фазу однозначно встановити не можна, оскільки функція, зворотна косинусу, багатозначна. Серед всіх можливих рішень для фази необхідно вибрати безперервні, а серед всіх безперервних, якщо їх не одне, то, яке «найбільш безперервно» в певному значенні. Строге рішення такої задачі на цей час не знайдено. Тому йде пошук для знаходження якнайкращого методу.

Заснована на методі скінчених елементів методика розшифровки голографічних інтерференційних портретів (ГІП) складається з кількох етапів. Після розбиття ГІП на кінцеві елементи здійснюється етап попереднього розпізнавання, на якому для кожного елемента підбирається описуюча поведінку фаз в елементі функція $f(x,y)$. Для визначення параметрів ставиться і вирішується задача оптимізації, тобто параметри вибираються з умови мінімуму функціонала, що показує в деякому певному сенсі ступінь відхилення інтерполяційної інтерференційної картини від вихідної. Кількість ступенів свободи або кількість параметрів функції $f(x,y)$ має бути не меншою кількості вузлів кінцевого елемента. Таким чином, необхідно знайти функцію $f(x,y)$, що залежить від чотирьох параметрів, що приймає будь-які значення у вузлах, таку, що cos $f(x,y)$ збігається з заданою інтерференційної картиною.

Для вирішення цієї задачі необхідно вирішити ряд під задач :визначити загальний напрямок інтерференційних смуг за допомогою методу поля напрямів, вирішити оптимізаційну задачу по визначенню двох параметрів, що визначають напрямок інтерференційних смуг, визначити частоту та початкову фазу інтерференційного портрета за допомогою перетворення Фур'є.

Комп'ютерний комплекс розшифровки інтерферограм форми розроблено на основі програми, для написання якої використана система DELPHI5. Ефективність розшифровки оцінюється за відсотком розшифрованої частини ГІП. В результаті досліджень виявлено,що середня ефективність існуючих методів дорівнює 74%,а середня ефективність досліджуваного – 81%. Тобто вдосконалення і використання даного методу є доцільним і актуальним.

УДК 620.179.16

Н.А. Стрыбайло, инженер 1 кат., В.И. Порубаймех, к.т.н.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА УЗЛА КАЧАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В работе приведены результаты исследований опытной конструкции узла качания двигательной установки..... ракетоносителя «Циклон-4»

Исследование характеристик узла качания проводились с целью:

- определения влияния температуры и пониженного атмосферного давления на работоспособность подшипников;
- проверки работоспособности в термовакуумной среде с имитацией наихудших условий.

Опытная конструкция предназначена для определения усилия трогания узла качания в различных атмосферных условиях, в частности:

- атмосферном давлении при комнатной температуре;
- атмосферном давлении в плюсовой среде до плюс 60°С;
- атмосферном давлении в минусовой среде до минус 10°С;
- в вакуумной установке при остаточном атмосферном давлении не более $1 \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст.

В опытную конструкцию узла качания входят следующие основные элементы узла качания двигательной установки:

- опорный фланец;
- рамка кардана;
- шарнирные подшипники;
- обойма.

При атмосферном давлении усилие трогания, прилагаемое к рамке кардана, создавалось при помощи разновесов массой от 50 г до 2000 г. Момент времени начала перемещения рамки кардана измерялся контактным датчиком. Данное исследование проводилось в теплохолодильной камере с термостатированием узла качания не менее двух часов.

При исследовании влияния пониженного атмосферного давления на узел качания последний помещался во внутрь вакуумной камеры, в которой создавалось остаточное давление $1 \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст., после чего узел качания нагревался до температуры плюс 60°С или охлаждался до температуры минус 10°С. В вакуумной камере узел качания выдерживался в течение не менее трех с половиной часов. Усилие трогания, прилагаемое к рамке кардана измерялось перед помещением узла качания в вакуумкамеру и после извлечения его из нее не позднее чем через 5 минут.

В результате проведенных исследований было выяснено, что усилие трогания возрастает при воздействии на узел качания плюсовой температуры плюс 60°С, а воздействие минусовой температуры минус 10°С уменьшает усилие. Воздействие пониженного атмосферного давления $1 \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст. узла качания приводит к увеличению усилия трогания.

УДК 519.24:681

А.И. Федорович, аспирант; А.Н. Петренко, д. т. н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: anya104@mail.ru

УМЕНЬШЕНИЯ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНОГО ТИПА ПОМЕХ НА ПОЛЕЗНЫЙ СИГНАЛ ПРИ ПОМОЩИ СИНГУЛЯРНО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

В задачах неразрушающего контроля линейно-протяженных объектов со случайными параметрами информация об их состоянии содержится в выборках измерений, искаженных помехами разного вида. Одним из способов уменьшения влияния помех на результаты контроля является формирование матриц Ганкеля и их сингулярно-спектральный анализ. В реальных условиях контроля выборки измерений представляют собой последовательности случайных величин с неизвестными статистическими закономерностями.

Сингулярно-спектральный анализ ганкелевых матриц используется для уменьшения влияния помех путем отбора собственных чисел и формирования сглаженных выборок измерений. Статистические закономерности собственных чисел неизвестны и аналитическими методами их трудно исследовать.

Для решения задач об уменьшении влияния аддитивной и модулирующей помех, необходимо исследовать статистику собственных чисел ганкелевых матриц. Проверка их чувствительности была реализована путем проведения вычислительных экспериментов. Сформирована математическая модель, и выявлена зависимость собственных чисел от величины сдвига, масштаба и коэффициента корреляции для различных законов распределения вероятности.

В результате проведенных исследований были сделаны выводя, что Собственные числа ганкелевой матрицы, сформированной по выборке случайных величин, являются случайными числами, и образуют неубывающий ряд, в котором первое собственное число значительно превышает остальные. Изменение закона распределения вероятности или его параметров исходной выборки оказывает влияние только на максимальное значение собственного числа. Остальные собственные числа практически не изменяются. Изменения сдвига и масштаба исходных выборок случайных величин приводят к изменению максимального собственного числа матриц Ганкеля в 4-6 раз (зависимо от вида закона распределения вероятностей исходной выборки). Увеличение коэффициента корреляции – в 2 раз, что значительно меньше. При помощи сингулярно-спектрального анализа можно добиться уменьшения аддитивной и модулирующей помехи.

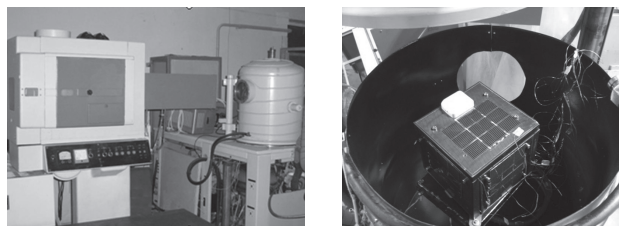
УДК 621.3.032

Т.А. Цюк, магистрант; Б.М. Рассамакин, к.т.н., с.н.с.;
С.М. Хайрнасов, к.т.н., с.н.с.; В.И. Хоминич, к.т.н., с.н.с.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
E-mail: office@lab-hp.kiev.ua

ТЕПЛОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОСПУТНИКА НТУУ «КПИ»

Доклад посвящен результатам экспериментального и численного моделирования теплового режима подсистемы электрообеспечения наноспутника НТУУ «КПИ». Дано описание моделирующей экспериментальной установки ТВК-0,12, созданной в НТУУ «КПИ», представлены результаты расчета температурного поля наноспутника и внешних тепловых потоков, падающих на него.

В соответствии с общепринятыми требованиями, которые являются необходимыми и достаточными для полного исследования тепловых режимов космической техники, установка ТВК-0,12 [1], воспроизводит основные факторы космического пространства: высокий вакуум, солнечное излучение, низкую температуры и «черноту» космического пространства. Общий вид моделирующей установки ТВК-0,12 и расположения в ней наноспутника на рис.1.



а) б)

Рис. 1 – Установка ТВК-0,12: а – общий вид; б – расположение наноспутника в камере

Решение задачи численного моделирования температурного поля наноспутника реализуется на графах конечно-разностным методом. Для расчета теплового режима наноспутника на орбите использована математическая модель [2], которая описывает тепловое взаимодействие приборов, узлов и элементов конструкции.

Моделирование показало, что температура электронных блоков, узлов и элементов конструкции наноспутника находится в заданных температурных диапазонах и может быть обеспечена с помощью пассивной системы терморегулирования.

1. **Б.М.Рассамакин**, В.А.Рогачев, С.М. Хайрнасов, В.И. Хоминич, В.А.Шевченко, С.К.Федоренко. Экспериментальное моделирование тепловых режимов эксплуатации оптико-электронного измерительного прибора для микроспутника // Космічна наука і технологія.- 2003. – Т.9. – №4. – С. 34-39.
2. **Кислов А.М.**, Романенко В.Г., Курилов В.С. Пакет программ для расчета теплового режима приборных отсеков космического аппарата. – Харьков: НТО. НАНУ ФТИНТ, 1995. — 114 с.

УДК 621.454.035.5
А.А. Чеснокова, инженер; В.В. Захарченко, инженер I кат.;
И.А. Гусарова, начальник группы
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ПРЕИМУЩЕСТВА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НАСАДКОВ ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ

Тепловой контроль качества углепластиковых заготовок и углерод-углерод-углеродных насадков маршевого двигателя позволяет снизить трудоемкость операции контроля и более точно установить зоны локализации дефектов. Контроль проводился с помощью тепловизора FLIR A320.

Тепловизор FLIR A320 представляет собой инфракрасную камеру, закрепленную в специальном штативе, а также неотъемлемая составляющая это устройство сбора, обработки и записи информации.

Инфракрасная камера – тепловизор – регистрирует и записывает температуру поверхности объекта. Затем процесс теплопередачи объекта обрабатывается при помощи специального программного обеспечения с целью выявления зон с аномальной теплопередачей. Температура на поверхности объекта в процессе теплопередачи зависит от коэффициента теплопроводности материала, теплоемкости материала, мощности теплового импульса или потока, степени черноты поверхности материала, толщины объекта. Дефекты (расслоения) в структуре материала локально изменяют эффективную температуропроводность, то есть на дефектном участке возникает перепад температур.

По результатам проведения контроля качества двумя методами УЗ НК и ТНК углепластиковых и углерод-углеродных заготовок насадка маршевого двигателя с заложенными имитаторами дефектов, было определено что чувствительность ТНК для УУКМ выше, чем чувствительность УЗ НК.

9
Конверсия в ракетно-космической технике

Координатор:
Сливинский Владимир Иванович,
главный научный сотрудник ОАО «УкрНИИТМ»,
доктор технических наук, старший научный сотрудник

УДК 629.764

С.Г. Бонькин, старший мастер; В.И. Денисов, нач. цеха 97
ГП «ПО ЮМЗ им. А.М. Макарова»
E-mail: Stanislav_bonkin@mail.ru

КОНВЕРСИЯ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

Концепция использования межконтинентальных баллистических ракет (МБР) в качестве средств доставки полезного груза (космического аппарата) зародилась в 80-х годах. На базе МБР РС-20 достаточно просто адаптировать запуск космических аппаратов (КА) для коммерческих целей, причем используя практически всю пусковую и технологическую базу РС-20. Украина в лице ГП «ПО ЮМЗ им. А.М. Макарова» и ГК КБ Южное предоставляет услуги по модернизации космической головной части (КГЧ) для запусков КА по программе «Днепр».

Ракета имеет стартовую массу 211 т, длину 34 м, диаметр 3 м и способна вывести на орбиту высотой 300—900 км космический аппарат или группу спутников различного назначения стартовой массой до 3,7 т. Также большим плюсом является то, что на космодроме непосредственно с основной ракетой, в хранилище имеется резервная. При возникновении проблемы с запуском основной ракеты резервная может быть подготовлена к запуску в течение очень короткого времени.

РН «Днепр» выполнен по трёхступенчатой схеме с последовательным расположением ступеней и космической головной части.

Первая и вторая ступени ракеты – штатные без доработок.

Третья ступень – штатная ступень ракеты РС-20, в систему управления которой вводится новое полетное задание в зависимости от поставленной задачи.

Космическая головная часть создается на базе головной части ракеты РС-20 с различной степенью ее модификаций.

Основные типы КГЧ ракеты-носителя «Днепр» для:

– запуска среднегабаритного КА;

– кластерного запуска;

– запуска крупногабаритного КА;

На ЮМЗ проходит полный цикл изготовления корпусов КГЧ и большей части ДСЕ, стыковкой габаритно весовых макетов (ГВМ) КА с КГЧ и последующим проведением совместно со специалистами ГК КБ «Южное» статических, динамических и вибрационных испытаний. В результате чего определяются динамические и вибрационные нагрузки действующие на КА в процессе полета и отстыковки КА от КГЧ. После проведения испытаний в цехе главной сборки проводится окончательная сборка КГЧ в штатном исполнении с контролем уровня чистоты подоптекательного пространства.

Снимаемые с эксплуатации РС-20 обладают высокими техническими характеристиками. Использование отработанной ракеты и элементов наземной инфраструктуры, имеющих большую экономическую выгоду.

Использование шахтных подземных пусковых установок и минометного способа старта, дает возможность не подвергать ракету и космическую головную часть метеовоздействию, а кроме того снизить акустическое воздействие на космические аппараты.

УДК 25.00.35
А.В. Гудков, студент; Т.П. Варшанина, к.б.н., доцент; А.А. Солодухин, аспирант
Адыгейский государственный университет
E-mail: gic-info@yandex.ru

ЦЕНТР КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРИКЛАДНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Создание инфраструктуры центров космических услуг (ЦКУ) в регионах России — главный инструмент продвижения результатов космической деятельности для решения социально-экономических задач.

Обработка и интеграция результатов космической деятельности осуществляется через применение геоинформационных технологий. ГИС воплощают принципиально новый подход к работе с пространственными данными. ГИС способны выявлять скрытые взаимосвязи и тенденции, которые иными способами трудно или невозможно заметить.

Центр космических услуг — интегрирующий центр инфраструктуры комплексного предоставления продуктов и электронных услуг для поддержки принятия управленческих решений с использованием результатов космической деятельности (РКД) на основе геоинформационных и Web-портальных технологий широкому кругу потребителей, обеспечивающий прикладное использование РКД.

ЦКУ является:

• ключевым элементом региональных навигационно-информационных систем, осуществляющим сбор, обработку, хранение и предоставление потребителям необходимой информации на основе РКД;

• оператором, предоставляющим возможность без задержек получать высокоточную и достоверную информацию в единой системе координат и в режиме реального времени.

На основании соглашений, заключенных между Федеральным космическим агентством и правительством Республики Адыгея и между представителем Роскосмоса ОАО «НПК РЕКОД» и Адыгейским государственным университетом, на базе Центра интеллектуальных геоинформационных технологий Адыгейского государственного университета создан Центр космических услуг Республики Адыгея.

Цель его создания – формирование совокупного информационного ресурса региона с использованием ресурсов космической деятельности.

В задачи ЦКУ РА входит использование данных зондирования Земли для поддержки социально-экономического развития региона.

К функциям Центра космических услуг РА относится:

• создание базового картографического комплекта региона

• создание региональной системы высокоточной навигации

• создание региональной инфраструктуры дистанционного зондирования Земли

• создание региональной геоинформационной системы

• разработка региональных целевых систем комплексного мониторинга основных отраслей экономики.

УДК 621.384.6:533.9

А.В. Исаков, студент; руководитель В.В. Колесник, асс.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: lewka@3g.ua

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ

При вакуумном осаждении покрытий обязательной операцией является предварительная очистка поверхности от загрязнений путем облучения ее потоком быстрых частиц (в том числе ионов). Потоки ионов создаются либо в тлеющем разряде, либо вытягиваются из основного разряда. При этом скорость проведения и качество данной операции зачастую остаются неудовлетворительными из-за низкой плотности и равномерности потоков ионов, приходящих на поверхность обрабатываемых изделий.

Применение для предварительной очистки изделий перед нанесением покрытий дополнительных технологических источников плазмы разработанных на основе плазменных ионных движителей позволит решить данные проблемы. Это достигается благодаря тому, что при помощи данных ускорителей возможно получение равномерных потоков ионов с регулируемой в широких пределах энергией.

В качестве источников ионов используем газ: аргон или ксенон. Ионы, образующиеся в разрядной камере, имеют тенденцию разлетаться во все стороны почти равномерно, так что доля ионного потока, отбираемая в пучок, должна быть пропорциональна отношению площади отбора $A_{отб.}$ к полной площади внешней поверхности зоны первичных электронов $A_{внеш.}$. Если в различных источниках энергия в электронвольтах, затрачиваемая на создание иона, приблизительно одинакова, то она должна выражаться через отношение $\frac{A_{отб.}}{A_{внеш.}}$, умноженное на некоторый постоянный коэффициент. Для хорошо сконструированных источников, работающих на аргоне, цена иона определяется приближенным соотношением:

$$\varepsilon \approx 50 \cdot \frac{A_{отб.}}{A_{внеш.}}$$

Данная формула предполагает, что ионный источник спроектирован подходящим образом. Толщина экранирующей сетки должна составлять примерно 20% диаметра отверстия ячейки. Некоторое значение имеет также тип рабочего вещества, но соответствующие изменения энергозатрат в разряде не превышают $\pm 30\%$. Существенное влияние на цену иона оказывает относительная толщина экранной сетки.

Для ионного распыления ведутся работы по решению выше перечисленных проблем, связанных с энергозатратами, и по проектированию установки.

УДК 66.02

Д.Ю. Кривовичев, студент гр. 440; В.В. Колесник, асс., кафедра 402
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: dias4x@mail.ru

СТЁКЛА С ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Из-за энергетического кризиса возникла потребность в уменьшении затрат на отопление и кондиционирование помещений. Защитно-декоративные покрытия на стёкла для окон позволяют снизить затраты на отопление и кондиционирование за счёт плёнок, защищающие от инфракрасной части спектра.

Ионно-плазменные технологии позволяют решить широкий спектр защитных и декоративных проблем. Метод осаждения материалов из плазменной фазы позволяет получить на поверхности обрабатываемой детали химические соединения, синтезированные в плазме, либо получать такие соединения непосредственно на поверхности детали. Широкие возможности регулирования параметров и химического состава плазмы позволяют решать многие задачи защиты и декора поверхностей.

Известны окна с одно-, двух- и трехслойными покрытиями, толщина одного слоя составляет 0,1 до 3 мкм. Использование двухслойного или трехслойного покрытия «оксид титана — титан», «оксид титана — титан — оксид титана» дает возможность изготавливать полупрозрачные зеркала и зеркала различной цветовой гаммы, что достигается за счет интерференции пленки оксида титана в отраженном свете. С изменением толщины пленки оксида титана и пленки титана меняется цвет полупрозрачных зеркал, а также его насыщенность. Представляет также интерес использование такой формулы покрытия, как «оксид титана — нитрид титана — оксид титана». Применение в качестве инфракрасного отражателя нитрида титана, обладающего оптическими свойствами, как у золота (Au), дает возможность использовать такое стекло как для холодного климата, так и для жаркого.

Достижения современной ионно-плазменной технологии позволяют получать многослойные покрытия, содержащие тугоплавкие металлы и нанесенное на нее многослойное износостойкое ионно-плазменное покрытие, состоящее из внешнего основного покрытия нитрида(оксида) титана и подслоя, содержащее различные металлы, в том числе и титан. Данное многослойное покрытие приводит к достижению необходимых защитных свойств стекла и придаёт весьма характерный декоративный вид.

Для получения многослойных покрытий ведутся работы по разработке технологического процесса.

УДК 658.567.1

А.В. Махнёва, студентка; М.А. Поджарский, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: mahnenka@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕСКОНТАКТНОЙ ВЫПЛАВКИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КОРПУСОВ БОЕПРИПАСОВ

Разработана установка для выплавки взрывчатого вещества (ВВ) путём подачи горячего теплоносителя на внешнюю поверхность корпуса боеприпаса. Установка может быть использована при ремонте или утилизации боеприпасов.

В существующих установках боеприпас устанавливают неподвижно в термостате типа нагревательной печи или в специальном теплосберегающем пенале, в который подаётся горячий теплоноситель.

Производительность технологического оборудования определяется временем полного расплавления заряда ВВ, которое, в свою очередь, зависит от условий передачи тепла от горячего теплоносителя к нерасплавленной части заряда через корпус боеприпаса и расплав ВВ. Лимитирующей стадией здесь является перенос теплоты через расплав, который происходит за счёт его теплопроводности, небольшой по величине. Конвекция, которая могла бы ускорить теплопередачу, из-за большой вязкости расплава в неподвижном боеприпасе развиться не может. Следовательно, скорость переноса тепла через него невелика, и для полной выплавки ВВ требуется значительное время.

Цель разработки – повышение производительности технологического оборудования за счёт сокращения времени выплавки заряда ВВ.

Указанная цель достигается тем, что боеприпас, установленный в теплосберегающем пенале, в который подаётся горячий теплоноситель, в течение всего процесса выплавки подвергается колебаниям. Сразу после начала плавления ВВ его нерасплавленная часть перестаёт быть жёстко связанной с корпусом боеприпаса и, благодаря колебаниям, свободно перемещается внутри него, выполняя по отношению к расплаву функции инерционной мешалки. В расплаве возникают конвекционные потоки, которые интенсифицируют теплопередачу. В результате длительность процесса выплавки сокращается.

Проведенные расчёты показали, что при колебаниях с частотой 1 c^{-1} время выплавки ВВ из корпуса артиллерийского осколочно-фугасного снаряда сокращается, по меньшей мере, вдвое по сравнению с действующими аналогами.

Предусмотрено комплексное использование энергии горячего теплоносителя. Часть её затрачивается для привода колебаний боеприпасов, что упрощает конструкцию оборудования за счёт исключения необходимости использования устройств дополнительного энергопитания.

УДК 629.331.5

О.Л. Мороз, инженер 2 кат;
С.А. Матвиенко, нач. отдела; С.В. Филяев, нач. группы
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО С СИСТЕМОЙ РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ

В настоящее время во всём мире широко ведутся работы по разработке экологически чистого вида транспорта, который при минимальной стоимости и хороших технических и эксплуатационных характеристиках обладал бы способностью обеспечить рекуперацию механической энергии движения в электрическую.

В качестве примера таких транспортных средств можно привести электромобили и гибридные автомобили такие как:

– В Москве на выставке салона «X Московский международный салон инноваций и инвестиций» московскими компаниями был предоставлен инновационный проект модели экологически чистого вида транспорта – электромобиля-экобуса, созданного на основе российских космических технологий корпорации «Компомаш» с автомобильной компанией ОАО «Соллерс»;

– фирма **BMW** изготовила и испытала электромобиль с гибридным силовым агрегатом с маховичным накопителем и электромеханическим приводом;

– фирма Toyota выпускает гибридные автомобили с системой рекуперативного торможения.

– экспериментальные образцы электромобилей с источниками питания на топливных элементах, потребляющими кислород и водород.

Предлагаемое транспортное средство представляет собой кабину, выполненную в виде моноблока с двумя колесами. Каждое колесо имеет внутренний неподвижный обод, закрепленный на кабине, и внешний подвижный обод с шиной. Внутренний и внешний обода взаимодействуют между собой посредством роликов, наподобие подшипника. Вращение колес обеспечивается независимыми электродвигателями. Маневрирование обеспечивается регулированием скорости вращения каждого из колес. В качестве источника питания предполагается использовать установку, работающую на радиоизотопных элементах, солнечные батареи и т.п.. По внутреннему диаметру кабины расположен маховик. Маховик предназначен для выполнения следующих функций:

– стабилизации транспортного средства во время движения и торможения;

– преобразование механической энергии в электрическую и наоборот, с последующим накоплением в аккумуляторной батарее.

Транспортное средство может иметь широкую область применения: транспорт массового использования и транспорт узкого (промышленного) назначения.

На вышеописанное транспортное средство подана заявка на патент Украины на изобретение № а 2010 12428 и зарегистрирован проект УНТЦ № 5479.

УДК 662.62:547.143

Ю.А. Судакова, студент; Е.Ю. Нестерова, к.х.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: kafedra__vms@mail.ru

ШЛЯХ УТИЛІЗАЦІЇ ПАЛИВНИХ ЧАСТИН БАЛІСТИЧНИХ РАКЕТ

У дев'яності роки минулого століття в рамках роззброєння України Павлоградський хімічний завод розробив технологію утилізацію паливних частин міжконтинентальних балістичних ракет РС-22 (за класифікацією НАТО – SS-24 «Скальпель»), що знаходилися на бойовому чергуванні в Україні або перебували у виробництві. Способом утилізації твердого ракетного палива (ТРП) став гідромеханічний метод руйнування ТРП за допомогою потужних струменів води, подрібнення шматків палива та використання отриманої суспензії при виробництві емульсійної вибухівки, яка буде використовуватися гірською промисловістю. Такий спосіб утилізації є досить безпечним методом подрібнення ТРП, що дозволяє вилучити матеріали у вигляді відносно невеликих фрагментів для наступної утилізації. Особливістю використання подрібненого ТРП у якості добавки до емульсійних промислових вибухових речовин є визначення оптимального співвідношення компонентів що утилізуються у вигляді суспензії у насиченому водному розчині окислювача до водноемульсійної основи, яка містить аміачну селітру, вуглеводень, емульгатор та інші компоненти. Отримана за даним методом водноемульсійна вибухівка повинна мати: помірну ціну, стабільність структури та складу, достатню потужність вибуху, зручність у застосуванні, екологічну безпечність;

Аналізуючи ці показники треба відмітити, що виробництво такої вибухівки повинно бути , по-перше, економічно вигідним, тобто потрібно максимально використовувати компоненти ТРП та мати оптимальну концентрацію їх у водоемульсійній вибухівці.

Для цього на підставі енергетичних розрахунків нами була визначена оптимальна кількість компонентів ТРП у водоемульсійній вибухівці, яка не впливає негативно на вибухові властивості та стабільність емульсії. Запропонований технологічний режим найбільш повного процесу вилучення водорозчинних компонентів з ТРП, який пов'язаний з інтенсивністю гідромеханічної обробки ТРП, повнотою екстракції водорозчинних компонентів та подрібненням гідрофобної полімерної основи. На базі матеріальних та теплових розрахунків розроблена технологічна схема виробництва емульсійних промислових вибухових речовин, що містять компоненти сумішевого твердого ракетного палива.

10
Космические аппараты: разработка и эксплуатация

Координаторы:
Кавелин Сергей Сергеевич,
главный специалист космических аппаратов
ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»,
академик Российской академии космонавтики
им. К.Э. Циолковского
Демченко Анатолий Вадимович,
начальник научно-технического отдела ОАО «УкрНИИТМ»

УДК 629.7.086

Н.В. Белая, инженер 2 категории; Л.В. Чернобыль, инженер 1 категории
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НАЗЕМНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «СІЧ-2»

В рамках разработки космической системы наблюдения Земли «Січ-2» ГП «КБ «Южное» создан наземный информационный комплекс (НИК), который обеспечивает проведение всего комплекса работ по приему и обобщению заявок на съемку, приему и обработке целевой информации от КА и предоставлению выходной продукции наблюдения Земли (космических снимков) в соответствии с заявками.

В состав НИК входят операторский центр (ОЦ) и главный центр приема и обработки данных (ГЦПОД). К работе НИК функционально привлекаются Центр архивации и распространения данных (ЦАРД) и Архив данных ДЗЗ НКАУ.

В процессе функционирования НИК космической системы «Січ-2» обмен данными между внутренними и внешними абонентами НИК осуществляет система связи и передачи данных.

Внутренними абонентами НИК являются его составные части – ОЦ, ГЦПОД, ЦАРД и Архив данных ДЗЗ НКАУ.

Внешними абонентами НИК являются потребители данных ДЗЗ (и/или оператор космических систем ДЗЗ) и наземный комплекс управления космическим аппаратом.

Временная последовательность обмена данными между внутренними и внешними абонентами НИК определяется утвержденным технологическим циклом функционирования.

Длительность технологического цикла функционирования НИК космической системы «Січ-2» в штатном режиме составляет 7 дней.

Технологический цикл функционирования НИК космической системы «Січ-2» в штатном режиме начинается в среду в 10:00 UTC.

Доклад посвящен описанию порядка функционирования НИК космической системы «Січ-2» в штатном режиме. В докладе приведены:

– состав и порядок выполнения технологических операций, выполняемых наземным информационным комплексом и его составными частями;

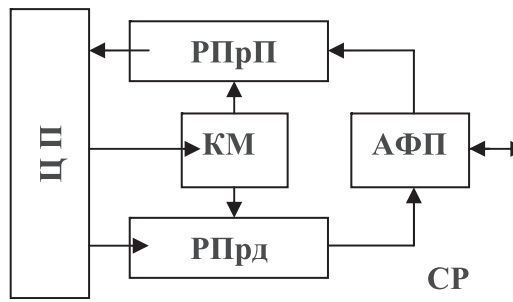
– состав входной и выходной информации при выполнении каждой операции;

– длительности выполнения операций и сроки представления информации.

УДК 621.396.4
Н.М. Бендасюк, бакалавр; М.О. Першин, ст. викл.; Б.М. Рассамакін, к.т.н., с.н.с.
Національный технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: office@lab-hp.kiev.ua

СИСТЕМА РАДІОЗВ'ЯЗКУ НАНОСУПУТНИКА НТУУ «КПІ»

В рамках програми створення університетського наносупутника в НТУУ «КПІ» розроблено і створено наземну станцію спостереження і зв'язку з супутниками Землі, які працюють в радіоаматорських діапазонах частот, ведуться проектні роботи над бортовою системою радіозв'язку. З цією метою проведено аналіз існуючих розробок систем, вибрано прототип. Система має забезпечувати приймання даних, що передаються з наземної станції керування на борт наносупутника, передачу телеметричної інформації від бортових систем, а також інформації від корисного навантаження на наземну станцію керування в двох діапазонах частот: 435 МГц (радіолінія Земля-борт) та 2,4 ГГц (радіолінія борт-Земля). Вид модуляції та швидкість передавання обох радіоліній визначається технічними характеристиками трансивера Yaesu FT-8000M наземної станції спостереження і зв'язку, а саме – частотна маніпуляція з швидкістю 1200/9600 біт/с. Для указаних радіоліній проведено розрахунки енергетичних потеціалів, на основі яких визначено основні технічні характеристики приймально-передавальних та антенно-фідерних пристроїв бортової системи радіозв'язку, визначено елементну базу для її реалізації. Передбачено виконати приймально-передавальні пристрої на основі мікросхем трансиверів фірми Texas Instruments з зовнішнім малошумним підсилювачем приймача та підсилювачем потужності передавача. Спрощену структурну схему системи приведено рисунку.



СР – система радіозв'язку; ЦП – центральний процесор; РПрП – радіоприймач; КМ – керувальний мікроконтролер; РПрд – радіопередавач; АФП – антенно-фідерний пристрій.

Керування режимами роботи системи, перетворення сигналів давачів телеметричної інформації та обмін інформацією з центральним процесором забезпечує керувальний мікроконтролер.

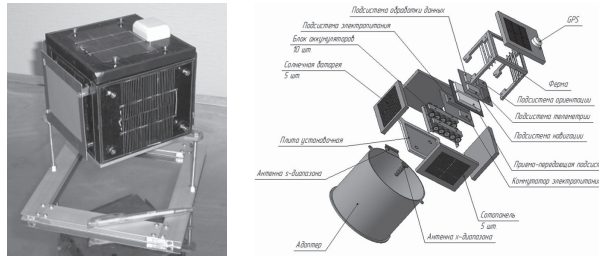
Для підвищення надійності системи приймально-передавальні пристрої резервовано.

УДК 621.3.032

Е.Н. Елисеева, магистрант;
Б.М. Рассамакин, к.т.н.,с.н.с.; С.М. Хайрнасов, к.т.н.,с.н.с.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
E-mail: office@lab-hp.kiev.ua

КОНСТРУКЦИЯ НАНОСПУТНИКА НТУУ «КПИ»

Доклад посвящен разработке конструкции наноспутника НТУУ «КПИ». Наноспутник (рис.1) выполнен в виде параллелепипеда с размерами 140×140×140 мм. Основными элементами конструкции являются: основание, остов, пять солнечных батарей, блок аккумуляторов и электронная платформа.



(а) **(б)**

Рис. 1 – Наноспутник: а – общий вид; б – схема технологического членения

Электронная платформа отвечает за следующие подсистемы: обработки данных, ориентации и стабилизации полета, навигационную, радиосвязную, электрообеспечения и телеметрии.

Остов представляет собой единую сварную конструкцию, состоящую из верхней окантовки и поперечных силовых элементов (стоек). Основание разработано в виде квадратной фрезерованной плиты с размерами 140×140×6 мм. Для электрообеспечения, обеспечения необходимого теплового режима и радиационной защиты аппаратуры, размещенной в середине наноспутника, к открытым граням остова крепятся пять солнечных батарей (СБ). Каркас СБ [1] представляют собой облегченный алюминиевый сотозаполнитель с двумя углепластиковыми моношаровыми обшивками с приклеенной полиимидной пленкой для электроизоляции.

Отдельные элементы бортовой аппаратуры (электронные платы, блок аккумуляторов, модуль GPS и др.) располагаются как снаружи так и внутри наноспутника.

1. **Рассамакин Б.М.**, Стариков Л.М., Тарасов Г.В., Хайрнасов С.М., Рассамакин А.Б. Сверхлегкие углепластиковые каркасы солнечных батарей и сотопанели с тепловыми трубами для космических аппаратов. Эффективность сотовых конструкций в изделиях авиационно-космической техники. 3-я Международная научно-практическая конференция, Днепропетровск, 18-22 мая, 2009, с. 137-142.

УДК 629.783:553

О.Е. Жильцова, инженер; Г.А. Борщева, начальник группы;
Е.Д. Ярмольчук, начальник отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ВЕРИФИКАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ТОЧНОСТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «СІЧ-2». ГАРАНТИРОВАННАЯ ПЛОЩАДЬ СЪЕМКИ

Одной из важных задач, решаемых ГП «КБ «Южное» на этапе летных испытаний космической системы для наблюдения Земли в оптическом диапазоне «Січ-2», является верификация технических требований к точностным характеристикам космической системы, предъявляемых тактико-техническим заданием (ТТЗ).

В предлагаемом докладе приведена методика верификации требования к относительной гарантированной площади съемки – одному из важных точностных показателей целевой эффективности космической системы «Січ-2».

Основной задачей космической системы «Січ-2» является предоставление потребителям результатов съемки заданных участков поверхности Земли.

В соответствии с этим осуществляется планирование работы космической системы – измеряются параметры орбиты космического аппарата (КА), рассчитывается трасса КА на период планирования съемки, разрабатываются программа работы полезной нагрузки (ПН) КА и программа работы обеспечивающих подсистем КА.

На каждом из перечисленных этапов вносятся неизбежные погрешности. Кроме того, отработка программы работы подсистем КА осуществляется также с ошибками. В результате съемки будут получены изображения участков поверхности Земли, смещенные относительно заданных потребителями, то есть заданные участки будут сняты не полностью.

Наиболее адекватно характеризовать степень выполнения задания по съемке заданных участков поверхности Земли может отношение площади общей части заданного и снятого участков к площади заданного участка. Это отношение называется относительной гарантированной площадью съемки.

Верификация выполнения требования ТТЗ по гарантированной площади съемки проводится с применением программного продукта Erdas Imagine.

Представленная методика применялась при верификации выполнения требований спецификаций космической системы Egyptsat-1 и будет использована при проведении работ по верификации выполнения требований ТТЗ в процессе летных испытаний космической системы «Січ-2».

УДК 32.88

Е.С. Жукова, аспирантка; И.Н.Карцан, к.т.н., доцент
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева
E-mail: zhykova_k@mail.ru, kartsan2003@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МАЛЫМ КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ «ЮБИЛЕНЫМ-2» НА БАЗЕ УНИВЕРСИТЕТСКИХ ЦУП

Управление малыми космическим аппаратами (МКА) называемыми «университетскими» осуществляется с Центров управления полетами созданных при университетах. МКА «Юбилейный-1» запуск произведен 23 мая 2008 года, и МКА «Юбилейный-2» запуск которого планируется на март 2011 года, были разработаны и изготовлены при участии студентов Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. Управление МКА осуществляется с ЦУПов (Центр управления полетами) развернутыми в г. Калуга НИЛАКТ (Научно исследовательская лаборатория аэрокосмической техники) и г. Красноярск СибГАУ (Сибирский государственный аэрокосмический университете имени академика М.Ф. Решетнева).

В ЦУПе СибГАУ установлено приемо-передающим радиооборудованием ДОКА-Н, которое предназначено для работы в качестве радиоприемного и радиопередающего пункта с функциями формирования передаваемой и регистрации принимаемой информации командного, телеметрического и информационного обслуживания КА в составе:

1. антенная система, которая включает антенны 145 и 435 МГц, малошумящие усилители AG-25 и AG-35, привод YAESU (G5500).
2. трансивер ICOM IC-910H японской фирмы ICOM.
3. модемно-согласующие устройства.
4. контроллер ориентации антенн (СОА-3).
5. управляющий компьютер, который обеспечивает:

– управление приводом антенн и трансивером через COM порты.
– формирование пакетов данных для передачи на МКА;
– обработку принимаемых от МКА пакетов данных;
– отображение оперативных данных о процессах сеанса управления МКА;
– отображение оперативной ТМ информации в сеансе управления МКА;
– архивирование информации и данных; формирование и ведение протоколов сеансов управления МКА.

Особенность управления «Юбилейным-2» заключается в том, что на борту установлен приемо-передатчик на частотах 145 МГц, 435 МГц и 1,2 ГГц, 2,4ГГц.

Для работы на частотах 145 МГц и 435 МГц будет использоваться выше перечисленное оборудование, а для работы на частоте 1,2 ГГц и 2,4 ГГц ЦУП будет оснащен дополнительным антенным постом, широкополосным приемником и трансивером для передачи команд на 1,2 ГГц. Поэтому для полноценной работы с аппаратурой, которая установлена на борту МКА необходимо создание двух приемо-передающих каналов.

УДК 621.382

В.А. Журавлев, студент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ВИДЫ КОМПОНОВКИ НА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ СРЕДСТВ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Настоящая работа посвящена анализу и сравнению систем ориентации и стабилизации КА. Определению закономерностей динамики спутников в окрестности радиального положения равновесия и оценке на этой основе возможностей применения различных систем. Выделен новый класс систем гравитационной стабилизации спутников — системы, использующие гибкие связи и показано, что такие системы представляют собой перспективное направление космонавтики, находящееся на стыке традиционных задач стабилизации спутников и задач исследования динамики и стабилизации движения космических тросовых систем.

Многообразие задач, решаемых космическими аппаратами, приводит к необходимости оснащения КА комбинированными системами угловой стабилизации. Так, космические аппараты, стабилизированные вращением и рассчитанные на большие сроки активного существования, нуждаются не только в системах ориентации и угловой стабилизации главной оси, но и в системах стабилизации угловой скорости собственного вращения.

Успех научно-исследовательских работ, проводимых в космическом пространстве с помощью летательных аппаратов, во многом зависит от технических и эксплуатационных характеристик систем ориентации и стабилизации. Поэтому возникает необходимость в простых, надежных, точных, легких, работающих в течение длительного времени с минимальными затратами энергии системах ориентации и стабилизации КА.

Правильный выбор систем ориентации и стабилизации позволяет успешно осуществлять проведение таких научных экспериментов, как возвращение на Землю спутника или космического корабля; наблюдение за Солнцем и исследование явлений, происходящих на нем; использование системы ретрансляционных спутников для целей глобальной радиосвязи и телевидения; использование спутников для метеорологических и геодезических целей и других экспериментов в межпланетном пространстве.

УДК 621.382

Н.А. Каргина, студентка гр.450, кафедра 402
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: wonta@mail.ru

СРАВНЕНИЕ СТРУКТУРЫ КА (ИСЗ) ДВУХ КЛАССОВ: МАССОЙ 10-150 кг И МАССОЙ 400-1200 кг

Настоящая работа посвящена анализу спутников массой 10-150 кг и массой 400-1200 кг. Микроспутники и малые КА разрабатываются для достижения определенных целей в соответствии с нашими потребностями, пригодными для этого техническими и экономическими средствами.

Оба класса имеют значительный потенциал дальнейшего развития, поскольку задумывались как альтернатива дорогим и тяжелым КА, выполняющих широкий спектр задач. Всё большее число стран желает иметь свои спутниковые системы. Разработка или заказ незначительных по весу спутников является самым экономным и быстрым способом отработки своих космических технологий и решений насущных проблем.

Микроспутники имеют самый широкий спектр применения, от общеобразовательных программ до конкретных целевых задач. Можно сказать, на них отрабатываются технологии и решения, которые в дальнейшем будут использованы при проектировании крупных КА. Число стран, имеющих собственные микроспутники, неуклонно растет.

Технология миниатюризации предусматривает снизить стоимость запуска путем минимизации требований, предъявляемых к КА. В микроспутниках можно обойтись без резервирования, допустив при этом риск, связанный с возможным отказом. Резервирование требует слишком больших денежных затрат, приводит к повышению веса и мощности. Поэтому микроспутники менее надежны чем спутники «малого» и «среднего» класса.

Применение малых КА – это конкретизация круга задач, решаемых большими спутниками с целью получения более дешевой и быстро разворачиваемой системы. Малые КА в большинстве случаев являются спутниками связи и стоят на службе государственных и частных компаний, обеспечивающих спутниковую связь, телевещание и работу интернета.

Микроспутники и КА малой массы имеют схожую структуру, различающуюся различными системами ориентации и стабилизации, целевым оборудованием, расположением фотопреобразователей на корпусе (характерно для многих микроспутников) или крыльях.

В целом микроспутники и малые КА могут решать все имеющиеся задачи, кроме построения на их основе систем глобальной навигации. Спутники представляющие системы GPS и ГЛОНАСС являются аппаратами тяжелого класса, разработанными в странах со значительным промышленным потенциалом.

УДК 620.22 – 419.8

И.В. Лялюхина, инженер 1 кат. каф. 407;
Я.С. Карпов, д. т. н., профессор
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: lyalya-irina@yandex.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНОЙ БАЛКИ С РЕГЛАМЕНТИРОВАННЫМ ПРОГИБОМ

На практике часто встречаются задачи, когда проектные параметры балки должны обеспечивать вполне конкретную изгибную жесткость, от которой зависит, с одной стороны, прогиб, а с другой – спектр частот собственных колебаний. В связи с этим возникает необходимость выбирать такие параметры балки, чтобы ее изгибная жесткость удовлетворяла определенным условиям. В данной работе решалась задача проектирования композитной балки минимальной массы. что в данном случае свелось к минимальной массе полок балки, так как считаем стенку спроектированной по условиям прочности и устойчивости :

$$\overline{G} = \int_0^l \left(\delta_в b_в \rho_в + \delta_н b_н \rho_н\right) dx \to \min,$$

при ограничении на прогиб балки в произвольном сечении

$$\int_0^{x_0} \frac{M(x-x)}{(EI)} dx \le \omega .$$

В данной работе рассматривались два случая закрепления балки: консольная балка и балка на двух опорах.

Задача минимизации функционала при ограничениях типа равенства является типовой изопериметрической вариационной задачей, которая решалась методом неопределенных множителей Лагранжа. Ввиду высокого порядка разрешающих уравнений, а поэтому невозможности аналитического решения данной задачи аналитически, предложен алгоритм численного метода определения толщины и ширины полок балки как постоянных по всей длине балки так и переменных. Сформулированы рекомендации по проектированию композитной балки с учетом совместных ограничений по прочности и прогибу.

Аналитические способы решения задачи проектирования балки, удовлетворяющей одновременно ограничениям по прочности и прогибу и дающих минимум массы балки, пока отсутствуют, поэтому в дальнейшем будет рассматриваться данная задача.

УДК 621.383.5

Е.М. Мирошникова, студентка 441 группы; С.В. Губин, к. т. н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: dyshechk@mail.ru

СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЭП НА ОСНОВЕ АРСЕНИД ГАЛЛИЯ

В космических аппаратах, где основным источником тока являются солнечные батареи, где очень важны разумные соотношения массы, размера и КПД, наиболее приемлемым материалом для солнечных батарей, конечно, является арсенид галлия.

Арсенид галлия GaAs – второй по значению после кремния полупроводниковый материал. Светодиоды видимого диапазона, фотоприемники с рабочим диапазоном от дальней ИК – области до УФ – области спектра, светодиоды инфракрасного диапазона работают на монокристаллах арсенида галлия. Солнечные батареи на основе GaAs имеют КПД от 25 до 40 %, в то время как кремниевые- 14-15 %.

Благодаря устойчивости к высоким температурам арсенид-галлиевые ФП позволяют применять к ним концентраторы солнечного излучения. Рабочая температура гетерофотопреобразователей (ГФП) на GaAs доходит до 180°С, что уже являются целиком рабочими температурами для тепловых двигателей, паровых турбин. ГФП на основе GaAs в значительно меньшей мере, чем кремниевые ФП, подвержены разрушению потоками протонов и электронов высокой энергии вследствие высокого уровня поглощения света в GaAs, а также маленьких необходимых значений времени жизнь и диффузной длины не основных носителей.

Очень важна для космических СЭС способность этого соединения в ФП не терять КПД при нагревании концентрированным в 3-5 раз солнечным излучением, что соответственно снижает потребности в дефицитном галлии. Дополнительный резерв экономии галлия связан с использованием в качестве подкладки ГФП не GaAs, а синтетического сапфира ($A1_20_3$). Стоимость ГФП при их массовом производстве на базе усовершенствованной технологии будет, вероятно, также значительно снижена, и в целом стоимость системы преобразование энергии на основе ГФП из GaAs может оказаться целиком сопоставимой со стоимостью системы на основе кремния.

В целом можно сказать, что энергетические, массовые и эксплуатационные характеристики ГФП на основе GaAs в большей степени отвечают требованиям СЭС и СКЭС (космические), чем характеристики кремниевых ФП.

УДК 681.7:681.4.075
О.В. Муравйов, студент, О.К. Кучеренко, к.т.н., доцент, В.М. Куцурук, студент
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут»
E-mail: stals98@ukr.net

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ЯКІСТЬ ЗОБРАЖЕННЯ ФОКУСУЮЧИХ СИСТЕМ КОСМІЧНОГО БАЗУВАННЯ

Оптична та оптико-електронна апаратура часто експлуатується в умовах космосу. До такої апаратури належать, наприклад, сканери для спостереження за поверхньою Землі, космічні телескопи, різноманітні оптико-електронні датчики, прилади військового призначення. Умови роботи приладів у космосі суттєво відрізняються від звичайних умов роботи, особливо якщо прилади розташовані за межами термостабілізованого корпуса космічного апарата. Тут спостерігається значний перепад температур, відсутність атмосферного тиску, зміна показника заломлення навколишнього середовища.

Зміна цих експлуатаційних факторів призводить до зміни основних конструктивних параметрів оптичної системи, а саме радіусів кривизни оптичних поверхонь, товщин, діаметрів оптичних деталей, проміжків між окремими деталями. Це, в свою чергу, призводить до зміни фокусної відстані фокусуючих систем, появі нових аберацій і , як наслідок, погіршення якості зображення. Крім того змінюються лінійні розміри оправ оптичних деталей, а також корпусних деталей несучих конструкцій. Внаслідок цього взаємне розташування компонентів оптичної системи змінюється.

Метою цього дослідження є аналіз впливу експлуатаційних факторів на погіршення якості зображення типових лінзових і дзеркально-лінзових систем, які застосовуються в оптичних приладах космічного базування і працюють як у видимому так і в інфрачервоному діапазонах. Для аналізу роботи в зазначених умовах оптичних систем використовувалась програма Zemax, а роботи механічних деталей програма Solid Works. Особлива увага при цьому була приділена використанню сучасних матеріалів з мінімальними значеннями температурного впливу, до яких можна віднести плавлений кварц, сітали, оптичну кераміку, церодур, ULE, титан та його сплави.

На основі проведеного аналіза запропоновані методи пасивної атермалізації з застосуванням певних композицій матеріалів оптичних і механічних деталей, при яких спостерігається мінімальне відхилення фокусної відстані фокусуючих систем. В тому випадку коли дія зовнішніх факторів є значною запропонована активна атермалізація з використанням термокомпенсаторів різних конструкцій. Останнє має місце, як правило, для оптико-електронних приладів, що працюють в інфрачервоному діапазоні спектра.

УДК 621.398.698.4:004.9

В.С. Нагорнов, инженер 1 категории
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

МЕТОД СОХРАНЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ ОТКЛОНЕНИЯХ В РАБОТЕ КА

При эксплуатации КА возможно возникновение ситуаций, когда по тем или иным причинам отсутствует связь с аппаратом. После возобновления связи важно сохранение телеметрической информации о функционировании КА в период отсутствия связи. Ранее на КА использовалась общая область памяти определенного объема, информация в которой при длительном отсутствии связи с КА стиралась. Для сохранения телеметрической информации о состоянии КА в период отсутствия связи и избегания перезаписи в бортовых системах телеметрического контроля предназначены специальные области памяти.

Специальные области памяти представляют собой выделенные ячейки общей памяти, в которые осуществляется запись телеметрической информации одновременно с общей памятью. Состав телеметрических параметров записываемых в специальные области памяти может отличаться от состава параметров записываемого в общую область памяти и определяется заранее. Специальные области памяти блокируются (запрещается последующая запись) по признакам отклонений в работе бортовых подсистем КА, например в работе подсистемы управления ориентацией КА. Телеметрическая информация, сохраненная в специальных областях памяти, передается на наземную станцию после восстановления связи с КА. Полученная информация позволяет оперативно оценить работу КА перед возникновением нештатной ситуации.

УДК 629.78

В.В. Ожінський, здобувач, інженер лабораторії НЦУВКЗ;
В.Г. Парфенюк к.т.н., доцент, начальник кафедри ЖВІНАУ
Національний центр управління та випробувань космічних засобів
Житомирський військовий інститут Національного авіаційного університету
E-mail: odjica@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ КА БОРТОВИМИ ЗАСОБАМИ

Використання перспективних координатних методів управління космічними апаратами вимагає точних та якісних параметрів руху КА. Практика використання навігаційних приймачів на борту вітчизняних КА показала наявність ряду факторів, через які виникають похибки визначення параметрів руху: систематичні похибки штучно закладені власниками навігаційних угрупувань КА; ефемеридні похибки; іоносферні похибки; похибки за рахунок шумів; похибки, обумовлені завадами; похибки через багатопроменеве поширення; похибки частото – часового забезпечення. Проведені дослідження вказують на наявність у розподілів, які описують похибки вимірів, більш важких в порівнянні з нормальним розподілом «хвостів», що ускладнює використання класичного методу найменших квадратів. Запропоновано для обробки вимірів апаратури супутникової навігації з метою отримання якісних вимірів використати робастні процедури обробки та мінімізувати менш швидко зростаючу функцію – функцію від залишків. Розглянуто методи вирішення задачі з мінімізації, враховуючи обчислювальні можливості бортової апаратури КА. Оцінено якість отриманих вимірів та начальних умов.

Оскільки в Україні не існує власних навігаційних КА при визначенні параметрів руху можливі такі ситуації: виміри достовірні, заданої точності; виміри достовірні, незадовільної точності; виміри недостовірні. Досліджено можливість прогнозування руху КА бортовими засобами з використанням начальних умов з апаратури супутникової навігації та закладених наземним комплексом управління. Розглянуто прогнозування методом оскулюючих елементів, адаптованим до однопунктної технології управління та типового технологічного циклу управління вітчизняними КА дистанційного зондування Землі, оцінено ресурсні витрати та якість отриманих даних.

УДК 681.327.8

М.П. Олейник, студент; Ю.М. Чашка, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail:mafenka13@gmail.com

АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СРЕДСТВ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

В докладе представлены анализ и обоснование структуры средств регистрации параметров телеметрического контроля (ТК) состояния бортового оборудования студенческого наноспутника.

Решаемые задачи: 1) обосновать минимальный состав измеряемых параметров, который позволяет выявлять нештатные режимы и опасные условия, снижающие уровень надежности и точности бортовых систем наноспутника; 2) обеспечить контроль асинхронных быстропротекающих сбоев; 3) уменьшить избыточность первичных значений учетных параметров ТК с помощью преобразования их в кодовый формат представления в базе данных (БД).

В частности эти задачи были решены для солнечных батарей, оборудования бортового электропитания, контроля температуры.

Контроль температуры – один важнейших параметров электронных устройств. Все устройства находятся в общем тепловом поле, которое может быть экспериментально исследовано с помощью телеметрии. Практическая полезность этого исследования – определение тепловых режимов отдельных устройств и влияние этих режимов на показатель надежности. Минимизация количества точек контроля температуры достигнута линейной интерполяции градиента температур между точками наибольшего нагрева и зоны наименее низких температур.

Панели солнечных батарей – единственный источник питания и выход его из строя приведет к потере управления спутником. Это обуславливает важность телеметрических измерений, необходимость своевременного получения данных о неисправности. Необходимыми параметрами являются измерения формируемого напряжения и тока каждой отдельной панели. Также эти параметры косвенно смогут помочь в определении вектора направленности на Солнце. Концевые контакты раскрытия солнечных батарей определяются двумя сигнальными параметрами.

В цепях электропитания спутника необходимо контролировать броски и просадки напряжения по отношению к заданным пороговым значениям, детектировать импульсные и высокочастотные помехи, распознавая таким образом сбои или опасные состояния. Такая классификация состояний позволила предложить метод сжатия данных, чтобы уменьшить количество информации, передаваемой по каналу связи. Тем самым была решена проблема низкой ограниченности пропускной способности канала связи.

Результатом диагностики состояния бортовых систем является либо установление факта нормального функционирования аппаратуры спутника, либо выдача заключения о наличии признаков нештатных ситуаций в телеметрических параметрах отдельных блоков бортовой аппаратуры. Поэтому в формате кадра, передаваемого по радиоканалу телеметрического контроля, можно указывать только сбойные параметры, код сбоя и время сбоя.

УДК 629.76

М.Ю. Палагин, студент; С.В. Губин, к.т.н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: misha86.pal@mail.ru

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ УНИВЕРСИТЕТСКОГО МИКРОСПУТНИКА

На современном этапе развития космической техники в целях надежной и безотказной работы системы управления КА требуется обеспечивать ее информацией об ориентации из различных источников.

В общем случае используемые на борту в качестве датчиков системы определения ориентации приборы можно разделить на два класса – датчики положения и инерциальные датчики угловых скоростей. По конструкции инерциальные измерители угловых скоростей делятся на: механические; оптические (лазерные кольцевые и волоконно-оптические); микромеханические;

В настоящее время для системы определения ориентации малого аппарата использование оптических инерциальных измерителей в чистом виде нецелесообразно. Среди гироскопов вообще наиболее перспективными, видимо, являются механические гироскопы как обладающими наивысшей точностью при минимальных габаритах.

Анализ литературы показывает, что в классических системах определения ориентации инерциальные датчики дополнены датчиками положения, выполняя измерения каждые в своем спектре изменения угловых скоростей.

Датчики положения измеряют направление базового вектора либо его проекции на оси связанной системы координат. Примером первого является датчик солнца, примером второго – магнитометр, измеряющий три компоненты вектора магнитной индукции.

Математический аппарат по определению ориентации с использованием датчиков положения можно условно разделить на две группы: детерминированные, когда ориентация на наблюдениях двух или более векторах в каждый момент времени; последовательные стохастические оценки, построенные на принципах статистической обработки данных, полученных несколькими датчиками совместно с кинематическими и/или динамическими моделями движения.

В работе рассмотрен вариант по определению ориентации только магнитометром. Точность измерений такого прибора 0.5 нТ (1 сигма). Результаты измерений магнитометром необходимо обрабатывать фильтром Калмана для получения заданной точности с минимальными шумами.

УДК 629.7.086

А.Н. Романенко, инженер[1]; Н.В. Белая, инженер 2 категории[1];
М.Ю. Михайлов, главный конструктор[2]; И.В. Кугасян, ведущий инженер[2]
[1]Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
[2]Государственное научно-исследовательское предприятие «Конэкс»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ГЛАВНОМ ЦЕНТРЕ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «СІЧ-2»

ГП «КБ «Южное» создан главный центр приема и обработки данных (ГЦПОД) наземного информационного комплекса (НИК) космической системы для наблюдения Земли в оптическом диапазоне «Січ-2».

ГЦПОД обеспечивает прием от КА, обработку информации изображений и передачу ее в операторский центр космической системы «Січ-2».

В состав ГЦПОД входят:

- универсальная наземная станция приема информации УН СПИ-8.2;
- приемная станция ПС-8.2;
- программно-технический комплекс предварительной обработки и нормализации информации (ПТК ПОНИ).

Обработку информации полученных изображений осуществляет ПТК ПОНИ, в состав которого входит специальное программное обеспечение предварительной обработки и нормализации информации (СПО ПОНИ).

СПО ПОНИ решает следующие задачи:

- распаковку информации полученных изображений (сырых потоков);
- обработку сырых потоков;
- формирование файлов обработанных изображений в форматах HDF, TIFF, GeoTIFF, JPEG и передачу их в операторский центр космической системы «Січ-2».

В настоящее время проведены автономные испытания СПО ПОНИ, функциональные испытания ПТК ПОНИ, комплексные испытания ГЦПОД, межведомственные испытания НИК. Проведенные испытания доказали полное соответствие ГЦПОД и ПТК ПОНИ техническим заданиям, высокую эффективность и надежность СПО ПОНИ.

Доклад посвящен описанию структуры и характеристик ГЦПОД, ПТК ПОНИ, а также описанию процесса обработки изображений с помощью СПО ПОНИ на базе сырых потоков, полученных космической системой Egyptsat-1.

УДК 629.78

Е.В. Руднева, инженер-конструктор II категории
ФГУП «Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В. Хруничева» (ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)
E-mail: babakina_ev@mail.ru

ОЦЕНКА ОГРАНИЧЕНИЙ НА РАБОТУ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ГЕОСТАЦИОНАРНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Одним из основных условий, позволяющих аппарату выполнять целевую функцию на орбите, является соблюдение энергобаланса. К системе электроснабжения, обеспечивающей работу бортового оборудования космического аппарата (КА) относятся солнечные батареи (СБ), аппаратура ориентации СБ, аккумуляторные батареи (АБ), аппаратура регулирования и контроля.

Для КА, имеющего плазменную двигательную установку, энергопотребление бортовых систем должно обеспечиваться:

– на участке выведения – за счет АБ и энергосъема с СБ, находящихся в транспортном положении;

– после отделения от разгонного блока (РБ) до построения солнечной ориентации – за счет АБ;

– после построения солнечной ориентации на освещенном участке орбиты – за счет СБ и АБ (при недостаточной мощности СБ);

– на теневом участке орбиты – за счет АБ.

В данной работе расчетным случаем энергобаланса является эксплуатация КА в точке стояния. Для обеспечения энергобаланса на витке и ресурсных характеристик АБ (глубины разряда, количество циклов разряда-заряда) были определены ограничения на работу тяговых модулей двигательной установки (ДУ).

Расчет ограничений основывается на соблюдении баланса энергии, потраченной на участке полета с разрядом АБ (например, в тени и при работе двигателей СПД), с энергией восполнения (заряда), получаемой АБ на протяжении защитного интервала (ЗИ). Защитным интервалом называется часть освещенного участка орбиты определенной длительности, на которой не допускается работа двигателей СПД. Параметры ЗИ определяются из условий наличия тени на витке или использования энергии АБ при работе двигателей СПД (при отсутствии тени на витке). Проведен анализ необходимости и длительности ЗИ, определены ограничения на работу двигателей СПД для каждого участка полета КА (участок приведения в точку стояния, участок эксплуатации, участок увода на орбиту захоронения). Рассмотрены наихудшие возможные условия (максимальная деградация СБ, максимальное потребление на шине) для соответствующего участка полета и определены максимальные ограничения на работу двигателей СПД со стороны средств электроснабжения.

На основе анализа различных условий функционирования КА и условий полета определена длительность защитных интервалов, обеспечивающих выполнение целевой задачи КА связи на геостационарной орбите с учетом функционирования бортовой аппаратуры и работы двигателей СПД, удерживающих КА в точке стояния.

УДК 621.396.946.2

О.І. Тарануха, бакалавр; М.О. Першин, ст.викл.;
Б.М. Рассамакін, к.т.н., с.н.с.; Сорока О.В., інж.
Національный технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: office@lab-hp.kiev.ua

НАЗЕМНА СТАНЦІЯ УПРАВЛІННЯ НАНОСУПУТНИКОМ НТУУ «КПІ»

В рамках програми створення університетського наносупутника в НТУУ «КПІ» розроблено і створено наземну станцію спостереження і зв'язку з супутниками Землі, які працюють в радіоаматорських діапазонах частот. Структурна схема станції приведена на рис. 1. Основою станції є дводіапазонний (144/430 МГц) трансивер Yaesu FT-8000M, який забезпечує двосторонній радіозв'язок з аналоговою частотною модуляцією та двопозиційною маніпуляцією з швидкістю передачі 1200/9600 біт/с. В діапазоні 2,4 ГГц прийняті сигнали попередньо перетворюють по частоті за допомогою конвертера MKU LNC 24 OSCAR2 і подають на трансивер для подальшого оброблення. Для приймання використано спіральну (430 МГц) та параболічну (2,4 ГГц) антени, закріплені на спільній траверсі. Поворотний пристрій (ППАС) AlfaSpid RAS з блоком керування (БК) Rot2Prog забезпечують обертання траверси в двох площинах як в ручному, так і в автоматичному режимі стеження. Керувальні сигнали на блок керування надходять з персонального комп'ютера (ПК). Індикацію положення супутників на моніторі ПК та формування керувальних сигналів забезпечує програма Orbitron.

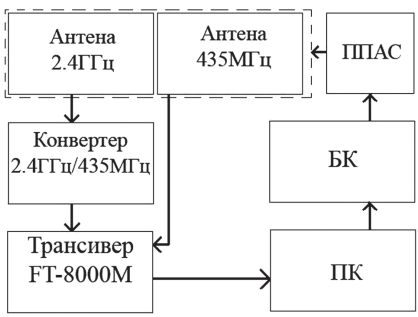


Рис. 1 –Структурна схема станції

Рис. 2 – Антенна система станції

На сьогоднішній день проводяться спостереження за супутниками, що ведуть роботу у вказаних вище діапазонах, обробляється отримана з них відкрита інформація. В найближчій перспективі програмою робіт передбачено виготовлення атени діапазону 144 МГц, передавального пристрою діапазону 2,4 ГГц. Ведуться роботи над бортовою системою радіозв'язку.

УДК 629.78

И.Г. Третьяк, аспирант; М.А. Шевцова, к.т.н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: iryna.tretiak@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ РАСКРЫТИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ КОСМИЧЕСКОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Космическая отрасль со времен полета первого искусственного спутника Земли (4 октября 1957 г.) проделала огромнейший путь в своем развитии. В настоящее время действуют спутниковые системы телевидения, связи, наблюдения Земли, навигации, осуществлены уникальные эксперименты в космосе, эксплуатируются пилотируемые орбитальная станция и космические корабли одно- и многоразового использования, космические аппараты побывали на поверхности Луны и планет земной группы и в окрестностях отдаленных планет солнечной системы.

Развитие космической техники сопровождалось столь же динамичным развитием космической электроэнергетики, В качестве источника энергии внимание ученых привлекает Солнце – преимуществом солнечной энергии есть ее высокая эффективность преобразования в электрическую энергию непосредственно, фотоэлектрическим методом. Проблеме соединения панелей солнечных батарей, а также системам их раскрытия уделяется мало внимания, хотя эти элементы играют весомую роль в самой конструкции аппарата. Функциональные требования к механизмам формируются на основе общих требований космического аппарата, а также выполнения условия надежности и ограничения по занимаемому их объему. Данная работа посвящена обзору существующих систем раскрытия панелей солнечных батарей, рассмотрены их преимущества и недостатки, а также соответствие выше указанным требованиям.

На рис.1 представлены лишь некоторые системы раскрытия солнечных батарей.

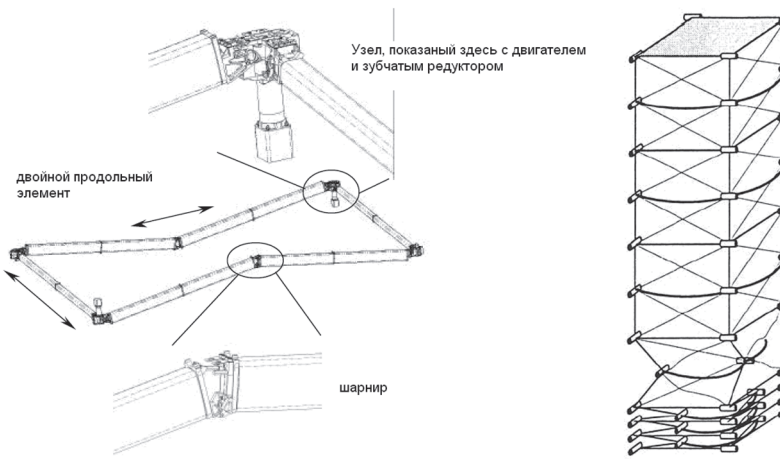


Рисунок 1 – Системы раскрытия солнечный батарей

УДК 629.7.051

В.С. Угланов, инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ В СЕАНСАХ СВЯЗИ ПРИ ОДНОПУНКТНОМ УПРАВЛЕНИИ КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ

В настоящее время для управления космическим аппаратом (КА) дистанционного зондирования Земли «Січ-2», который готовится к запуску в 2011 году на солнечно-синхронную орбиту, актуальным является вопрос эффективного планирования сеансов связи КА с наземным сегментом. Для обеспечения эксплуатации КА используется однопунктная технология управления, которой определяется количество сеансов связи КА с наземной станцией до четырёх в сутки с продолжительностью сеанса 5 – 12 минут.

Одной из задач сеанса связи является оптимальное планирование режима сброса накопленной на борту КА телеметрической информации. Для решения данной задачи применяется метод планирования процессов переменной длительности, основанный на расчёте времени воспроизведения телеметрической информации, поступающей с КА в сеансе связи. Исходя из того, что на протяжении типовых суток эксплуатации КА существенно изменяются значения телеметрических параметров отдельных бортовых систем, в частности, подсистемы управления ориентацией, время воспроизведения телеметрической информации в сеансе связи должно рассчитываться с достаточно высокой точностью.

Расчёт времени воспроизведения реализуется при помощи специального автоматизированного программного обеспечения, что позволяет получить наиболее точные результаты для выработки оптимальных рекомендаций по планированию режимов работы аппарата и задействованию бортовой аппаратуры в сеансах связи, а также способствует более эффективному использованию времени зон радиовидимости.

Применение указанного метода позволяет исключить ручные операции планирования в центре управления полётом, что в конечном итоге, улучшает показатели эффективности процесса управления КА.

УДК 629.7.054

Е.Ю. Фесенко, инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

БОРТОВОЙ ЦИФРОВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС НАНОСПУТНИКА

В современном мире высоких технологий космические аппараты занимают передовые места. Ежегодно на орбиту запускаются десятки спутников. Но из-за высокой стоимости вывода на орбиту спутника некоторые задачи отводят на последний план (наблюдения за дорожным движением в городе, контроль состояния посевов, для контроля состояния нефте и газопроводов ...). Поэтому были разработаны малые спутники (наноспутники), которые имея малый вес, способны выполнять данные задачи.

Сердцем наноспутника, как и любого высокотехнологического устройства является процессор, который лежит в основе вычислительного комплекса любой системы. Представляемая работа направлена на разработку оптимального вычислительного комплекса для студенческого наноспутника (БЦВК). Основными задачами этого устройства являются: обеспечение раскрытия солнечных батарей; угловая ориентация наноспутника; контроль и управление состояния служебных систем и аппаратуры полезной нагрузки; прием командной информации от наземных станций при сеансах связи; передача телеметрической информации наземным станциям при сеансах связи.

Параметры БЦВК выбраны таким образом, чтобы обеспечить наиболее полное и качественное выполнение возложенных на него задач. Тактовая частота процессора порядка 15 МГц, разрядность шины данных 32 бита, шины адреса – 16 бит, объем памяти, необходимый для сбора и хранения полезной информации (внешняя память) – 2 ГБ, в то же время для обеспечения своевременной обработки передачи информации используется оперативная память объемом 256 МБ. Питание осуществляется от батарей, напряжением 5В и 12В. Потребляемая мощность 0,7 Вт. Управление БЦОК реализовано программно с возможностью корректирования разовыми командами.

Данная работа входит в состав проекта «Наноспутник-1».

УДК 692.7.086

В.Н. Чабан, инженер; Е.Д. Ярмольчук, начальник отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ФОРМИРОВАНИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ ПЛАНОВ РАБОТЫ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «СІЧ-2»

ГП «КБ «Южное» создан операторский центр (ОЦ) наземного информационного комплекса (НИК) космической системы «Січ-2».

НИК обеспечивает проведение полного комплекса работ по приему от потребителей и обобщению заявок на съемку, формированию координационных планов работы полезной нагрузки космического аппарата (КА), приему и обработке информации от КА и предоставлению потребителям выходной продукции наблюдения Земли (космических снимков) в соответствии с заявками.

В состав ОЦ входит программно-технический комплекс «Координационный план» (ПТК КП).

ПТК КП осуществляет формирование координационных планов работы полезной нагрузки космического аппарата. В его состав входит специальное программное обеспечение планирования съемки (СПО ПС).

Для формирования координационных планов работы полезной нагрузки СПО ПС использует следующие исходные данные:

– файл географических координат центров городов;

– файл географических координат контуров материков;

– файл данных о составе потребителей, о типах снимаемой поверхности, о характеристиках ПН КА и о характеристиках станций приема информации;

– файл прогноза трассы КА на предстоящий период планирования;

– файлы заявок на съемку, поданные потребителями.

По исходным данным для заданного временного интервала планирования СПО рассчитывает параметры возможных сеансов съемки участков, попавших в зону обзора снимающих приборов КА. Для каждого конкретного возможного участка съемки в результате расчета может быть получено несколько возможных сеансов съемки. После просмотра результатов расчетов возможных сеансов съемки и обработки полученной информации оператор ПТК КП в интерактивном режиме с помощью СПО ПС формирует координационный план и передает его в центр управления полетом.

В настоящее время проведены автономные испытания СПО ПС, функциональные испытания ПТК КП и ОЦ, комплексные и межведомственные испытания НИК. Проведенные испытания доказали полное соответствие СПО техническому заданию, его высокую эффективность и надежность.

По результатам межведомственных испытаний наземный информационный комплекс признан годным для участия в летных испытаниях космической системы «Січ-2».

Доклад посвящен описанию структуры, функций ПТК КП и описанию процесса формирования координационных планов на базе имеющегося опыта планирования съемки космической системой Egyptsat-1.

УДК 629.783:553

Л.В. Чернобыль, инженер 1 категории,
Е.Д. Ярмольчук, начальник отдела, Г.А. Борщева, начальник группы
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

СТРУКТУРА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ НАЗЕМНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «СІЧ-2»

В рамках разработки космической системы наблюдения Земли «Січ-2» ГП «КБ «Южное» создан наземный информационный комплекс (НИК), который обеспечивает проведение всего комплекса работ по приему и обобщению заявок на съемку, приему и обработке целевой информации от КА и предоставлению выходной продукции наблюдения Земли (космических снимков) в соответствии с заявками.

В состав НИК входят операторский центр (ОЦ) и главный центр приема и обработки данных (ГЦПОД). К работе НИК функционально привлекаются Центр архивации и распространения данных (ЦАРД) и Архив данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) НКАУ.

Операторский центр обеспечивает прием заявок на съемку от потребителей (и/или оператора космических систем ДЗЗ), формирование и передачу в центр управления полетом КА координационных планов работы полезной нагрузки КА, формирование и предоставление выходной продукции наблюдения Земли (космических снимков) в соответствии с заявками.

Главный центр приема и обработки данных обеспечивает прием, обработку информации изображений и передачу ее в операторский центр.

В процессе функционирования НИК обмен информацией между внутренними и внешними абонентами НИК осуществляет система связи и передачи данных.

Внутренними абонентами НИК являются его составные части – ОЦ, ГЦПОД, ЦАРД и Архив данных ДЗЗ.

Внешними абонентами НИК являются потребители данных ДЗЗ (и/или оператор космических систем ДЗЗ) и наземный комплекс управления космическим аппаратом.

Доклад посвящен описанию структуры и характеристик наземного информационного комплекса, а также описанию информационных потоков внутри НИК и с внешними абонентами при штатной работе.

УДК 629.782

Д.В. Шкирманцев, студент; В.А. Ларин, к.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: hellden@ukr.net

ОЦЕНКА УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ СПУТНИКА С УЧЕТОМ ОСВЕЩЕННОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Угловая ориентация и стабилизация необходима практически для любых космических аппаратов. Существуют различные методы решения этой задачи. В частности, используются самые разнообразные датчики и методы контроля углового положения спутника. Выбор датчика или метода определяется назначением спутника и его стоимостью.

В данной работе предлагается для определения угловой ориентации использовать сигналы от солнечных батарей. Панели батарей ориентированы определенным образом относительно спутника, в частности разработчики располагают их в разных плоскостях для увеличения среднего времени их освещенности, поэтому при изменении его угловой ориентации панели солнечных батарей будут освещаться солнцем по-разному.

Таким образом, контролируя уровень сигнала (напряжение или ток) каждой из панелей, можно получить информацию относительно угловой ориентации спутника.

В работе показана возможность определения угловой ориентации на основании контроля уровней сигналов нескольких солнечных панелей. Такой метод не требует дополнительных затрат и может оказаться полезным в качестве вспомогательного для повышения надёжности функционирования системы ориентации; либо использоваться в качестве основного в случаях, когда требования к точности ориентации относительно невысоки.

Так как предложенный метод определения угловой ориентации, еще не применялся, то соответственно, при построении космических аппаратов не учитывались способы размещения солнечных панелей для наилучшего решения задачи ориентации. Здесь, возникает задача оптимизации расположения панелей солнечных батарей для получения максимальной точности оценки угловой ориентации. При этом не должна существенно уменьшаться степень освещенности.

В любом случае, использование данной схемы ориентации может дополнять другие решения и повышать надёжность систем ориентации космических аппаратов, существенно не повышая их стоимости.

УДК 629.78

М.О. Яворский, студент; А.М. Кулабухов, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: brothermk@mail.ru

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАНОСПУТНИКА

Система электроснабжения (СЭС) служит источником энергии космического аппарата.

Система энергопитания предназначена для выработки, хранения, регулирования и распределения энергии во всех фазах работы спутника на орбите. Система электропитания состоит из следующих элементов: источник энергии, аккумуляторные батареи, преобразователи энергии, системы управления и контроля. Солнечные батареи должны питать нагрузку и заряжать аккумуляторные батареи на свету. АБ должны обеспечивать электроэнергией нагрузку в тени Земли. Нерегулируемая электроэнергия должна на прямую передаваться на те устройства, которые могут питаться нерегулируемым напряжением. Остальные устройства, которые требуют регулируемого напряжения, должны питаться через DC-DC преобразователи. Система электропитания снабжена приоритетом, позволяющим отключать некритичные подсистемы спутника, когда уровень энергии стал меньше минимального значения. Значения тока и напряжения передаются в качестве данных контроля(телеметрических данных). Это позволяет обнаруживать ошибки в системе и предотвращать ее выход из строя.

Алгоритм создается для управления процессами энергоснабжения: обеспечения включения СЭС после отстыковки от ракетоносителя, обеспечение разчеховки и раскрытия солнечных батарей с временной задержкой 30 с, контроль раскрытия СБ, контроль напряжения и передачу данных в блок сбора телеметрической информации, проверка выполнения среднесуточного энергетического баланса, который составляет 5 Вт в стандартном выполнении и 7 Вт в повышенном выполнении. При повышенном балансе потребления отключать потребителей при коротком замыкании.

Система электропитания спутника можно разделить на три основные группы: зарядка и контроль аккумуляторных батарей, система прямой передачи электроэнергии от солнечных батарей, регулирование и преобразование напряжения шины электропитания. Схема с полным регулированием напряжения на шине электропитания работает на основе DC-DC преобразователя. Именно он обеспечивает стабильное напряжение нагрузки, и этот преобразователь должен выдавать одинаковое напряжение, независимо от того, чем оно обеспечивается- солнечными батареями или аккумуляторными батареями. В зависимости от глубины разрядки и температуры батарей, напряжение аккумуляторных батарей может быть как выше, так и ниже. Поэтому преобразователь обеспечивает как повышение, так и понижение входного напряжения. Однако данная схема страдает от потерь в преобразователе напряжения.

На создание СЭС на основе предыдущих технологий не позволяет решить задачу малых габаритов, поэтому для решения поставленной задачи используют небольшие, недорогие преобразователи с высоким КПД.

УДК 519.81:681.51

С.Л. Янчевский, соискатель
Государственное космическое агентство Украины
E-mail: jsl_m@mail.ru

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЦЕЛЕВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЗЗ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Существующие подходы к планированию съемки земной поверхности космическими аппаратами (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) преимущественно ориентируются на КА прошлых поколений, которые отличались невысокой производительностью и использовались, большей частью, для нужд ограниченного круга пользователей (оборонных ведомств и спецслужб).

На сегодня, увеличение возможностей современных КА ДЗЗ по получению информации сопряжено с чрезвычайно высокой стоимостью их разработки, запуска и эксплуатации, относительно коротким сроком существования, а также значительным возрастанием потребности в такой информации. Данные ДЗЗ все более затребованы со стороны центральных органов исполнительной власти, в частности МЧС, Минагрополитики, Минэкологии, Госкомзем, Госкомстат и других.

В этой связи, возникает необходимость в создании новых алгоритмов планирования работы целевой аппаратуры систем ДЗЗ. Рациональный подход к планированию космических съемок позволит максимально эффективно использовать имеющийся бортовой ресурс для получения данных ДЗЗ и выполнить предельно возможное количество заявок потребителей.

В докладе будет изложен возможный подход к оптимизации планирования работы целевой аппаратуры КА ДЗЗ высокого разрешения с использованием методов системного анализа и многокритериальной оптимизации. На примере упрощенной задачи планирования съемок КА ДЗЗ с низким разрешением, будет предложен усовершенствованный метод долгосрочного планирования съемок с механизмом адаптации к текущей ситуации, а также обобщения и согласования заявок полученных от потребителей в различных органах государственной власти.

11
Экология. Космическая биомедицина и психология

Координаторы:
Травлеев Анатолий Павлович,
профессор кафедры геоботаники, почвоведения и экологии факультета биологии, экологии и медицины ДНУ имени Олеся Гончара, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН Украины
Носенко Элеонора Львовна,
заведующая кафедрой педагогической психологии и английского языка ДНУ имени Олеся Гончара, доктор психологических наук, профессор

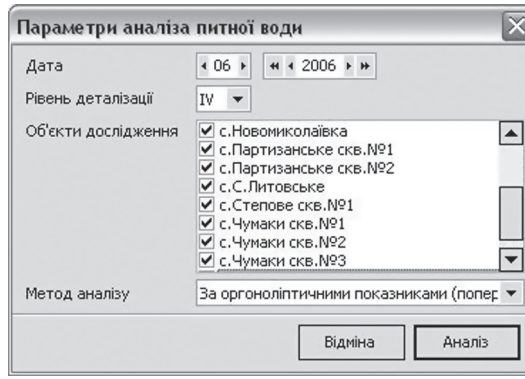
УДК 004.9:519.25:681.518

Ю.М. Архангельська, асистент; О.П. Приставка, д.т.н., проф.
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail:yulia1978@ua.fm

ОЦІНКА СТАНУ ПИТНОЇ ВОДИ СИСТЕМОЮ «AQUAGIS»

В роботі пропонується аналіз стану питної води за допомогою індексу забруднення води(ІЗВ) [2]. Аналіз води проводився за допомогою локальної геоінформаційної системи «AquaGIS» на даних гідрохімічного моніторингу питної води Дніпропетровського району Дніпропетровської області.

Враховуючи можливості ГІС «AquaGIS» проведено наступні види аналізу питної води за різними рівнями деталізації та вибором об'єктів дослідження (рис.1):



– аналіз за *органоле-тичними показниками* (попередній аналіз);

– аналіз за *загально-хімічними показниками*;

– аналіз за *хімічними показниками*;

– *стислий* аналіз представляє собою сукупність аналізів за органолептичними та загально-хімічними показниками;

– *розгорнутий* (загальний) аналіз є узагальненням аналізів за загально-хімічними та хімічними показниками питної води та надає більш поширену інформацію щодо стану питної води за інтегральними показниками.

Вказана технологія дозволяє визначити стан питної води з обчисленням показників, що перевищують гранично допустиму концентрацію у табличному вигляді. За допомогою технології аналізу стану питної води за ІЗВ для підтримки прийняття рішень щодо стану питної води побудовано мапи стану питної води за ІЗВ.

УДК 543.42:632.495
М.Л. Борисенко, асп.; О.В. Саевич, к.х.н., доц.; Ф.А. Чмиленко, д.х.н., проф.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: analyticdnu@mail.ru

ПРОБОПОДГОТОВКА РАСТВОРОВ БИОПОЛИМЕРОВ КОМБИНИРОВАННЫМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Влияние факторов космического полета, а также влияние стрессовых компонентов на различные стороны жизнедеятельности человеческого организма обусловливают необходимость проведения экспресс-диагностики, в том числе и определение микроэлементного баланса организма. Поэтому разработка ускоренных методик определения химических элементов в различных тканях и средах особенно актуальна.

В качестве объектов исследования были выбраны костная и хрящевая ткани, исходя из следующих параметров: накопление токсикантов, нарушение минерального обмена костной ткани является одной из важнейших проблем, с которой сталкивается человек в условиях длительного космического полета, и также актуальны проблемы деформации хрящевой ткани после пребывания в невесомости.

Среди элементов определяли как токсиканты (никель), накопление которого в организме приводит к различным токсикозам с поражением разных органов и систем, так и эссенциальные (железо, цинк), недостаток или избыток последних сопровождается целым каскадом метаболических нарушений.

При определении «следовых» количеств тяжелых металлов в различных образцах биологического происхождения существуют многочисленные трудности, обусловленные мешающим влиянием матрицы пробы. Дополнительное воздействие на пробы физических полей, в частности УЗ (или МВ) позволило как сократить время анализа, так и повысить точность определения элементов. Разработаны схемы ускоренной минерализации образцов костного мозга и хрящевой ткани для дальнейшего атомно-абсорбционого определения содержания металлов. Ультразвуковою обработку минерализатов проб костного мозга (70-75°С) проводили с помощью ультразвукового диспергатора УЗДН-1М, при частоте 22кГц, интенсивности – 1,32 Вт/см^2, на протяжении 5-7 мин. Использование комбинированного действия ультразвука и температурного фактора позволяет получить результаты, сопоставимые с данными при проведении пробоподготовки по стандартным методикам, существенно сократить время пробоподготовки.

При подготовке проб хрящевой ткани показана эффективность микроволновой минерализации и подобраны оптимальные параметры микроволнового облучения : мощность – 450 Вт, время – 30 мин. Количественное определение химических элементов проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре С-115 ПКС. Показано, что проведение дополнительной обработки физических полей позволяет достичь более полного разрушения органической матрицы образцов, ускорить и уточнить результаты анализа.

УДК 523.214; 574.38; 574.23
Я.О. Борисюк, студентка; Я.В. Голуб, студентка; С.О. Заїка, асистент;
А.Т. Лобурець, к.ф.-м.н., доцент
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
E-mail: borisyukyana@gmail.com

КОСМІЧНІ ПОДІЇ І ПЕРІОДИЧНІСТЬ ВИМИРАНЬ

Космос – одна із тих таємниць, яку людство досі не може розгадати, незважаючи на видатні досягнення в його освоєнні, вивченість та розуміння основних законів будови планетних систем, їх властивостей і характеристик. Космос постійно здійснює вплив на нашу планету, на все живе на Землі та людську цивілізацію. Навколоземний космічний простір, можливо, колись почне перетворюватися на зону розширення екологічної ніші людської цивілізації внаслідок її техногенного розвитку, але цей простір завжди буде для людства чужим, таким, що постійно несе небезпеки, а іноді і смертельні загрози.

Поява масивних космічних тіл у міжпланетному просторі створює космічні небезпеки для планет через можливість їхнього зіткнення з астероїдом або ядром комети (імпактні взаємодії). Вплив таких подій на біосферу Землі може носити глобальні масштаби і виявитися катастрофічним для людської цивілізації. На поверхні Землі діагностовано кілька сотень імпактних структур. Розміри деяких із них є вражаючими. Іноді діаметр кратера досягає 500 км. Енергія, що виділяється при імпактах величезна, а об'єми викинутих у атмосферу газів і дрібнодисперсної твердої фази цілком достатні для зниження середньої температури на Землі на десятки градусів та глобального отруєння біоти. Очевидно, що такі масштабні події здатні провокувати потужні тектонічні процеси та відповідну вулканічну діяльність. Виявлено багато різних свідчень глобальних катастрофічних подій у минулому Землі, але ми виділимо лише ті, що супроводжувалися швидким зникненням за геологічно короткий час величезної кількості біоти, в першу чергу, так звані великі вимирання. Багато авторів пов'язують ці події із впливом космічних чинників і, слідуючи ідеям детермінізму Лапласа, що стали домінувати у науці завдяки успіхам небесної механіки, почали відшукувати періодичні закономірності вимирань. Такі підходи не можна вважати достатньо обґрунтованими, адже космічні катастрофи в першу чергу спричиняються такими небесними тілами, в динамічних характеристиках яких присутні елементи хаосу.

Ми в своїй роботі виконали спробу створити математичну модель для здійснення розрахунків траєкторій руху небезпечних космічних об'єктів та з'ясування наявності хаосу у досліджуваних системах, виконати порівняльний аналіз властивостей абсолютно хаотичних систем та графіків, на яких відображено розподіл у часові катастрофічних для живої природи планети Земля подій за останні п'ятсот тридцять мільйонів років.

Метою нашої роботи є дослідження з використанням математичного моделювання можливої ролі хаотичних та періодичних процесів космічного походження у створенні в історії біологічного життя на планеті Земля умов для виникнення масових вимирань та аналіз наявності періодичності в таких подіях.

УДК 523.214; 574.38; 574.23
Ю.В. Величко, студент; С.О. Заїка, асистент; А.Т. Лобурець, к.ф.-м.н., доцент
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
E-mail: velichko.yurik@yandex.ru

ХАОС І ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТОРУ

Космічний простір завжди відігравав важливу роль у формуванні «живої» планети Земля, в тому числі і її поверхні, де вже виявлено сотні імпактних структур космічного походження. У своїй роботі ми розглянули роль хаосу в еволюції малих об'єктів Сонячній системі. Нами створено програму для комп'ютерного моделювання динаміки планетних систем з метою вияснення ролі хаосу у їхньому існуванні, встановлення координат можливих катастрофічних подій, пов'язаних з балансуванням деяких космічних об'єктів на межі хаосу і порядку. Малі космічні тіла несуть реальні загрози для планети Земля. Такими об'єктами є комети. Їхні орбіти, як правило, є дуже нестійкими і швидко змінюються. Причина цього полягає в збуреннях та швидкій втраті кометами своєї маси. Для того, щоб проілюструвати хаотичний рух у планетній системі, ми розглянули одну з найпростіших задач – рух чотирьох тіл однакової маси під дією сил гравітації. Зовсім недавно у Космосі була виявлена система трьох зір з однією гігантською планетою. Всі вони обертаються навколо спільного центра мас.

Дотепер не отримана відповідь на старе питання про стійкість самої Сонячної системи. Сьогодні ми вже знаємо, що довгостроковий прогноз для Сонячної системи (навіть якщо обмежитися тільки гравітаційною взаємодією тіл) є неможливим. Зюсман та Уіздом (незалежно Ласкар) вперше оцінили час, протягом якого можна з достатньою точністю передбачити стан Сонячної системи. Для стійкості завжди необхідним є елемент хаосу, без якого неможлива самоорганізація, самозбалансування, стійкість до зовнішніх шумів, здатність змінюватися у відповідь на зміни середовища. Будь-яка найменша неточність у початкових умовах може пізніше дуже сильно вплинути на наступний рух. Механічна система тіл, зв'язаних між собою силами гравітаційного притягання може перебувати у стійкому, абсолютно передбачуваному динамічному стані або ж бути абсолютно непередбачуваною, коли динамічні параметри системи змінюються хаотично. В деяких випадках система існує на межі хаосу і порядку. Така система є схильною до катастроф. Виникає проблема визначення координат катастрофи чи хоча б здійснення оцінки максимальних і мінімальних значень цих координат. Очевидно, для людства координата часу є дуже важливим параметром. Проблему стійкості і нестійкості системи можна розглядати з урахуванням поглядів Лагранжа, Пуассона або Ляпунова, оцінюючи динамічну поведінку фазової траєкторії або множини близьких траєкторій заданої системи. Критерієм хаосу є існування додатнього старшого ляпуновського показника. Для його розрахунку ми використали алгоритм Бенеттіна. Нами розглянуто рух деякого гіпотетичного космічного тіла з динамічними параметрами, близькими до параметрів комети Галлея. Результати моделювання показують, що траєкторія руху такого космічного об'єкта еволюціонує хаотично.

УДК 544.16., 544.4

И.И. Гордич, студент; Л.В.Бобух, к.т.н.
Национальная металлургическая академия Украины
E-mail: toees@mail.ya.ru

ЭНЕРГО – ЭЛЕМЕНТО – ИНФОРМАЦИОННАЯ ЛИНИЯ ЖИЗНИ H-C-O-N-P БИОСИСТЕМ

В рамках теории энерго – элементо – информационных систем авторы устанавливают закономерности и решают задачу моделирования процессов организации и функционирования объектов живой природы (биосистемы на основе H-C-O-N-P элементов).

В процессе разработки, мы пришли к универсальной характеристике f (E,Э,I) (энерго – элементо –информационная функция), которая, на современном уровне развития науки, позволяет наиболее полно описывать свойства изучаемых объектов материи. E, Э, I – качественный и количественный набор энергий, элементов, информации (соответственно), которыми биосистема обменивается с окружающей средой.

Комплексное использование: энерго – элементо – информационной функции f (E,Э,I); арифметического выражения «золотого сечения»– ряда Фибоначчи, позволило разработать модель (яйцо) жизни биосистемы (рис.1). «Золотое сечение» – это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему a : b = b : c.

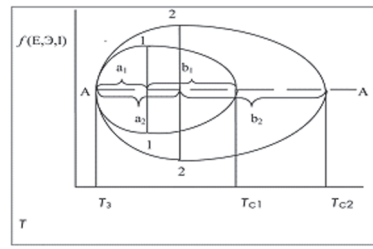


График отображает прохождение значения f (E,Э,I) через максимум. Чем интенсивнее возрастает значение f (E,Э,I) в начальный период организации и функционирования биосистемы, тем большим является значение отрезка a (a2> a1) и, как закономерный результат действия принципа «золотого сечения», увеличивается значение c (продолжительность жизни, c2 > c1).

Человек, как биосистема наделенная разумом, осознающая закономерности естественных энерго – элементо – информационных процессов, имеет возможность искусственно влиять на качество и количество своей жизни посредством целенаправленного изменения значения f (E,Э,I).

УДК 796.01:612

С.С. Гречишкина, аспирант; А.В. Шаханова, д.б.н., проф.;
Т.Г. Петрова, аспирант; Т.А. Схакумидов, м.н.с.
Адыгейский Государственный Университет, г. Майкоп, Россия
E-mail: 4209691@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ У СТУДЕНТОВ НЕСПОРТИВНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ, ЗАНИМАВШИХСЯ В СЕКЦИИ ФУТБОЛА

С помощью компьютерных комплексов «Поли-Спектр-Ритм» и «НС-ПсихоТест» проведен анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) и изучен характер нейродинамических процессов у 20 студентов в возрасте 18-22 лет, тренировавшихся в секции футбола на базе кафедры физического воспитания Адыгейского государственного университета г. Майкопа 3 раза в неделю по 2 часа. Выявлено три группы студентов, отличавшихся различным характером адаптационных изменений сердечно-сосудистой системы (ССС). 1-й группу составили студенты (47%), в структуре ВРС которых преобладали высокочастотные волны (HF), что указывает на смещение вегетативного равновесия в сторону ваготонии и отражает высокие адаптивные возможности организма. При изменении положения тела в пространстве при ортостатической пробе возрастала мощность низкочастотного компонента (LF). Результаты нейрофизиологического исследования показали, что в данной группе обследованных улучшается скорость реакции, происходит ускорение моторных актов на фоне высоких показателей адаптивно-регуляторных возможностей ССС.

2-я группа спортсменов (20%) характеризовалась напряжением адаптивно-регуляторных механизмов, общая мощность спектра у них была снижена, при активной ортостатической пробе мощность энергетического спектра волн очень медленного периода (VLF) практически не менялась, в структуре ритма преобладали LF-волны. Распределение показателей нейрофизиологического обследования подтверждает напряжение нервной системы среди основного контингента 2-й группы, оптимальный баланс нервных процессов был зарегистрирован лишь в 6,0% случаев.

33,0% обследованных футболистов характеризовались неудовлетворительной адаптацией регуляторных систем и составили 3-ю группу. В условиях активной ортостатической пробы среди студентов 3-й группы было зарегистрировано резкое повышение симпатического звена регуляции (LF-компонент) при недостаточной реактивности парасимпатического отдела ВНС. На фоне этого отсутствие точных реакций и преобладание реакции опережения (65%) указывают на наличие у них признаков утомления и неблагоприятного уровня функционирования ЦНС.

Таким образом, при занятиях в секции футбола лишь только у 47% студентов развивается кумулятивный тренировочный эффект, происходит совершенствование механизмов регуляции, увеличение физиологических резервов, высокая степень мобилизации нервной системы, что указывает на их высокую функциональную подготовленность к физическим нагрузкам.

УДК 612.66/68;591.139
Э.В. Дворцова, студентка; Н.Н. Хасанова, к.б.н., доцент
Адыгейский государственный университет, г. Майкоп, Россия
E–mail: dissagu@yandex.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Человек является частью мирового пространства и на его организм влияет множество факторов среды, среди которых ведущую роль играют геофизические и социальные. Среди последних можно выделить активное использование компьютеров в различных сферах деятельности человека, в том числе, в образовании. Работа с компьютерами требует повышенных умственных усилий, большого нервно-эмоционального и зрительного напряжения, выполняется в вынужденной позе, что может оказать неблагоприятное влияние на функциональное состояние организма и здоровье студентов. В связи с этим чрезвычайно важно определить оптимальную продолжительность работы студентов на компьютере.

В исследовании представлены результаты оценки функционального состояния ЦНС студентов, которые получены в динамике работы на компьютере на занятиях по информатике в специализированном кабинете. В эксперименте приняли участие 40 студентов 2-го курса факультета естествознания. Контролем служили те же студенты, занимавшиеся на лекционных занятиях по математике без использования компьютеров, в обычных учебных помещениях. Занятие по информатике длилось два академических часа с пятиминутным перерывом между ними. На первом часе студенты непрерывно работали на компьютере 35 минут, на втором – 40 минут. Для оценки динамики функционального состояния ЦНС студентов по показателям их умственной работоспособности выявляли характер индивидуальных сдвигов до начала занятия, затем после первого и второго часа занятий. По характеру сдвигов судили о функциональном состоянии нервной системы, о развитии утомления студентов.

Результаты исследований показали, что после 35 минут непрерывной работы на компьютере наблюдалось некоторое увеличение группы студентов с утомлением и выраженным утомлением (7,1% и 21,5% соответственно). Аналогичная направленность изменений характера индивидуальных сдвигов отмечалась в контрольной группе студентов (6,7% и 20,3% соответственно), т.е. практически различий между экспериментальной группой студентов и контрольной не наблюдалось. Через 75 минут работы на компьютере, к концу второго часа занятий наблюдалось значительное увеличение группы студентов с утомлением и выраженным утомлением (3,5% и 64,5% соответственно), что указывает на ухудшение функционального состояния ЦНС и развитие значительного утомления. В то же время в контрольной группе студентов характер изменений индивидуальных сдвигов имел более благоприятный ход, группа студентов с утомлением и выраженным утомлением составляла 0 % и 25,8% соответственно, что было значительно ниже, чем в экспериментальной группе. Таким образом, время работы на компьютере для студентов должно быть не более 35 минут, при более длительном времени необходимо устраивать перерывы для отдыха.

УДК 528.8:502.63 (476)

Т.А. Жидкова, соискатель; Ю.М. Обуховский, д.г.н., доцент
Белорусский государственный университет
E-mail: tanya.zh@tut.by

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ НАРУШЕННОСТИ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Большинство болотных экосистем Беларуси в той или иной мере подвержены антропогенному воздействию, различающемуся по направленности, интенсивности и длительности. Все многообразие форм антропогенной трансформации ландшафтов находит отображение на космических снимках. В метрическом отношении антропогенная трансформация выражается: площадными объектами (пашни, леса, луга, озера, болота); линейными объектами (дороги, каналы, путепроводы); локальными объектами (точечными, внемасштабными). Отдельную группу составляют локальные объекты, показанные в ареалах.

Основными информационными источниками для построения карт антропогенной трансформации ландшафтов являются топооснова и аэрокосмические снимки. Однако со временем топооснова устаревает, и в таком случае ее надо контролировать и дополнять по материалам дистанционных съемок (МДС). Они весьма информативны. Например, в Солигорском промрайоне из более 30 таксонов легенды карты антропогенной нарушенности ландшафтов не нашли отражения только законодательно учрежденные. По МДС могут быть уточнены границы пашен, лесов, вырубок, лесопосадок, мелиоративных сетей, деградируемых органогенных почв, ареалы эрозии земель и др.

Антропогенная перестройка ландшафтов происходит под влиянием хозяйственного воздействия, различающегося по направленности, интенсивности и длительности. Она обусловлена экономическими, социальными и историческими факторами, преломляющимися в различных ландшафтных условиях. Отсюда и многообразие форм антропогенной трансформации, которые объединяются в несколько групп.

Степень трансформации болотных экосистем зависит от того, сколько и какие компоненты ландшафта преобразуются. Трансформация одного из динамичных компонентов, даже если она длительная, чаще всего обратима. Нарушенность всех компонентов (или хотя бы одного из ведущих, каким является литогенная основа, консервативная по существу) приводит к необратимым последствиям.

Роль использования аэрокосмической информации для оценки степени антропогенной нарушенности территории определяется возможностью использования индикационных связей оптики ландшафта с элементами его внешнего и внутреннего строения.

УДК 004.4

А.В. Колотій, А.І. Міронов
Інститут космічних досліджень НАН та НКА України
E-mail: andrew.k.911@gmail.com

МОНІТОРИНГ СТИХІЙНИХ ЛИХ В РЦП UN-SPIDER

В 2010 році в ІКД НАНУ-НКАУ відкрито регіональний центр підтримки (РЦП) програми UN-SPIDER, web-сайт якого знаходиться за адресою *http://un-spider.ikd.kiev.ua*.

В рамках діяльності РЦП програми UN-SPIDER в Україні по оперативному супутниковому моніторингу снігу та паводків виконується обробка оптичних (EO-1) та радіолокаційних (Envisat/ASAR) супутникових даних. Результати обробки супутникових даних представлені на веб-ресурсі РЦП.

Радіолокаційні дані Envisat/ASAR отримано з оперативних архівів , які були використані для створення геоінфомаційних продуктів, були отримані за допомогою програми Eolisa – European Space Agency's client for Earth Observation Catalogue and Ordering Services (серії ASAR Wave Mode та ASAR Wide Swath). Обробка отриманих супутникових знімків здійснювалася у наступній послідовності:

– виконання орторектифікації даних;

– здійснення корекції;

– виконання геокодування.

Результати, отримані після вищезазначених кроків, оброблялися за допомогою програмного продукту Envi для побудови маски, вибору відповідної ділянки, отримання необхідного розфарбування поверхні Землі, після чого імпортувалися у форматі GeoTiff. Отриманий файл формату GeoTiff надалі оброблявся за допомогою програмного пакету OSGeo4W (компонент gdal 6.1). Ця стадія завершувалася генеруванням відповідного kml файлу.

Також в рамках діяльності РЦП програми UN-SPIDER в Україні здійснюється діяльність по моніторингу пожежної ситуації. В липні-серпні 2010 року на території України спостерігалися високі температури в межах 35-39 С – в східних регіонах та +40-42 С – в південних, що спричинило високу ймовірність ризиків лісових пожеж на пожеж на складах боєприпасів.

За даними МНС з 5 по 20 серпня 2010 року було близько 3000 пожеж, (близько 200 пожеж щодня). Причому 2200 з них – лісові пожежі, які сумарно охопили територію площею 6500 га. В рамках цієї діяльності були використані наступні дані, технології та отримані такі продукти:

– **EO-1** (з використанням інструменту ALI – advanced land imaging)

– **Landsat-5** (із використанням інструменту TM – topographic mapper)

– **ZKI Fire Service**

Дані EO-1 були отримані через систему Sensor Web (14.08.2010 08:15UTC). Дані Landsat-5 були отримані 02.08.2010 (08:15UTC). Дані ZKI Fire Service – доступ на регулярній основі, базуються на даних MODIS Terra та MODIS Aqua, доступні в форматах KML, ESRI-shapefile, WMS та WFS. Отримані в результаті обробки дані по пожежній ситуації були передані до МНС України.

УДК165

К.О. Кравченко, студентка; Д.С. Волков, канд. психол. наук, доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Katunyaftf@yandex.ru

ІНДИВІДУАЛЬНО-ТИПОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МОТОРНИХ КОМПОНЕНТІВ МНЕМІЧНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ КОСМОНАВТАМИ

У історій авіації та космонавтики більшість аварій та катастроф були пов'язані з конструктивними особливостями техніки, поламкою спорядження, ненадійністю літального апарату. У теперішній час, незважаючи на значний прогрес у авіаційній та космічній техніці, продовжують відбуватися катастрофи зі значними людськими жертвами та матеріальними втратами. Все частіше спеціалісти говорять не про ненадійність техніки, а про вагому роль людського фактору у безпеці льотної справи,у зв'язку з чим, особливу актуальність набирають питання, які пов'язані з індивідуально-психологічними особливостями поведінки у екстремальних умовах льотної діяльності.

Актуальність роботи полягає у визначені кількісних характеристик та закономірностей походження мнемічних процесів необхідних для вирішення різноманітних задач, які дозволили б людині самореалізуватися.

Дослідження проводилися на базі Харківського університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба. До основної групи входили курсанти-льотчики, до контрольної групи – студенти Дніпропетровського національного університету.

Перелік методик: тест-опитувальник Г. Айзенка EPI адаптоване А.Г. Шмєлєвим; діагностичний опитувальник «Людина – машина»; методика експрес-діагностики властивостей нервової системи по психомоторним показникам Є.П. Ільїна (темпінг-тест); психомоторна проба «Нуль» Є.П. Ільїна адаптоване Д.С. Волковим.

Проведені дослідження дозволили встановити, що індивідуально-типологічні особливості визначають психомоторику і впливають на обробку інформації в пам'яті людини. Найважливіші результати наступні: була виявлена постійна функціональна залежність між параметром індивідуальності та найважливішими показниками у льотній діяльності (наявність відповідальності, увагою, схильністю до однотипної роботи); проведено порівняльний аналіз завдяки якому можна зробити висновки, що індивідуально-типологічні показника особистості яка займається певним видом діяльності мають вплив на показники, які визначають професійну придатність; було виявлено, що льотчикам властиве переоцінювання своїх можливостей, що може привести до негативних наслідків та невиконання поставленої цілі; показано, що значення коефіцієнта прояву півкульності співвідносяться із значеннями параметра індивідуальності: із збільшенням ρ' спостерігається зростання значення коефіцієнта прояву півкульності КП; підтверджено, що індивідуально-типологічні особливості обумовлюють результативність моторних компонентів мнемічної переробки інформації.

Результати даних досліджень можуть бути корисними та застосовуватися для прогнозування ефективності діяльності операторів «людина-машина» та для підбору груп за родом своєї діяльності.

УДК 621.454
А.С. Лемешко, студентка гр. 441, Л.В. Литовченко, к. т. н., доцент, кафедра 402
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: guitarislife@yandex.ru

СОВРЕМЕННАЯ ПЛАЗМЕННАЯ СТЕРИЛИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Среди множества путей передачи инфекций особое место занимают механизмы передачи, связанные с различными вмешательствами во внутренние среды организма человека: операции, эндоскопические исследования, перевязки, любые манипуляции и операции, связанные с нарушением кожного покрова. Анализ факторов инфекционных заражений показывает, что эти заражения напрямую связаны с использованием медицинского инструментария.

В практических условиях выбор способа стерилизации зависит от многих причин. В первую очередь принимаются во внимание его преимущества, особенности обрабатываемого изделия и, прежде всего, способность, не изменяя свойств, выдерживать воздействие параметров обработки. А самое главное требование – обеспечение стерилизующим агентом гибели всех видов и форм микроорганизмов, находящихся на любых стадиях развития – вегетативных и споровых.

Преимущество плазменной стерилизации заключается в высокой эффективности, совместимости с 95% материалов стерилизуемых изделий, экономичности, отсутствии токсичных продуктов стерилизации, безопасности для людей.

Новые технологии стерилизации должны обеспечивать эффективную стерилизацию инструментов, не повреждая их и не оказывая вредного воздействия на окружающую среду.

В работе проведен анализ современного состояния методов плазменной стерилизации медицинского инструментария, в том числе, и из термолабильных материалов. Проведено сравнение их возможностей и особенностей, по сравнению с ранее известными. Обсуждены тенденции развития методов плазменной стерилизации.

УДК 543.544.615.01
Е.В. Маторина, ассистент; Т.С. Чмиленко, к.х.н., доцент;
Ф.А. Чмиленко, д.х.н., профессор
Днепропетровский национальные университет имени Олеся Гончара
E-mail: analyticdnu@mail.ru

ПОЛИКОМЛЕКСЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

На сегодняшний день все еще актуальны вопросы создания высокоэффективных физиологически активных систем, которые, в частности остро необходимы для реабилитации персонала, работающего в экстремальных условиях космических полетов. Интерполимерные комплексы интересны с точки зрения моделирования на сравнительно простых полимерных объектах процессов, протекающих в сложных биологических системах и возникающих в них молекулярных и надмолекулярных образований. При смешивании водных растворов поливинилпирролидона (ПВПД, $M_r=3,6\cdot10^5$) и поливинилового спирта (ПВС, $M_r=1,0\cdot10^4$) образуются интерполимерные комплексы, стабильность которых обусловлена образовыванием межмолекулярной водородной связи типа –С=О... Н-О-.

Для изучения комплексообразования в системе ПВПД – ПВС использовали введение третьего компонента – катионных красителей: кристаллического фиолетового (КФ), нейтрального красного (НК), сафранина Т (СТ), аналитический сигнал фиксировали спектрофотометрически. Изучены системы: ассоциат (катионный краситель – ПВС) + ПВПД (система I); ассоциат (катионный краситель – ПВПД) + ПВС (система II); интерполимерный комплекс (ПВПД-ПВС) + катионный краситель (система III). По изменению аналитического сигнала определено влияние концентрации второго полимера на выход интерполимерного комплекса. При введении ПВПД (система I) при увеличении его концентрации наблюдается S-образная кривая зависимости оптической плотности от концентрации, которая свидетельствуют о большем сродстве НКк ПВС, чем НК к ПВС. Система II при увеличении концентрации ПВС дает L-образную кривую, которая подтверждает сильное связывание в интерполимерном комплексе катионный краситель – ПВПД – ПВС. Число присоединенных молекул красителя в присутствии второго полимера увеличивает в зависимости от природы красителя от 2 до 5. При исследовании влияния концентрации ПВС на коэффициент светопоглощения зафиксирована зависимость с экстремальными точками. Образование интерполимерного комплексов зависит от концентрации и природы полимеров. При равных концентрациях полимеров преимущественное влияние оказывает ПВПД (по данным расчета констант связывания).

Для подтверждения образования интерполимерных комплексов определено $pH_{1/2}$ органических реагентов в присутствии каждого из полимеров и интерполимерного комплекса. Показано, что значение $\Delta\ pH_{1/2}$ сдвинуто в более кислую область относительно $pH_{1/2}$ ассоциатов катионный краситель-ПВС и катионный краситель-ПВПД.

УДК 62.799:628.87

Ю.Г. Мережаний, асистент; В.С. Антонюк, д.т.н., професор
Національний технічний університет України «КПІ»
E-mail: y.merezhany@kpi.ua, Web: kafvp.kpi.ua

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ВИРОБНИЧИХ БОКСАХ ПРИ СКЛАДАННІ ГІРОСКОПІЧНИХ ПРИЛАДІВ

Існує певний тип виробничих приміщень у яких згідно технологічного процесу необхідно контролювати з великою точністю мікрокліматичні параметри виробничого середовища. Складні технологічні процеси та високоточне виробниче обладнання висувають жорсткі обмеження по мікрокліматичних параметрах, точності їх підтримки на постійному рівні, та вимог щодо надійності роботи відповідного технологічного оснащення. Особливості роботи систем забезпечення мікроклімату виробництва полягають в тому, що ці системи повинні мати високу надійність під час цілодобової і цілорічної роботи (згідно ISO 9001), середній наробіток на відмову повинен досягати не менше 2 років безперервної роботи, мати здатність забезпечувати термостатичний режим виробничого приміщення протягом цілого року (з підтримкою заданої температури повітря з точністю не менше 1°С), забезпечувати підтримку заданої чистоти повітря, бути оснащених засобами контролю забруднення, мати велику продуктивність по повітрю, мати можливість застосування допоміжного або резервного обладнання, мати можливість здійснення обмеження подачі повітря з навколишнього середовища.

Досвід приладобудівних підприємств показує, що серед всіх мікрокліматичних факторів, найбільш великий вплив на якість продукції, що випускається, наприклад, в складальному цеху гіроскопічних приладів, чинять такі фактори як ступінь запиленості повітря, що потрапляє безпосередньо у виробниче приміщення, та його температура. Сучасний підхід до виробництва прецизійних приладів полягає у створенні окремих чистих ділянок, в межах виробничого приміщення, за рахунок використання боксів, або мікробоксів. Приточне повітря в бокси з підвищеним класом чистоти подається не з зовні, а з приміщення цеху, попередньо очищене і підігріте, що дає значну економію коштів за рахунок меншої потужності спеціалізованих систем забезпечення мікроклімату та їх більш довготривалого терміну служби.

УДК 612. 17 (4-053)

А.Ф. Милованов, студент, А.А. Псеунок, д.б.н., профессор
Адыгейский государственный университет, Россия
E-mail PseunokK@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА НА ОРГАНИЗМ СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Благодаря успехам космической медицины использование кардиореспираторной системы в качестве индикатора адаптационных реакций всего организма в настоящее время считается вполне обоснованным.

Для изучения функционального состояния внешнего дыхания у обследуемых студентов 1-4-х курсов был использован спирометр пневмотахометрического типа с калибровочным шприцем «СПИРО-СПЕКТР». Измерения проводились с 9 до 12 часов дня, так как в этот период суток изучаемые показатели наиболее стабильны. Исследования проводились в 2 этапа: I этап – май (конец учебного года; II- июнь-июль (период экзаменационной сессий). Проводился корреляционный анализ между изучаемыми параметрами дыхательной системы. Полученные результаты обработаны методом вариационной статистики с вычислением средней арифметической (M), ошибки средней арифметической (m), критерия достоверности (t) по Стьюденту и уровня вероятности (P).

Жизненная ёмкость легких (ЖЕЛ) является достаточно информативным критерием общей работоспособности и выносливости организма. Он отражает потенциальные возможности дыхательной системы и является одним из лимитирующих звеньев в системе транспорта кислорода, а, следовательно, одним из факторов функциональных возможностей организма. По результатам исследований можно отметить, что во время экзаменационной сессии величина ЖЕЛ снижается у девушек и юношей 1-2 курсов. Снижение этого показателя свидетельствует об ограничении функциональных возможностей дыхательного аппарата и об ограничении биоэнергетического потенциала организма, на что указывают и другие исследователи.

Резервный объем вдоха (РОвд) определяет способность легких к добавочному расширению, необходимость в котором имеется при увеличении потребности организма в газообмене. РОвд находится в прямой зависимости от изменения дыхательного объема (ДО). При экзаменационном стрессе ДО в обследуемых группах (1-4 курсы) увеличивается за счет уменьшения РОвд. Снижение дыхательного объема является показателем экономизации функций системы внешнего дыхания. В нашем же случае наблюдается противоположная картина, которая указывает об неэкономизации функций системы дыхания.

Таким образом, анализ динамики изменения параметров внешнего дыхания показал, что у студентов 1-2 курсов выявлены низкие функциональные возможности, что приводит к дезадаптации и срыву адаптации.

УДК 621.354+628.33
Е.М. Мирошникова, студентка; руководитель В.В. Кручина, к.т.н. доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ПЕРЕРАБОТКА ЖИДКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Широкий спектр загрязнений сточных вод определяет необходимость разработки универсальных технологических процессов для комплексной утилизации загрязнений в стоках. Выбор процесса утилизации и его аппаратурное оформление должны быть основаны на тщательном анализе основной технологии в целях максимального сокращения отходов и выборе оптимальных систем для их удаления.

Выбор метода утилизации отходов производства обуславливается технологической возможностью и экономической целесообразностью. Таковым является электроимпульсный метод диспергирования токопроводящего материала. Электроимпульсный метод позволяет в одностадийном процессе утилизировать жидкие отходы гальванических цехов и твердые отходы металлообрабатывающих производств.

Он основан на комбинированном воздействии на воду физико-химических явлений, возникающих при осуществлении импульсных электрических разрядов. При этом по сравнению с существующими электроразрядными методами спектр физико-химических воздействий на очищаемую воду расширяется (наличие электроэрозионных процессов позволяет получить высокодисперсные материалы, провести активацию водных суспензий, влияющую на характер течения процессов при диспергировании).

Зернистый слой электропроводных частиц является одновременно элементом электрической схемы реактора и сырьем технологического процесса. Его диспергирование в конечном итоге приводит к образованию активного коагулянта.

Разряд в жидкости представляет собой сложный комплекс явлений, характеризующийся ионизацией и разложением молекул вещества в плазме канала микровспышки, наличием светового (ультрафиолетового) излучения, электрогидроударных волн, пульсации газопаровой области и др.

Под действием разрядов, возникающих между гранулами металла, в турбулентном потоке воды межэлектродного зазора реактора идет образование микродуг между ними. Происходит выплавление и выброс жидкометаллических частиц с поверхности в среду, где идет их реакция с водяным паром.

Образующийся газ оказывает флотирующее действие на загрязнения. Образовавшиеся хлопья гидроксидов металла осуществляют эффективное осветление загрязненной воды.

УДК 621.76.002
К. Наушек, студент; А.А. Бузауова, студент; А.К. Морзабаев к.ф.м.н доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
E-mail: Kema_ti@mail.ru

КОСМИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И КЛИМАТ ЗЕМЛИ

В настоящее время наиболее актуальной проблемой в космическом пространстве является изучение физических динамических процессов, определяющих взаимодействия различных сред атмосфера-ионосфера-магнитосфера в зависимости от гео- гелио- и техногенных факторов.

На пути к поверхности Земли космические лучи должны пройти толстый («103 г/см^2) слой вещества — атмосферу, в которой они претерпевают сложную цепь превращений. Вследствие этого на поверхность Земли падает излучение, по своему составу не имеющее ничего общего с существующим в космическом пространстве. Это излучение часто называют вторичным космическим излучением, оставляя термин первичное космическое излучение за высокоэнергичными микрочастицами космического пространства.

Процесс поглощения энергии первичных частиц протекает следующим двухступенчатым образом: энергия первичных частиц сначала затрачивается на создание большого числа вторичных частиц, а потом кинетическая энергия последних расходуется на ионизацию атмосферы. То, что энергия первичных частиц в конечном счете действительно расходуется в основном на ионизацию, в которой приведен баланс энергии космического излучения.

Вторичное космическое излучение состоит из адронов (пионов, протонов, нейтронов и т. д.), мюонов, электронов и фотонов. Соответственно у него различают ядерно-активную (адронную), жесткую (мюонную) и мягкую (электронно-фотонную) компоненты.

В данной работе предложено единое описание существующих экспериментальных данных по метеопараметром, космически излучение в атмосферу Земли.

Полученные результаты являются свидетельством влияния солнечной активности на динамику метеопараметров в нижней атмосфере. Нередко, влияние на частоту изменения метеопараметров оказывают общие глобальные и локальные динамические атмосферные процессы, перестройка атмосферы вызванная приходом атмосферного фронта. В этом случае выделение эффекта влияния вариации солнечной активности на динамику атмосферных процессов на фоне общего изменения характеристик атмосферы усложняется и необходимы дополнительные исследования.

Полученные результаты исследования являются косвенным свидетельством влияния техногенных процессов на динамику метеопараметров в нижней атмосфере. Значительное влияние на частоту изменения метеопараметров оказывают общие глобальные и локальные динамические атмосферные процессы, перестройка атмосферы связанная с приходом атмосферного фронта.

УДК 616.5-002.1.9(477.63)

М.А. Николайчук, врач-интерн, Т.В. Святенко, д.м.н., профессор,
О.П. Шевченко, ассистент, О.А. Харитонова, студентка
Днепропетровская государственная медицинская академия
E-mail:dsmainfect@ukr.net

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РОЖЕЙ В г. ДНЕПРОПЕТРОВСКЕ

В современной структуре инфекционной заболеваемости рожа занимает 4-е место после инфекционных заболеваний дыхательного тракта, желудочно-кишечных заболеваний и вирусного гепатита. Больные обращаются к врачам разных специальностей – терапевтам, хирургам, инфекционистам, дерматологам.

Цель исследования: изучить эпидемиологические и клинические особенности заболеваемости рожей в Днепропетровске.

Методы исследования: клинико-эпидемиологический анализ рожи среди госпитализированных пациентов в городскую клиническую больницу № 21.

Результаты: проведен клинико-эпидемиологический анализ 90 случаев рожи за период 2010 года. Среди заболевших по возрасту преобладали люди пожилого возраста – старше 60 лет – 34 (37,8%), детей – не было, 15-25 лет -5 (5,6%), в возрасте 26-40 лет -13 (13,3%), 51-60 лет – 26 (28,9%). Пик заболеваемости был выражен в летне-осенний период, а именно, в летом – 40 (44,3%), осенью – 31 (34,2%) случаев заболевания. Распределение по полу показало, что чаще болеют женщины – 64,4%, мужчины составили 35,6% от всех заболевших. По локализации наблюдалось: преобладание рожистого воспаления голени – 52,2%, лица – 14,4%, ушных раковин – 4,4%. Рецидивирующее течение рожи наблюдалось у 10 больных, что составляет 11,1% случаев. Поступление больных в стационар отмечалось преимущественно в первые дни болезни: 1-3 день – 65%, 4-5 день – 21%, 6-7 день – 12%, позднее 7 дня – 2%. По тяжести течения больные распределились так: легкая – 12,2%, средней тяжести – 82,2%, тяжелая – 5,6%. По характеру местных проявлений преобладали эритематозная форма рожи – 84 случая (93,3%), эритематозно-буллезная – 5 (5,6%), буллезно – геморрагическая – 1 (1,1%). Преобладание больных пожилого возраста объясняет большое количество зарегистрированных сопутствующих заболеваний, в том числе кожи и подкожной клетчатки: тромбофлебит нижних конечностей – у 1-го (1,1%) пациента, варикозная болезнь вен нижних конечностей – у 2-х (2,2%), хроническая венозная недостаточность – 11 (12,2%), лимфаденит, лимфангоит наблюдался у 5 (5,5%) больных.

Выводы: рожа является актуальной проблемой инфектологии и привлекает внимание в связи с повышением заболеваемости, ростом числа осложнений, рецидивирующим течением. Обращение больных к врачам различных специальностей не дает возможности сбора полных данных об уровне заболеваемости рожей в регионе.

УДК 661.259:006.354

А.С. Парилов студент; Е.Ю. Нестерова, к.х.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: kafedra__vms@mail.ru

ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ МЕЛАНЖА В УКРАИНЕ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Меланж представляет собой сложную смесь чрезвычайно активных химических веществ; легко испаряется, высоко токсичен, гигроскопичен и состоит из концентрированной азотной кислоты, тетраоксид азота и различных присадок. Используется в качестве окислителя жидкого ракетного топлива. По данным Министерства обороны этот окислитель сохранился на территории Украины в количестве 16 тысяч тонн и значится под маркой АК-20К, т.е. в составе содержатся также безводный фтористый водород и фосфорная кислота.

По причине продолжительного хранения и гигроскопических свойств меланжа содержание воды в нем значительно выросло, а в результате уменьшения объема и коррозии снизилась эффективность ингибиторов, что привело к дестабилизации и активному разложению самого меланжа, который теперь не пригоден к использованию в качестве компонента ракетного топлива. В случае катастрофы он окажет опасное воздействие на здоровье людей и состояние окружающей среды. Еще десять лет назад проведенные исследования показали, что испарения компонентов ракетного топлива в местах хранения имеют концентрацию в сотни и тысячи раз превышающую предельно допустимые концентрации для населенных мест, поэтому они несут угрозу здоровью населения жилых зон объектов и близлежащих населенных пунктов, особенно при неблагоприятных метеорологических условиях.

Принятый план по утилизации меланжа путем вывоза из Украины по железной дороге в Россию научно-производственной фирмой «Техноазот» (Москва) на федеральное казенное предприятие «Завод им. Я.М. Свердлова» (Нижегородская область) и федеральное казенное предприятие «Бийский олеумный завод» (Алтай) имеет также ряд существенных недостатков в плане безопасности перевозок. С учетом того, что существенная часть меланжа храниться в цистернах, не подлежащих транспортировке, проблема реализации меланжа в Украине остается острой и сверхактуальной.

На основании проведенного аналитического обзора по ситуации с запасами меланжа в Украине, географическому расположению мест хранения и химических путей переработки нами оценены технические и экономические перспективы различных проектов утилизации.

УДК 615.47:681.2

О.О. Перелигіна, студент, О.В. Северіновська, д.б.н., проф.
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: e_pereligina@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДЕЙ, ЯКІ ПОСТІЙНО ТА РІДКО ВЖИВАЮТЬ КАВУ ESPRESSO

Взагалі кава займає не останнє місце в житті людини навіть у космосі. І все ж таки кава в космосі не зайва, а необхідна. За суб'єктивними даними космонавтів, цей напій бадьорить та надає їм сили. У той же час, про вплив кави на серцево-судинну систему існують різні думки. З одного боку, накопичені фактичні дані досліджень свідчать про те, що кофеїн, що міститься в каві стимулює серцеву діяльність, сприяє розширенню судин, зняттю спазмів, робить кров менш в'язкою. З іншого боку, у чутливих до кофеїну людей він викликає тимчасове і швидке припинення підвищення тиску. На думку деяких вчених, при щоденному вживанні кави використовуються ресурси організму, особливо серцево-судинної системи, що призводить до передчасного старіння. Але всі кардіологи дотримуються єдиних обережних рекомендацій відносно кави – не захоплюватися.

Мета даної роботи – оцінити вплив кави espresso на стан серцево-судинної системи людей які рідко та постійно вживають каву. Відзначимо, щодо стандартної технології, espresso готується 25 с із невеликої кількості кави – 7-8 г на 25 мл води (вміст кофеїну – 0,09 г). Звернемо увагу на обмежений час контакту кави з гарячою ($88\pm0,2C^0$) водою при тиску 9 бар. Ніж довше контакт меленої кави з гарячою водою, тим більше кофеїну виділяється. Тому в espresso, більша частина кофеїну залишається в портафільтрі, а не в чашці кави.

У досліді приймали участь 60 практично здорових людей (віком 20-28 років) без шкідливих звичок. Вони були поділені на дві групи: I – ті, які вживають каву рідко (1-2 рази на місяць), II – ті, які щоденно випивають чашку кави. Всі дослідження проводили до прийняття кави espresso і через годину. Відзначимо, що основним біологічно активним компонентом кави, завдяки якій обумовлена наша пристрасть до цього напою, є органічний алкалоїд кофеїн, а максимальна його концентрація в організмі реєструється через 15-45 хвилин безпосередньо після прийому. Із результатів електрокардіограми встановлено, що у всіх досліджуваних початкові значення усіх компонентів ЕКГ знаходились у нормі. Після прийому кави espresso більшість параметрів залишилася у нормі, виключення становлять інтервали P-Q і T-P, тривалість яких збільшилася на 22-23% у досліджуваних, які рідко вживали каву.

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що вживання чашки кави espresso практично не впливає на стан серцево-судинної системи людей, які як рідко, так і щодня вживають цей напій. В останньому випадку разом з залежністю від кави у людей спостерігається адаптація системи органів, які забезпечують циркуляцію крові та лімфи по організму людини. У людей, які рідко вживають каву після її прийому спостерігається деяке функціональне разбалансування роботи серцево-судинної системи, скоріш за все, за рахунок впливу кофеїну на стінки судин.

УДК 612.33-02.44
Н.В. Плотниченко, н.с.; О.О. Галинский ст. лаб.; Е.В. Севериновская д.б.н, проф.;
А.И. Руденко, к.б.н., зав. лаб. клинической патофизиологии
ДУ «Институт гастроэнтерологии» АМН Украины, ДНУ им. Олеся Гончара
E-mail: alexejgalinskij@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛУДКА ПРИ ПОВЫШЕНЫХ УРОВНЯХ ОКСИДА АЗОТА(II)

В условиях космического полета деятельность всех органов и систем организма человека осуществляется в условиях, не характерных для привычной среды обитания человека (гипокинезии, невесомости, газового состава атмосферы и т. д.,), что может быть причиной их разрегулирования Среди которых, имеет место и нарушение в NO-эргическом звене системы регуляции функций желудочно- кишечного тракта. Цель данной работы – исследование влияния повышенных уровней оксида азота на секреторную активность слизистой оболочки желудка.

Исследования проводились на 60 белых лабораторных крысах (самцах массой 250-270 грамм), разделенных на 4 группы: 15 – контрольных, 45 разделенных на три экспериментальные группы. Избыток оксида азота моделировали введением нитропруссида натрия в дозе 1,5 мг/кг в зависимости от группы – однократно, 3 и 6 дней; контрольной группе вводили такой же объём физраствора. Забор желудочного сока проводили с помощью зонда (пат. №) под кетаминовой анестезией (100 мг/кг, внутримышечно). Сбор желудочного сока проводили каждые 15 минут в течение часа, после чего определяли интенсивность желудочной секреции. В желудочном соке определяли: pH, уровень пепсина и гликопротеинов. Полученный числовой материал обрабатывался по критерию Стюдента. Математические расчеты и построение графиков осуществляли с использованием пакетов программ Microsoft Excel 2007 и OriginLab OriginPro.v8.0.

Результаты исследования показали, что как после однократного, так и после длительного (3, 6 дней) введения донатора натрия (нитропруссида) у животных опытных групп объем желудочного сока увеличился на 27 %, относительно контрольной группы. При однократном, 3-х и 6-ти дневном введении донатора кислотообразование достоверно увеличилось на 30 %, относительно результатов контрольной группы, но при длительном введении этого вещества кислотообразование имело незначительную тенденцию к нормализации. Уровень пепсина при однократном введении донатора снизился недостоверно, а при длительном (3-х и 6-ти дневном) введении донатора достоверно увеличился в 2,2 раза, относительно контрольной группы. Уровень гликопротеинов при однократном и при 3-х дневном введении донатора достоверно увеличился в 2 раза, а при 6-ти дневном имел тенденцию к снижению до уровня контрольной группы.

Результаты исследований показали, что избыток уровня оксида азота вызванный экзогенным введением нитропруссида натрия (1,5 мг/кг), вызывает стимулирующий эффект на кислую желудочную секрецию. Сопоставление полученных данных с результатами аналогичных исследований, но с большими дозировками, дает нам возможность подтвердить дозозависимый эффект введения донатора оксида азота на секреторную активность желудка.

УДК 504.75.05:504.32

З.Л. Подзноева, аспирант
РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь
E-mail: zarema.podznoeva@gmail.com

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕКА И ИХ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ СЕЗОНА ГОДА

В настоящее время в разных медицинских научных центрах уже накоплен огромный материал, показывающий, что состояние нашего здоровья сильно зависит от гелиогеофизических факторов.

Цель – сопоставление одновременных изменений геомагнитных и статистических показателей, которые оказывали влияние на частоту вызовов скорой помощи по сердечно – сосудистым заболеваниям.

Банк данных с медицинскими показателями содержал число вызовов скорой помощи г. Симферополя за период с 2004-2009 г. по поводу следующих заболеваний: общее количество вызовов зарегистрированных случаев, инфаркта миокарда, острых нарушений мозгового кровообращения, гипертонического криза, ишемической болезни сердца, аритмии, неврологические, психические и прочие терапевтические. Данные были сопоставлены с различными показателями гелиогеофизических индексов (Bz, W, Ap), которые были получены с сайтов: [http://www.izmiran.ru], [http://www.gismeteo.ua].

В зимний и весенний сезоны года, наблюдается частота обострений инфаркта миокарда из проанализированных заболеваний сердечно-сосудистой системы. Это может быть также результатом проявления социальных факторов среды или вызвано другими нозологическими заболеваниями.

Для заболевания гипертонической болезни сердца осень является наиболее неблагоприятным сезоном года, возможно, это связано с пересоединением межпланетного магнитного поля Земли в этот период года, а также с функциональными системами, поддерживающими оптимальный для метаболизма уровень артериального давления, включающий в себя несколько типов регуляции: гемодинамический, нервный, гуморальный. А при резких изменениях гелиогеомагнитных излучений они запаздывают, и как следствие в организме наблюдаются функциональные сдвиги.

Для ОНМК кризисным сезоном года, по данным статистического анализа, является летнее время года, а также весна, возможно, это связано с гелиогеомагнитной активностью солнечных процессов и максимально высокими температурами, что неблагоприятно отражается на деятельности мозгового кровообращения.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в разные сезоны года становится очевидной сезонная перестройка структуры взаимодействия различных функциональных систем организма. Можно выделить некоторые общие черты, которые определяют характер взаимодействия функциональных систем в различные сезоны. В осенне-летний период влияние гелиогеомагнитных возмущений на функциональное состояние человека заметно увеличивается.

УДК 612.176:612/014.4

В.В. Радченко, магістр[2], Г.О. Задорожна, канд. біол. наук[1],
В.П. Ляшенко, професор, д-р біол. наук[2],
Т.Г. Чаус, доцент, канд. біол. наук[2], Д.О. Бурцева, студентка[2]
[1]Дніпропетровський державний аграрний університет
[2]Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: t.chaus@mail.ru

МОДУЛЯЦІЯ ПОВЕДІНКОВИХ ТА ЦЕНТРАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В ОРГАНІЗМІ ПІД ТРИВАЛИМ ВПЛИВОМ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

На сучасному рівні науки вже ні в кого не викликає сумніву, що магнітні поля досить вагомо впливають на здоров'я та поведінку людини і тварин. Але природа механізмів цього впливу до теперішнього часу залишається дискусійним питанням, хоча дія цих полів в умовах космічного польоту є суттєвою складовою змін функціонального стану.

Дослідження було проведено на білих безпородних щурах-самцях, яких було розподілено на 2 групи. Тварини першої групи були контрольними. Щури другої групи підпадали під вихровий вплив магнітним полем правого напрямку обертання (80 Гц, 5-10 млТ). Дослідження поведінкових реакцій проводилося у тесті «відкрите поле», біоелектричну активність гіпокампа щурів відводили за умов гострого експерименту. Експеримент тривав 21 тиждень з реєстрацією показників через кожні три тижні.

В результаті експерименту встановлено, що під довготривалим впливом слабкого магнітного поля відбувається підвищення локомоторних реакцій і зниження рівня дослідницької діяльності тварин. У біоелектричній активності гіпокампа щурів, яку було досліджено для спостереження системної реакції організму тварин на дію магнітного поля, протягом експерименту спостерігалось зниження відсотку аперіодичної активності на тлі підвищення представленості більш високочастотних її компонент, що свідчить про активацію десинхронизуючих систем мозку.

Аналіз результатів експерименту дозволяє зробити висновок про те, що правонаправлене вихрове імпульсне магнітне поле достовірно змінює показники поведінкових реакцій щурів з виникненням стійкої десинхронізації біоелектричної активності у структурах головного мозку, які відповідають за формування поведінкових реакцій. Це свідчить про адаптаційно-трофічну роль магнітного поля з застосованими параметрами. В основі механізмів біологічної дії вихрового магнітного поля може бути поява стимульованої ним імпульсної активності у структурах головного мозку, що є слідством змін проникності нейрональної мембрани. Отримані результати можуть бути використані в заходах корекції та профілактики функціонального стану в умовах космічного польоту.

УДК 577.3.2: 621.317

В.Ю. Рудик, студент; М.Ф. Терещенко, к.т.н., доцент
Національний Технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
E-mail: rudikval88@mail.ru

ВПЛИВ ТА ДІЯ ЗМІННИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Розвиток електромагнітної біології отримав особливе значення у зв'язку з освоєнням космосу. Для захисту від впливу іонізуючого випромінювання космосу конструктори стали створювати екрани у вигляді потужного електромагнітного поля. В результаті людина на борту космічного корабля відчувала дію як ослаблених, так і посилених, у порівнянні зі штучними, електромагнітних випромінювань. Важливе значення має запитання, як будуть впливати такі зміни на життєдіяльність людини і інших біологічних об'єктів. Фізіологічну і лікувальну (реабілітація космонавтів після космічних польотів за допомогою магнітотерапії) дію магнітного поля визначають його первинні механізми дії.

Попередні дослідження по вивченню механізму дії магнітного поля на біологічні об'єкти присвячені не стільки розкриттю механізмів дії, скільки опису отриманого ефекту. Тому завдання розробки математичної моделі впливу та дії магнітних полів на біологічні об'єкти є актуальним. При розгляді первинних механізмів впливу магнітного поля на біологічні об'єкти важливе значення мають явища виникнення магнітогідродинамічної сили, макроскопічних об'ємних зарядів.

Розглядаючи дію сил магнітогідродинамічної природи, виходимо з того, що магнітогідродинамічна сила складається з двох складових сил

$$\vec{F}_{МГД} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \mu_0[\vec{j}_\Sigma \times \vec{H}_\Sigma] + \chi \vec{H}_\Sigma \; grad\, H_\Sigma \;,$$

де $\vec{H}_\Sigma$ – сумарна напруженість магнітного поля, $\vec{j}_\Sigma$ - загальна густина струмів екзогенної та ендогенної природи в одиниці об'єму біологічної тканини, χ - магнітна сприйнятливість, μ_0 - магнітна проникність вакууму. Сила $\vec{F}_1 = \mu_0[\vec{j}_\Sigma \times \vec{H}_\Sigma]$ виникає під дією екзогенних і ендогенних електричних струмів в одиниці об'єму біологічної тканини. Сила $\vec{F}_2 = \chi \vec{H}_\Sigma \; grad\, H_\Sigma$ відповідає виштовхуванню тканини з місць, де магнітне поле найінтенсивніше, у напрямі градієнта поля.

В роботі розглянутий первинний механізм взаємодії магнітних полів з біологічними об'єктами, який полягає в тому, що зовнішні постійні магнітні поля і змінні магнітні поля, а також електричні поля природного і штучного походження взаємодіють з електричними струмами і макроскопічними об'ємними зарядами, пов'язаними з метаболічними процесами, що протікають при функціонуванні біологічних об'єктів. Отримані розрахункові формули для магнітогідродинамічної сили, дифузійного потенціалу макроскопічного об'ємного заряду в мітохондріях, енергії макроскопічного об'ємного заряду в мітохондріях, сталої часу, досліджений фронт імпульсу магнітного поля квазіпрямокутної і квазітрикутної форми.

УДК: 616.36-004-06:[616.149-008.341.1+616.61-008.64]
Є.С. Сірчак, к.мед.н., доцент кафедри; Е.Й. Архій, д.мед.н., професор
Ужгородський національний університет, медичний факультет
E-mail: szircsak_heni@bigmir.net

ВАЗОРЕГУЛЯТОРНІ МОЖЛИВОСТІ ЕНДОТЕЛІЮ СУДИН У ХВОРИХ НА ЦИРОЗ ПЕЧІНКИ НА ФОНІ ПОРУШЕНОЇ ЕНДОЕКОЛОГІЇ КИШЕЧНИКА

Широко вивчається роль ендотелій-залежних факторів у патогенезі багатьох хронічних захворювань, але не з'ясованим залишається вплив ендотеліальної дисфункції (ЕД) на стан гемодинаміки печінки та формування портальної гіпертензії.

Мета роботи: дослідити залежність між вазорегуляторними можливостями ендотелію судин (ЕС) у хворих на цироз печінки (ЦП) та ступенем дисбіозу кишечника (ДК).

Матеріали і методи. Обстежено 197 хворих з декомпенсованим ЦП. Для визначення ЕД вивчали показник ендотелій-залежної вазодилатації плечової артерії (ПА), вимірюючи її діаметр, швидкість кровотоку і індексів Пурсело (RI) і Гослінга (PI) за допомогою УЗ доплерографії, а також проводили пробу з тимчасовою компресією. Для визначення ДК проводили бактеріологічне дослідження фекалій.

Результати. Хворих на ЦП розподілили по класам важкості за Child-Pugh. В клас В ввійшло 52%, в клас С – 48% хворих. У всіх хворих на ЦП виявили зміни мікробіоценозу товстої кишки. Зміни аеробної флори характеризувалися зниженням кількості E.coli у 192 (97%) хворих, слабоферментативні E.coli висіяли у 173 (88%), гемолітичну кишкову паличку у 23 (12%), умовно-патогенні ентеробактерії (Enterobacter aerogenes, Enterobacter cloacea, Citrobacter Freandi) у 143 (73%) пацієнтів, а у 17 (9%) хворих – Staphylococcus aureus в титрі більше, ніж 10*3. У всіх хворих мало місце зниження рівня біфідобактерій нижче 10*7 і лактобактерій нижче 10*6. Гриби роду Candida у хворих не виявили.

При обстеженні у всіх хворих на ЦП спостерігали достовірно ширший діаметр ПА (0,43±0,7 см), в порівнянні з контрольною групою (0,36±0,5 см). Виявили гіперергічну реакцію у відповідь на оклюзію, тобто приріст діаметру ПА на 9,8±0,6%. У 35% обстежених при проведенні проби з реактивною гіперемією спостерігали парадоксальну вазоконстрикторну реакцію, що вказує на виражену ЕД. Швидкість кровотоку по ПА у хворих на ЦП виявився зниженим в порівнянні з контрольною групою і становив 70,8±5,2 см/сек. RI був вищий, ніж у здорових, і дорівнював 0,98±0,1, що свідчить про зростання периферичного опору в групі пацієнтів на ЦП. PI був також підвищений і складав 4,89±0,71, що вказує на зниження еластичності судинної стінки при ЦП і розвитку ознак портальної гіпертензії.

Чітко можна було також прослідкувати, що у хворих на ЦП із збільшенням частоти дисбіозу II і III ст. спостерігаються більш виражені зміни ендотеліальної дисфункції судин.

Висновки: 1. У хворих на ЦП має місце порушення вазорегуляторної активності ЕС. Визначення RI і PI є ефективним методом оцінки ЕД у даного контингенту пацієнтів.

2. Існує пряма залежність між ступенем ДК у хворих на ЦП та погіршенням показників ЕД: при збільшенні частоти дисбіозу II-III ст. виявляється зменшення еластичності судин.

УДК 612.176:612/014.4

Ю.М. Сніжковська, бакалавр[2]; Г.О. Задорожна, доцент, канд. біол. наук[1];
В.П. Ляшенко, проф., д-р біол. наук[2]; Т.Г. Чаус, доцент, канд, біол. наук[2];
Я.О. Лучка, студент[2]
[1]Дніпропетровський державний аграрний університет
[2]Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: t.chaus@mail.ru

АНАЛІЗ ВЕГЕТАТИВНИХ ЗМІН В ОРГАНІЗМІ ПІД КОМБІНОВАНИМ ВПЛИВОМ МАГНІТНОГО ПОЛЯ І СТРЕСОВОЇ СИТУАЦІЇ

Організм людини еволюціонував у магнітному полі, яке є невід'ємною частиною навколишнього середовища. В умовах космічних польотів магнітний фон зазнає суттєвих змін, що не є природним для організму а це, як відомо, може задавати шкоди і суттєво впливати на здоров'я. Така ситуація потребує досліджень механізмів дії магнітного поля і стресу, який виникає при тривалих польотах, на стан вегетативних показників.

Дослідження було проведено на білих безпородних щурах-самцях, яких було розподілено на 4 групи. Тварини першої групи були контрольними. Щури другої групи зазнавали впливу стресу. Тварини третьої та четвертої груп підпадали під вихровий, загальний вплив магнітним полем (80 Гц, 5-10 млТ) правого та лівого напрямків обертання відповідно. Біоелектричну активність гіпоталамуса щурів відводили за умов гострого експерименту. Визначення стану вегетативної регуляції проводили за показниками варіабельності серцевого ритму. Експеримент тривав 21 тиждень з реєстрацією показників через кожні три тижні.

В результаті проведеного експерименту встановлено, що зміни показників біоелектричної активності гіпоталамуса щурів, які зазнавали магнітного впливу, мають однакові тенденції зі змінами показників стресованих щурів: збігається фазність і направленість реакцій. Існує висока кореляція вказаних параметрів ($r = 0,84 - 0,87$, $P<0,02$). Дані варіабельності серцевого ритму щурів вказують на те, що за умов стресу у центральній регуляції вегетативних функцій превалює активність симпатичної нервової системи, тоді як під дією магнітного поля відбувається підсилення парасимпатичної регуляції. При цьому правонаправлене поле справляє більш виражений підсилюючий ефект вагального впливу.

Аналіз результатів дає змогу припустити, що магнітне поле діє на організм ссавців шляхом формування загального адаптаційного синдрому. Різниця ефектів, які викликані стрес-чинником і вихровим полем полягає у активації магнітним впливом трофотропних реакцій. Частота у 80 Гц підпадає під ефективний діапазон для стимулювання парасимпатичних нервових волокон і, у разі наявності реакції засвоєння частоти, може бути причиною активації трофотропних реакцій, що призводить до підвищення функціонального резерву і розвитку стійких адаптивних реакцій.

УДК 615.471:616-07

Є.О. Ткаченко, магістрант; О.В. Осадчий, асистент;
Г.С. Тимчик, д.т.н. професор; М.В. Філіппова, к.т.н. ст. викладач
Національний технічний університет України «КПІ»
E-mail: medprilad@ukr.net

ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТОЧУТЛИВОСТІ ПАЦІЄНТА

Останнім часом в Україні та закордоном інтенсивно розвивається перспективна галузь медицини – магнітотерапія, яка заснована на використанні біологічної та лікувальної дії електромагнітних полів.

Основною задачею, яка потребує вирішення при визначенні магніточутливості пацієнта, є отримання достовірної інформації про реакції відповіді організма на дію магнітного поля, що потребує вибору параметрів по яким буде визначатись магніточутливість. Основні недоліки способів та параметрів визначення магніточутливості пацієнта: час проведення процедури, неможливість визначення інверсійної магніточутливості та складність автоматизації вимірювання магніточутливості. Всі ці способи та параметри наведено нижче.

Артеріальний тиск є повільнозмінним параметром, що підтверджується численними експериментальними дослідженнями, а час формування реакції відповіді складає не менше 5 хвилин. Автоматизації вимірювання артеріального тиску при визначенні магніточутливості є складною, оскільки слідкуючі методи вимірювання артеріального тиску вимагають калібрування для кожного пацієнта, а манжетні тонометри не дозволяють здійснювати вимірювання частіше одного разу на 20 хвилин.

Визначено, що за час дії магнітного поля середнє значення пульсу пацієнтів не змінюється, проте при цьому достовірно змінюється середне квадратичне відхилення (СКВ) ЧСС. Відомо, що СКВ пульсу є однією з інформативних величин при статичному аналізі серцевого ритму.

Таким чином, на основі проведеною аналізу параметрів пацієнта, використаних у відомих способах визначення магніточутливості пацієнта, виділено два показники, що відповідають пред'явленим вимогам: СКВ ЧСС і різниця температури БАТ, до, під час, і після впливу магнітним полем. Дані параметри відповідають основним вимогам по завадозахищеності, часу виміру, та можливості виміру під час впливу магнітним полем.

Напрямом подальших досліджень є проведення дослідів в умовах стаціонару з метою практичного обгрунтування обраних параметрів та накопичення статистики по використанню цих параметрів.

УДК 613.065
А.Н. Товстик, студентка; М.В. Чорненко, студентка; Б.И. Скорик, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: monmorensy@mail.ru

МАГНИТНЫЕ БУРИ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ

Геомагнитные бури являются одним из важнейших элементов космической погоды и влияют на многие области деятельности человека, из которых можно выделить нарушение связи, систем навигации космических кораблей, возникновения поверхностных зарядов на трансформаторах и трубопроводах и даже разрушение энергетических систем. Так же магнитные бури существенно влияют на живые организмы.

Как возникают так называемые магнитные бури? На солнце появляются пятна, потом происходит вспышка. Поток плазмы электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового излучения летит к Земле со скоростью до 1000 км/сек. Через 2-3 дня он достигает нашей планеты. И магнитное поле Земли принимает удар заряженных частиц. Под его давлением магнитосфера Земли на дневной стороне сжимается вдвое или даже больше. Дневная граница магнитосферы (магнитопауза) под давлением потока частиц может приблизиться к Земле от удаления равного примерно 10 радиусов Земли до 3-4 радиусов Земли. Происходит сильное сжатие магнитосферы Земли, что означает увеличение напряженности магнитного поля. Это пагубно влияет на организм.

Основная опасность магнитных бурь в том, что ритмичные изменения геомагнитного поля происходят в диапазоне 0,5–2 Гц. Именно с такой частотой бьется наше сердце. Наложение солнечного ритма на человеческий может привести к плачевным последствиям — от приступа аритмии до инфаркта. Особенно у сердечников.

Справедливости ради следует отметить, что далеко не все магнитные бури сопровождаются подобной микропульсацией, а в лучшем случае половина. Тем не менее, в такие неблагоприятные дни лучше не подвергать себя дополнительным нагрузкам.

Люди реагируют на магнитные бури по-разному: одни плохо себя чувствуют за два-три дня до ее начала, другие — во время шторма, третьи — через сутки-двое после.

Разработаны специальные методики, чтоб организм легче переносил воздействие бурь.

Судить о развитии магнитной бури, ее интенсивности и фазах, можно по данным магнитометров, которые записывают изменения магнитного поля Земли (получаются магнитограммы). Для практического использования были введены значительные упрощения этой информации. Было предложено каждый раз не анализировать всю довольно сложную магнитограмму, а характеризовать каждый временной интервал в 3 часа одним числом-баллом. Баллы определяются по определенной шкале и по принципу: чем больше отклонение магнитного поля от нормы (в этот трехчасовой интервал), тем больше величина балла. Этот индекс в баллах был назван «К-индексом». В каждом регионе возмущение магнитного поля протекает по-разному. И эти К-индексы могут отличаться в различных регионах.

УДК 502: 519.6

О.А. Фомина, студентка; Е.Р. Абрамовский, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: folya_31@mail.ru

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ КОМБИНИРОВАННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ Г. ДНЕПРОПЕТРОВСКА

Жители больших городов и индустриальных центров в наибольшей мере подвержены воздействию вредных выбросов в атмосферу вследствие их высокой концентрации и разных физико-химических характеристик. В соответствии с общеизвестным стандартами для каждого из полютантов установлены допустимые нормы разового и длительного воздействия. При поступлении в атмосферу нескольких вредных ингредиентов их суммарное воздействие оценивается по известной формуле:

$$\sum_{i=1}^{m}\frac{\phi_i}{C_i}=\left(\frac{\phi_1}{C_1}+\frac{\phi_2}{C_2}+\ldots+\frac{\phi_n}{C_n}\right)\le 1$$

Здесь ϕ_i и C_i соответственно реальная и предельно допустимая концентрация вещества в единице объема. В принципе, такие оценки не совсем полно определяют уровень вредного воздействия. Дело в том, что отдельные ингредиенты под воздействием метеоусловий могут вступать в реакцию с образованием более вредных компонент (например, при образовании так называемого «городского смога»). Кроме того, воздействие одного или нескольких веществ могут повышать чувствительность организма к другим вредным выбросам. К примеру, воздействие растительных полютантов типа пыльцы амброзии и т. п. приводит к появлению аллергии или даже к нарушению функций иммунной системы. В связи с этим актуальной является проблема оценки комплексного воздействия вредных ингредиентов, которые присутствуют в городской атмосфере.

В качестве примера такого анализа рассмотрена современная экологическая ситуация в воздушной среде города Днепропетровска. Известно, что Днепропетровская область находится в числе наиболее загрязненных регионов страны (второе место после Донецкой области по объему выбросов на квадратных километр территории). Значительная доля этих выбросов принадлежит и самому областному центру. Зная объемы выбросов и размещения их источников, можно рассчитать суммарную концентрацию полютантов в произвольном пункте территории. Такие расчеты проведены с использованием известного уравнения турбулентного переноса на основе метода «локализации» и выданы соответствующие рекомендации по их ограничению.

УДК 613.064
М.В. Чорненко, А.Н. Товстик, студентки; Б.И. Скорик, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: marisha1_89@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

На сегодняшний день всевозможными исследованиями в области явления электромагнитных волн и электромагнитных полей определено, что многие процессы в любом живом организме регулируются различными слабыми неионизирующими излучениями, к примеру — космическими, природными электромагнитными и так далее.

Биологические исследования показали, что организмы самых различных видов – от одноклеточных до человека – чувствительны к постоянному магнитному полю и электромагнитным полям (ЭМП) различных частот при воздействующей энергии на десятки порядков ниже теоретически оцененной. Различные реакции организмов на ЭМП возникают при их интенсивности, которая в тысячи, сотни тысяч и даже миллионы раз ниже, 102 В/м-106 В/м. Особенно высока чувствительность к многократно повторяющимся сверхслабым электромагнитным полям, т.е. имеет место кумулятивное их воздействие на организмы. В полном виде высокая чувствительность к электромагнитным полям проявляется только у целостных организмов; она значительно ниже у изолированных органов и клеток и ещё ниже у белковых растворов.

Если частотные и модуляционно-временные параметры ЭМП существенно отличаются от естественных, то реакции организмов возникают при более высоких интенсивностях ЭМП, но всё же значительно меньших, чем теоретически предсказываемые. В этих условиях реакции имеют характер различных нарушений регуляции физиологических функций – ритма сердца, кровяного давления, обменных процессов и т.д., либо характер чувственных ощущений: у человека – зрительных, звуковых, осязательных, у животных – проявляющихся в изменении эмоционального состояния (от угнетённого до подобного эпилептическому). Особенно ярко выраженные нарушения наблюдаются в регуляции процессов развития. Резкие нарушения отмечаются при патологических состояниях организма.

Характер и выраженность биологических эффектов ЭМП своеобразно зависят от параметров последних. В одних случаях эффекты максимальны при некоторых «оптимальных» интенсивностях ЭМП, в других – возрастают при уменьшении интенсивности, в третьих – противоположно направлены при малых и больших интенсивностях.

Анализ этих эмпирических закономерностей приводит к заключению, что биологические эффекты слабых полей, необъяснимые их энергетическим взаимодействием с веществом живых тканей, могут быть обусловлены информационными взаимодействиями ЭМП с кибернетическими системами организма, воспринимающими информацию из окружающей среды и соответственно регулирующими процессы жизнедеятельности организмов.

УДК 504.75.05:550.3

Э.С. Эдилерская, аспирант; П.А. Цандеков, к.б.н., доцент
РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет»
E-mail: elmaze@mail.ru

ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В КЛИНИКЕ ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ

Экологическая психиатрия сравнительно молодая наука и зависимости психической патологии от глобальных экологических переменных остаются недостаточно изученными. Полученные данные свидетельствуют о том, что у человека геомагнитные возмущения не вызывают специфических заболеваний, однако затрагивают чувствительные к электромагнитным излучениям нейродинамические механизмы, переключающие хронобиологические процессы организма на стрессовый режим, что в итоге из-за разбалансирования систем регуляции ведет к срыву адаптации и усугублению имеющихся нарушений.

При изучении этиологии и патогенеза психических расстройств одной из проблем является разграничение генетических и средовых факторов в возникновении и развитии патологических процессов. Важным аспектом экологии психических заболеваний является не только выделение эндогенного ритма болезни в его связи с факторами среды, но и вопрос чувствительности или тропности к конкретному фактору, что имеет значение при индивидуальном прогнозе и разрешении проблем этиопатогенеза психических расстройств.

С целью изучения влияния колебаний гелиогеофизических факторов на динамику психического состояния на базе лаборатории кафедры биологии, экологии и безопасности жизнедеятельности Крымского инженерно-педагогического университета был проведен мониторинг психофизиологических показателей на примере группы испытуемых из числа студентов с учетом гелиофизических индексов за соответствующий период. Для определения взаимосвязи гелиометеочувствительности и психической патологии полученные результаты были сопоставлены со статистическими данными Республиканской клинической психиатрической больницы №1.

Полученные в ходе исследования данные указывают на то, что зависимость колебаний психофизиологических показателей от воздействия гелиогеофизических факторов определяется исходным функциональным состоянием центральной нервной системы, а также особенностями гелиометеочувствительности индивида. Анализ данных психиатрической службы выявил, что сезонные пики обострений и максимумы госпитализаций выпадают на периоды резкого изменения солнечной активности, смены знака межпланетного магнитного поля и увеличения геомагнитной возмущенности, что могло бы послужить основой для разработки методов профилактики, реабилитации и коррекции.

12
Математические модели и численные эксперименты

Координатор:
Беляев Николай Николаевич,
заведующий кафедрой гидравлики и водоснабжения ДНУЖТ им. В.А. Лазаряна, доктор технических наук, профессор
Байбуз Олег Григорьевич,
заведующий кафедрой мат. обеспечения ЭВМ ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

УДК 521.3

К.А. Алипбаев, студент[2], Н.К. Джамалов, к.т.н.[1],
Т.М. Бопеев, студент[1], А.С. Сухенко студент[1]
[1]Национальный центр космических исследований и технологий, Институт космической техники и технологий, Казахстан
[2]Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Казахстан
E-mail: alipbayevk@gmail.com

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Имитационное моделирование — метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества. Имитационное моделирование — это частный случай математического моделирования

В настоящее время имитационное моделирование применяется практически во всех сферах исследовательской деятельности, особенно в таких областях исследования как космическая отрасль, и в связи с этим, проводимые работы имеют определённую значимость для космической отрасли.

В исследования рассматривается движение космического аппарата в абсолютной геоцентрической системе координат как движение материальной точки бесконечно малой массы под действием сил, определенных потенциальной функцией U и непотенциальных сил F. На основе полученной модели движения космического аппарата и разработанных алгоритмов создана программная подсистема расчета движения космического аппарата. В качестве примера было рассмотрено движение космического аппарата на геостационарной орбите (КА Gorizont-29).

Результаты работы могут представлять интерес для инженеров и конструкторов, проектирующих космические аппараты. Использование имитационных моделей позволяет сократить как время, затрачиваемое на предварительные эксперименты, так и материальные затраты на их проведение.

УДК 002.53:004.65

Т.О. Байбуз, студентка; О.П. Приставка, д.т.н., професор каф. МЗ ЕОМ
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: baybuztanya@i.ua

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ БАЗ ДАНИХ ХВОРИХ З ВАДАМИ СЕРЦЯ

На основі даних, представлених у вигляді множини об'єктів спостережень $X=\begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ & & \dots & \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{pmatrix}$, де кожен об'єкт представлений у вигляді набору p ознак $(p>1)$: $x_i=(x_{i1}, x_{i2}, \dots x_{ip}), i=\overline{1,n}$, було досліджено обчислювальні схеми кластерного аналізу. Були виявлені основні етапи кластеризації та розроблено програмне забезпечення, що їх реалізує за допомогою методів кластеризації Forel, k-середніх та ієрархічних методів. Для коректної роботи системи необхідно було вивчити теоретичні положення з нижченаведених розділів, що були також примінені на практиці:

1. методи відбору інформативних ознак;
2. види стандартизації та метрики;
3. алгоритми для ієрархічного методу: найближчого сусіда, найдальшого сусіда, метод Варда, простого середнього, середнього зв'язку.

Модулі системи універсальні, тому можуть бути використані для вирішення широкого кола задач, але роботу алгоритмів було перевірено на медичних даних.

Для перевірки якості кожного методу обчислюється середнє та середньоквадратичне відхилення для кожного класу і ознаки. Графічне зображення даних після кластеризації для одного з методів представлено нижче на рис.1:

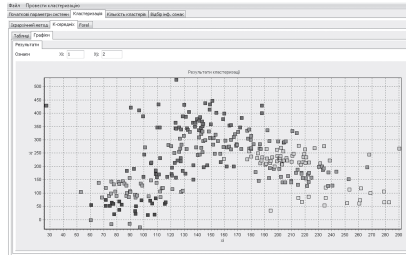


Рис.1

1. **Приставка О.П.** Статистичний аналіз а АСОД. Часові ряди: редагування, прогнозування / О.П. Приставка, П.О. Приставка, С.О. Смирнов. – Д.: РВВ ДНУ. – 2001. – 92 с.
2. **Айвазян С.А.** Классификация многомерных наблюдений / С.А. Айвазян, З.І. Бежаєва, О.В. Старовіров. – М.: Статистика, 1974. – 240 с.

УДК 55.111.12

С.М. Бієнко, студент; В.І. Кузьменко, д.ф.-м.н., професор
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: forrest.ua@gmail.com

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ ІНЕРЦІОЇДА

Всі традиційні рушії, що забезпечують пересування тіл у нашому світі, використовують опору, тобто рух виникає в результаті відштовхування від якогось субстрату: земної поверхні, води, повітря, стікаючих газів згорілого палива, тобто рух виникає в результаті взаємодії рушія з навколишнім середовищем.

У тридцяті роки минулого століття інженер В.М. Толчин вигадав інерціоїд-механізм, здатний, на його думку, приходити в поступальний рух без взаємодії з навколишнім середовищем, виключно за рахунок рухів робочих тіл, що знаходяться всередині апарату. Фахівці, які заперечують можливість руху без опори, вважають, що спрямований рух «візка Толчина» викликається різними значеннями сили тертя між опорою і коліщатками при швидкому і повільному рухах візки, яке викликається нерівномірним рухом тягарців. Вони вважають, що при малій швидкості руху важків до візка прикладається мала інерційна сила (типу реактивної), а при великій швидкості руху тягарців – велика. При малій інерційної силі сила сухого тертя не долається, а при великій інерційної силі – долається, і візок отримує нерівномірний, але спрямований рух.

У даній роботі проведено комп'ютерне моделювання рухів інерціоїда, за допомогою рівнянь, що описують силу, яка виникає при синхронному обертанні двох тягарців в протилежні сторони навколо вертикальних осей зі змінною швидкістю. Ця сила прикладена до корпусу інерціоїда і описується виразами:

$$f(t) = -2mr[\omega^2(t)\cos\phi(t) + \omega(t)\sin\phi(t)]$$

$$\phi(t) = \phi_0 + \int_0^t \omega(\tau)d\tau$$

де $\omega(t)$ та $\phi(t)$ – кутова швидкість обертання та кут повороту тягарців, ϕ_0 – початковий кут повороту тягарців, що відлічується у додатньому напрямку від деякої горизонтальної осі.

У ході роботи використовувався чисельний метод Рунге-Кутта розв'язання систем рівнянь; створено програмний продукт для розв'язку систем та порівняння результатів.

Порівнявши результати графіків моделей, прийшли до висновку, що зміна початкового значення кута повороту тягарців призводить до зміни напрямку зміни лінійної швидкості інерціоїда. Спостерігається наявність лінійної швидкості інерціоїда. Якщо кутова швидкість зміни тягарців не змінюється, то лінійна швидкість інерціоїда стає гармонійною. З отриманих результатів також витікає, що прискорення та швидкість інерціоїда мають екстремальну залежність від кута ϕ_0.

УДК 539.3

Е.Г. Василенко, научный сотрудник; А.П. Дзюба, д. т. н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: gittleleya@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНО НАГРУЖЕННЫХ ТОНКИХ КОЛЬЦЕВЫХ ПЛАСТИН, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

Среди обширного ряда публикаций, посвященных проблеме оптимального проектирования конструкций с учетом одновременного воздействия экстремальных термосиловых нагрузок и агрессивной среды, в связи со значительными вычислительными трудностями отыскания оптимальных проектов, результаты решения задач снижения материалоемкости реальных конструкций практически отсутствуют. Многочисленные же, предложенные исследователями этой проблемы, алгоритмы применимы, вообще говоря, либо для частных случаев, либо при выполнении целого ряда оговорок, часто входящих в противоречие с корректной постановкой задачи.

В настоящей работе демонстрируется как использование описанного в [1] оригинального авторского подхода, суть которого состоит в отыскании некоторого оптимального проекта в конечный момент времени его существования (момент нарушения наложенных ограничений прочности, жесткости и др.) и последующего наращивания материала «жертвенного» слоя этого проекта из конечного состояния в начальное, позволяет с минимальными вычислительными затратами находить оптимальные проекты конструкций достаточно сложной геометрии независимо от количества требуемых ограничений. В качестве примера рассмотрена весовая оптимизация несимметрично нагруженных тонких кольцевых пластин с учетом воздействия агрессивной среды. Считается, что условия эксплуатации пластин подразумевают выполнение ограничений прочности, устойчивости, жёсткости и конструктивных требований. В качестве моделей коррозии использовались наиболее часто применяемые для описания процесса коррозионного разрушения зависимости [2] В.М. Долинского, И.Г. Овчинникова и Э.М. Гутмана.

Проводится сравнительный анализ параметров напряженно-деформированного состояния, весовых и прочностных показателей проектов пластин, полученных в результате использования различных моделей коррозии [2]. Численные результаты получены для случая тонких кольцевых пластин минимального веса, а также пластины постоянной и линейно переменной вдоль радиуса толщины. Результаты представлены в виде оптимального распределения толщины и компонент напряженно-деформированного состояния вдоль радиуса проектов пластин в начальный и конечный моменты предполагаемого периода эксплуатации.

1. **Дзюба А.П.** Про один підхід до розв'язання задач оптимізації елементів конструкцій з урахуванням спільної дії силових навантажень та агресивного середовища / А.П. Дзюба, О.Г. Василенко, О.А. Дзюба // Методы решения прикладных задач механики деформируемого твердого тела. – Дн-ск. – ДНУ. – 2007. – С. 55–66.
2. **Овчинников И.Г.** Тонкостенные конструкции в условиях коррозионного износа: расчет и оптимизация / И.Г. Овчинников, Ю.М. Почтман. – Д., 1995. – 192 с.

УДК 519.231.25

С.О. Ватковський, студент; О.П. Приставка, д.т.н., проф. каф. МЗ ЕОМ
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: koffskiy@gmail.com

ЗГОРТКА ДВОХ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН РОЗПОДІЛУ ВЕЙБУЛЛА

У досліджені був розроблений алгоритм побудови згортки двох випадкових величин, розподілених за законами Вейбулла, у вигляді безкінечного ряду та запропоновано метод апроксимації, який базується на побудові згортки випадкових величин сплайн-експоненційних розподілів з одним вузлом. Розглянуто можливість знаходження точного аналітичного розв'язку, а також розроблені процедури оцінки адекватності побудованої згортки.

Для випадку двох випадкових величин, розподілених за законами Вейбулла з функцією розподілу $P(t)=1-e^{-\frac{t^{\beta}}{\alpha}}$, був знайдений вигляд аналітичної функції розподілу та щільності за допомогою рядів

$$P_1 * P_2(t)=\sum_{i=1}^{\infty}\sum_{j=1}^{\infty}(-1)^{i+j}\frac{\Gamma(\beta_1 i+1)\Gamma(\beta_2 j+1)}{\alpha_1^{\,i}\alpha_2^{\,j} i!\, j!\,\Gamma(\beta_1 i+\beta_2 j+1)}t^{\beta_1 i+\beta_2 j}$$

$$f_1 * f_2(t)=\sum_{i=1}^{\infty}\sum_{j=1}^{\infty}(-1)^{i+j}\frac{(\beta_1 i+\beta_2 j)\Gamma(\beta_1 i+1)\Gamma(\beta_2 j+1)}{\alpha_1^{\,i}\alpha_2^{\,j} i!\, j!\,\Gamma(\beta_1 i+\beta_2 j+1)}t^{\beta_1 i+\beta_2 j-1}$$

Запропонований метод апроксимації згортки за допомогою сплайн-експоненційного розподілу є менш точним у порівнянні з методом розкладання в ряди при великій кількості коефіцієнтів в ряду, але при невеликій кількості коефіцієнтів метод апроксимації дає більш якісні і точні результати.

Метод апроксимації згортки за допомогою сплайн-експоненційного розподілу можна застосовувати для будь-яких розподілів Вейбулла з економним використанням машинних ресурсів, у той час коли метод розкладання в ряди потребує значних витрат комп'ютерної пам'яті та часу.

1. **Байбуз О.Г.** Сплайны в надежности / О.Г. Байбуз, А.Ф. Приставка. – Д., 2003. – 256с.
2. **Вайнштейн В.И.** Представление N-кратных сверток функций распределения в виде рядов и нахождение функции восстановления для некоторых моделей процессов восстановления //Электронный журнал «Исследовано в России».– 2005. – Т. 8. – С. 486-496.

УДК 593.3

В.Ю. Власова, аспирантка; А.И. Маневич, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: valyaerfolg@yandex.ru

ИЗГИБНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ БАЛКИ С ГРУЗОМ НА КОНЦЕ

Вращающиеся балочные элементы с присоединёнными сосредоточенными массами находят широкое применение в технике. Большие угловые скорости вращения существенно влияют на собственные частоты и другие характеристики колебаний.

Данная работа выполнена в связи с решением задачи о колебаниях консольной балки с массой на конце, вращающейся с угловой скоростью Ω относительно оси, перпендикулярной оси балки и проходящей через сечение заделки, приведенным в книге [1]. Используя приближённое решение (схема осциллятора с одной степенью свободы), авторы [1] показали, что влияние вращения на собственные частоты различается для двух случаев: (а) плоскость колебаний перпендикулярна оси вращения и (б) плоскость колебаний проходит через ось вращения.

В данной работе оба эти случая рассмотрены на основе точного решения дифференциального уравнения колебаний балки в частных производных, с учётом растягивающей центробежной силы N и точных граничных условий.

Полученное частотное уравнение позволяет получить надёжную количественную оценку влияния вращения на собственные частоты, в частности, учесть влияние распределённой массы самой балки и момента сил инерции груза на собственные частоты колебаний (что невозможно выполнить в рамках приближённого решения). Сравнение точного решения (в рамках балочной модели) с приближенным анализом [1] показало, что приближённое решение приводит к большой погрешности в оценке влияния вращения на собственную частоту колебаний (эффект вращения занижается примерно в два раза).

Выяснены причины такой значительной погрешности приближённого решения. Анализ собственных форм колебаний показал, что использование статического прогиба для определения жесткости балки (характерное для приближённых методов) может приводить к недопустимой погрешности в задачах о колебаниях тел в поле центробежных сил инерции.

Наряду с этим рассмотрены следующие вопросы: (а) влияние момента сил инерции груза на собственные частоты вращающейся балки; (б) высшие формы колебаний вращающихся балок. Выполнен параметрический анализ решения, в том числе для высших форм колебаний.

1. **Пановко Я.Г.**, Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. М., «Наука», ГРФМЛ, 1987, 420 с.

УДК 681.3.07
Е.С. Воюев, аспирант[2], инженер-конструктор 2к[3]; А.С. Воюев, студент[1],техник[3]
[1]Национальная металлургическая академия Украины
[2]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[3]Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: recurrenceplots@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИНАМИКИ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Системы очень разных типов, от маленьких до больших, могут быть смоделированы уравнениями. В больших масштабах мы можем думать про движение планет или даже галактик, на промежуточном масштабе падение камня и на маленьком масштабе возбуждение электронов. Все эти системы могут быть описаны теми самыми математическими инструментами дифференциальных уравнений. Они ведут себя детерминистически в том смысле, что в принципе мы можем прогнозировать состояние такой системы до любой точности и на долгий период времени, как только начальные условия становятся в точности известны.

Состояние природных или технических систем меняется во времени, иногда очень необычным образом. Изучение такой сложной динамики, является важным заданием в разных научных дисциплинах. Понимание, описание и прогнозирование таких перемен, является важным событием в нашей обыденной жизни. Прогнозирование погоды, землетрясений или эпилептических припадков, является одними из примеров областей статистического анализа, где метод рекуррентного анализа может повсеместно применятся для оценки динамики систем.

Формально, динамика систем задается фазовым пространством, непрерывным или дискретным временем и законом временного развития. Элементы или «точки» фазового пространства представляют возможные состояния системы.

Рекуррентность является фундаментальным свойствам детерминированных динамических систем, благодаря которому, можно характеризовать поведение системы в фазовом пространстве. Мощный инструмент для визуализации и анализа рекуррентности, который называется рекуррентный график, был введен в конце 80-х годов Экманом.

Информационные возможности метода рекуррентных графиков сосредоточены на процессе визуализации траектории в фазовом пространстве, что является выгодным в случае много-мерных систем.

Графики рекуррентности дают в результате важное проникновение в сущность временной эволюции этих траекторий, так как типовые конфигурации в рекуррентном графике привязаны к специфическому поведению системы.

УДК 519.68

Т.К. Гулакова, студент; И.С. Масич, к.ф-м.н., доцент
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева
E-mail: pesterevatk@rambler.ru

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ДАННЫХ И ПОСТРОЕНИЕ ПРАВИЛ В ВИДЕ ДИЗЪЮНКТИВНЫХ НОРМАЛЬНЫХ ФОРМ

Имеется набор данных, состоящий из наблюдений, представленных векторами размерности R^d. Наблюдения делятся на 2 класса: «положительные» – P и «отрицательные» – F. Цель анализа данных – выявить закономерности, позволяющие определить, какому классу принадлежит новое наблюдение.

Для решения данной задачи используется метод анализа данных, в основе которого лежит вывод логических закономерностей и правил.

Логический анализ данных (ЛАД) работает с бинарными переменными. Другие типы данных могут быть преобразованы в бинарные с помощью бинаризации.

Булевые переменные x_j и их дополнения $\bar{x}_j$, j=1,2,...,n, называются *литерами*.

Терм – конъюнкция отдельных литеров $t = \wedge_{j \in P_t} x_j \wedge_{j \in N_t} \bar{x}_j$ при $P_t \bigcap N_t = \varnothing$. Дизъюнкция $\vee_{i=1}^{m} t_i$ термов $t_i = \wedge_{j \in P_{t_i}} x_j \wedge_{j \in N_{t_i}} \bar{x}_j$, i=1,2,...,m, называется *дизъюнктивной нормальной формой (ДНФ)*. Известно, что в виде ДНФ может быть представлена любая Булева функция.

Таким образом, ключевыми строительными блоками для ДНФ являются термы. Терм t называется *положительным (отрицательным) паттерном* булевой функции при следующих условиях:

1) $t(x_j)=0$ для любого $x_j \square F$, ($x_j \square T$);

2) $t(x_j)=1$ по крайней мере для одного вектора $x_j \square T$, ($x_j \square F$).

Другими словами положительным (отрицательным) паттерном называется подкуб пространства булевых переменных B_2^n, который пересекается с множеством P (F) и не имеет общих элементов с F (P).

Для каждой точки x_j находится максимальный положительный (отрицательный) паттерн, т.е. покрывающий наибольшее количество точек из P (F).

Набор максимальных паттернов образует ДНФ $\vee_{i=1}^{m} t_i$. Данная ДНФ может определить, принадлежит новое наблюдение к положительному или отрицательному классу.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (код проекта МК-463.2010.9).

УДК 621.914

М.А. Даценко, студент; П.А. Усачов, к.т.н., доцент
Національний технічний університет України «КПІ»
E-mail: madacenko@bigmir.net

МОДЕЛЮВАННЯ СИЛ РІЗАННЯ ПРИ КОНТУРНОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

В умовах сучасного виробництва фрезерування кінцевими фрезами на верстатах з числовим програмним керуванням є однією з найбільш поширених операцій, особливо при обробці корпусних деталей. Підвищення продуктивності операцій контурного фрезерування може бути досягнуте за рахунок раціонального використання кінцевих фрез та вибору таких параметрів різання, які мінімізують похибки обробки і гарантують працездатність різального інструменту. Відомі дослідження процесу кінцевого фрезерування, метою яких було вивчення впливу різних параметрів процесу фрезерування на сили різання і працездатність кінцевих фрез. В результаті цих досліджень отримано великий об'єм даних, якими емпірично зв'язують умови обробки з різними вихідними характеристиками процесу. Проте наявна інформація не містить даних про умови роботи кінцевої фрези при урізуванні, виході і обробці внутрішніх кутів при контурному фрезеруванні корпусів. Метою даної роботи є розробка прогнозуючої математичної моделі для розрахунку сил різання, що виникають в процесі контурного фрезерування кінцевою фрезою важкооброблюваних сплавів. Зусилля, що виникають в процесі стружкоутворення і діють на кінцеву фрезу, можна отримати, розглядаючи тонкі перерізи фрези у вигляді елементарних дисків. Такий підхід до моделювання повинен поєднувати в собі рівняння товщини стружки із залежностями, що описують зусилля різання. При цьому визначається положення зубів і для кожного зуба, який бере участь в різанні, добуток елементарної площини на питомий тиск стружки визначає зусилля стружкоутворення.

В процесі різання зуб фрези контактує із заготовкою по передній поверхні через шар матеріалу, що зрізається, і по заданій поверхні через поверхню різання. Кутове положення фрези при розрахунку задається з певними інтервалами. Рівнодійна сила різання R, на зубі фрези, є змінною по всій довжині дуги контакту із заготовкою, як за величиною, так і за напрямком. При цьому на зуб фрези діють тангенціальна P_{tg} і радіальна P_r складові рівнодійної сили різання, які для конкретних умов визначаються через параметри процесу різання. Переходячи до зовнішньої системи координат верстата X і Y рівнодійна сила R розкладається на P_X і P_Y, складовими яких є сили P_{tg} і P_r.

Запропонована математична модель розрахунку сил різання при фрезеруванні кінцевою фрезою може бути використана для дослідження процесу фрезерування кінцевими фрезами, впливу силового навантаження на міцність фрези і точність обробки. Застосування моделі у виробничих умовах дозволить істотно підвищити продуктивність процесу контурної обробки на фрезерних верстатах з ЧПК.

УДК 616.12-07: 57.087.1

І.В. Дуплавий, магістрант; С.П. Вислоух, к.т.н., доцент
Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут»
E-mail: lindalance@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ

Використання нейронних мереж, поряд з традиційними методами аналізу електрокардіосигналу, є актуальним та перспективним напрямом розпізнавання серцевих патологій. Нейронні мережі надають широкі можливості для побудови якісно нових експертних систем в медицині.

Перевагами нейронних мереж є: здатність формування алгоритму прийняття рішення як результату навчання і ініціалізації мережі; самостійність знаходження взаємозв'язків всередині системи, використовуючи для цього прийоми математичної обробки вихідної вибірки, яка являє собою масив реальних експериментальних даних, а також їх швидкодія та стійкість системи.

Основними напрямками досліджень в цій галузі є: створення алгоритмічних моделей нейронних мереж, пошук параметрів для навчання і розробка алгоритмів за якими навчаються мережі, класифікація об'єктів; вдосконалення алгоритмів мереж для скорочення часу побудови нейронних структур, пошук методів підвищення стійкості нейронних систем з метою аналізу неповних або спотворених даних і даних з шумом, а також розробка нових або адаптація існуючих мереж для конкретних прикладних завдань і типів даних, як, наприклад, для обробки електрокардіосигналу. Методи вибору кількості прихованих шарів та нейронів, тобто структури мережі, кодування на вході та інтерпретація інформації на виході, вибір вхідних параметрів, які пов'язані з властивостями досліджуваних об'єктів — це найбільш складні проблеми сучасних алгоритмічних штучних нейронних мереж.

З фізичними принципами утворення та реєстрації електрокардіосигналу пов'язані задачі представлення даних медичного експерименту та виділення інформативних параметрів сигналу для експертної медичної діагностики, а також обробка, аналіз та інтерпретація оброблених даних. До сучасних задач кардіографічного нейромоделювання можна віднести: розробку швидкодіючих алгоритмічних мереж, пошук текстурних характеристик електрокардіосигналу, які пов'язані з патологією, їх аналіз і класифікація з метою встановлення діагнозу.

Саме використанню нейронних мереж при аналізі низькоамлітудного електрокардіосигналу автор присвячує свої дослідження. В дослідженнях розглядаються електрокардіосигнали високої роздільної здатності з бази даних Масачусетського технологічного інституту (MIT Database) та тестуються різними типами нейронних мереж, як то: лінійною, радіально-базисною функцією та багатошаровим персептроном. Отримані результати встановили, що найбільшу продуктивність та правильність класифікації електрокардіосигналу високої роздільної здатності має нейронна мережа типу багатошаровий персептрон.

Таким чином, використання нейронних мереж для аналізу низькоапмлітудних складових електрокардіосигналу дозволяє з високою точністю його класифікувати, що підвищує ефективність діагностики серцевих патологій.

УДК 519.688
А.И. Дырул, магистрант; П.В. Стефаненко, д.п.н, проф. В.В. Паслен к.т.н, доц.
Донецкий национальный технический университет
E-mail: artem.dyrul@gmail.com

ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ В СФЕРЕ ТЗИ

Идентификация личности (ИЛ) в настоящее время является основным аспектом обеспечения защиты информации, с ее помощью можно решить широкий диапазон проблем: ограничить доступ к информации и обеспечить персональную ответственность за ее сохранность; предотвратить проникновение на охраняемые территории за счет подделки. Исключить неудобства, связанные с утерей, порчей или элементарным забыванием ключей, карт, паролей;

На рынке биометрических устройств представлено много устройств использующих различные алгоритмы, которые имеют свои недостатки, одним из которых является достаточно низкая вероятность выполнения поставленной задачи, что является критичным в системах защиты информации (СЗИ). Требования к точности работы биометрических систем с каждым годом становятся выше. Целью данной работы было исследовать недостатки алгоритмов и минимизировать их влияние на конечный результат путем использования различных алгоритмов.

Метод главных компонент применяется для сжатия информации без существенных потерь информативности. Основное преимущество применения анализа главных компонент – это хранение и поиск изображений в больших базах данных, реконструкция изображений. Основной недостаток – высокие требования к условиям съёмки изображений.

В методе «Сравнения эластичных графов» лицо представляется в виде графа, вершины которого расположены на ключевых точках лица, таких как контуры головы, губ, носы и их крайних точках. Этот метод способен достаточно надёжно распознавать при изменениях ракурса до 22°.

Метод «Сравнение эталонов» заключается в выделении областей лица на изображении, и последующем сравнении этих областей для двух различных изображений. Недостаток этого метода заключается в том, что он требует много ресурсов как для хранения участков, так и для их сравнения. В виду того, что используется простейший алгоритм сравнения, изображения должны быть сняты в строго установленных условиях.

Алгоритмы оптического потока используются в основном для анализа движения. Используя два или более последовательных кадра изображения, можно рассчитать двумерное векторное поле, называемое оптическим потоком, которое отражает актуальное или наиболее вероятное смещение точек изображения от кадра к кадру. В работе оптический поток рассчитывался для двух произвольных изображений лица. К недостаткам этого метода в первую очередь относится его вычислительная трудоёмкость. Метод неспособен извлекать компактный набор характеристик для хранения и поиска в базе.

На основании выше исследованных моделей алгоритмов было выяснено, что использование нескольких методов для идентификации личности положительно скажется на конечном результате.

УДК 62-503.5

А.С. Євсєєв, студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: Evseev3@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ САК З ВІДХИЛЕННЯМ ЗА ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ

Сучасні вимоги щодо високої точності виготовлення деталей і підвищення продуктивності виробничих процесів за умови зростання складності самих деталей та виробів висувають проблему підвищення точності і стабільності роботи фрезерних верстатів з ЧПК при обробці високоточних деталей.

Центральне місце серед всіх напрямів розвитку автоматизації технологічних процесів займає керування процесом обробки деталей. Вирішення цієї задачі на верстатах з числовим програмним керуванням дозволить збільшити ефективність процесів обробки.

Керування починається із вибору виду системи автоматичного керування (САК) і дослідження об'єкту керування. Для нашого випадку, вважаю, найкращою буде САК з відхиленням за зворотнім зв'язком. Також для забезпечення необхідної якості деталей вибирають джерело інформації, що найбільш повно характеризує процес обробки. Після отримання необхідної інформації про об'єкт керування визначають значення коефіцієнта підсилення сигналу.

Для роботи системи необхідно мати інформацію,що відображає процес обробки яка може визначатися непрямими параметрами, такими як: сила різання, крутний момент, ефективна потужність різання, параметр акустичної вібрації. Також враховується інформація, яка дозволяє слідкувати за відхиленням вихідної інформації. Так використовується принцип комбінованого автоматичного керування: за відхилення основного показника якості за збурюючим випливом.

Таким чином, метою керування є забезпечення заданої якості обробки деталей. Тобто необхідно знайти алгоритм керування процесом обробки, що дозволить забезпечити задану якість обробки поверхні з мінімальною собівартістю при відомих динамічних характеристиках технологічної системи верстат – пристосування – інструмент – деталь.

УДК 621.395

В.В. Капцова, М.П. Олейник, студент; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: kv200909@mail.ru

«УНИВЕРСАЛЬНАЯ» ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

При проектировании многих технических объектов, в том числе систем связи и отдельных их узлов, необходимо анализировать функционирование этих объектов как систем массового обслуживания. При этом зачастую используемая при анализе модель должна описывать моделируемый объект с высокой степенью адекватности. В большинстве случаев объектам связи соответствуют достаточно сложные модели систем массового обслуживания, для которых не получены аналитические выражения, на основе которых могут быть рассчитаны вероятности состояний системы и показатели качества ее функционирования. В этом случае расчеты показателей функционирования выполняются численными методами или находятся на основе статистической обработки данных наблюдения имитационной модели системы.

Во многих программных продуктах, позволяющих реализовывать имитационные модели систем массового обслуживания, использованы следующий подход: для моделирования разработчику имитационной модели предлагается набор элементарных элементов, из которых система собирается как «конструктор». Такой подход особенно полезен, когда исследователь или проектировщик системы должен формировать имитационную модель из многих систем массового обслуживания, устанавливая некоторые связи между их элементами.

Однако зачастую полезен и другой подход. Представляет интерес дать возможность использовать достаточно универсальную модель, для которой учтены все возможные факторы ее функционирования (ограниченное или бесконечное число источников заявок, учет категорий и уровней приоритетности источников заявок, бесконечная или ограниченная очередь, возможность смены приоритета при длительном нахождении в очереди, появление потоков повторных обращений в систему, если пользователям отказано в обслуживании). Пользователь указывает, какие из перечисленных факторов учтены (то есть задает свойства модели из перечисленного набора свойств) и их числовые характеристики.

В данной работе представлен анализ основных свойств модели, которые задает пользователь. При этом этот набор «свойств» сформулирован для система массового обслуживания, которые соответствуют техническим объектам, например – системам связи или их отдельным узлам.

Разработана описанная имитационная модель системы массового обслуживания. Предложены подходы к повышению точности программной реализации выбранной математической модели. В частности разработан подход, который обеспечивает снижение зависимости точности моделирования от шага моделирования по времени за счет применения корректных алгоритмов анализа изменения состояния элементарных составляющих системы на каждом шаге.

УДК 621.4:662.9:679.1:663.3:637.22
Т.Ю. Коба, Л.И. Кныш, к.т.н., доцент, Л.В. Накашидзе, н.с.,
Г.И. Зарівняк, зав. лаб., С.О. Митрохов, с.н.с.
Днепопетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: taisiaboka@mail.ru

ЭНЕРГОАКТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Проблемы энергопотребления и энергосбережения в жилищно-коммунальном секторе актуально в условиях повышения стоимости и ограниченности запасов традиционных энергоносителей. Это заставляет искать пути экономного использования энергоресурсов, освоения энергии альтернативных источников, внедрения энергосберегающих технологий. Использование в сооружениях энергоактивных элементов позволяет обеспечить получение энергии непосредственно на объекте.

Энергоактивные элементы представляет собой термически неоднородную многослойную конструкцию с сопротивлением теплопередачи, которая отвечает требованиям ДБН В.2.6-31:2006. Основными элементами является несущая конструкция, теплоизоляция, элементы преобразования (можно использовать щелевой солнечный коллектор) и декоративно-защитные элементы. При разработке проектного решения энергоактивные элементы рассматривалась как открытая термодинамическая система, которая находится в энергетическом взаимодействии с внешней средой путем тепломассобмена. При этом основной задачей было повышение коэффициента использования солнечного излучения. Поставленная задача технически решена тем, что как энергоактивный элемент предлагается использовать щелевой солнечный коллектор, состоящий из стекла, воздушной прослойки, канала теплоносителя и теплоизоляции. Варьировались такие параметры: длина и ширина канала теплоносителя, расход через него. Для эффективного функционирования системы теплоснабжения необходимо иметь возможность рассчитать температуру в любой точке канала теплоносителя, теплоизоляции, у стенок стекла, на входе и выходе солнечного коллектора. Для решения этой задачи была составлена система уравнений, описывающая движение и теплообмен при ламинарном течении жидкости в трубах. Теплообмен в щелевом канале теплоносителя с заданными граничными условиями предложено рассчитать методом прогонки. На длине канала в 1 метр, получено, что нагрев воды может доходить до 44^0C, что является хорошим результатом. Полученные результаты представляют значительный интерес для предприятий и организаций Украины, которые занимаются вопросами проектирования зданий и энергосистем, в состав которых могут входить энергоактивные элементы, монтируют и эксплуатируют системы энергообеспечения объектов разного назначения с использованием энергии альтернативных источников. Широкомасштабное использование энергоактивных элементов при реновации существующего жилого фонда и в новом строительстве позволит экономить в общем энергетическом балансе государства до 15 % традиционного органического топлива и будет оказывать содействие снижению зависимости Украины от импорта энергоресурсов, улучшит условия проживания население, приведет к повышению экономической эффективности объектов промышленного и коммунального назначения.

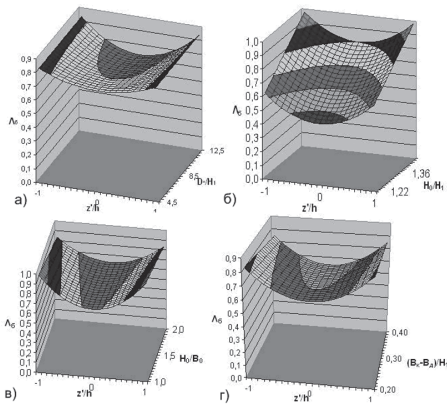
УДК 621.771

А.К. Коваленко, аспирант; Б.П. Середа, д.т.н., профессор, зав. каф. ОМД
Запорожская государственная инженерная академия
E-mail: vesnoplyas@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЛИБРА НА СТЕПЕНЬ ДЕФОРМАЦИИ СДВИГА НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОСЫ

В качестве критерия эффективности режимов прокатки широко применяется показатель степени использования запаса пластичности. Однако его определение в условиях реального процесса осложняется значительной неравномерностью деформаций и температур, поэтому предложенная математическая модель базируется на феноменологических представлениях критерия пластичности в постановке В.Л. Колмогорова [2], который в качестве такого критерия предложил величину Λ – степень деформации сдвига ($d\Lambda = Hd\tau$, где H – интенсивность деформации сдвига).

Для исследования напряженно-деформированного состояния проведено моделирование процесса прокатки в лабораторных условиях. Определены такие факторы оптимизации, как четыре безразмерных параметра, которыми характеризуется очаг деформации при прокатке в калибрах ($x_1 = D_*/H_1$ – приведенный диаметр валков; $x_2 = H_0/H_1$ – коэффициент обжатия; $x_3 = H_0/B_0$ – исходное отношение осей полосы; $x_4 = (B_к - B_д)/H_1$ – выпуска калибра) и относительная координата точек на боковой поверхности раската ($x_5 = z'/h$). Степень защемления полосы в калибре была принята равной единице ($a_з = B_0/B_д = 1$).



Распределение Λ на поверхности полосы: а – при $H_0/H_1 = 1{,}35$; $H_0/B_0 = 2$; $(B_к - B_д)/H_1 = 0{,}2$; б – при $D_*/H_1 = 12{,}5$; $H_0/B_0 = 2$; $(B_к - B_д)/H_1 = 0{,}2$; в – при $D_*/H_1 = 12{,}5$; $H_0/H_1 = 1{,}35$; $(B_к - B_д)/H_1 = 0{,}2$; г – при $D_*/H_1 = 12{,}5$; $H_0/H_1 = 1{,}35$; $H_0/B_0 = 2$

Как видно наибольшее влияние на степень деформации сдвига оказывает степень обжатия, а наибольшие значения ее достигаются на участках поверхности, которые прилегают к боковому контакту (выпуску калибра).

УДК 510.67:534.1:330.45

О.В. Коваленко, аспірант; В.І. Кузьменко, д.ф.-м.н., професор
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: sashokovalenko@yandex.ru

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТВОРЕННЯ НЕОДНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дослідження присвячене одній із проблем неруйнівної діагностики матеріалів. Була поставлена обернена задача теорії пружності із визначення механічних властивостей неоднорідної смуги. Розв'язання поставленої задачі ґрунтується на експерименті, що полягає у вдавлюванні параболічного штампу у смугу. Із експерименту визначається залежність прикладеної до штампу сили, від глибини вдавлювання. Вважалося, що пружні характеристики смуги змінюються за лише із глибиною.

Розв'язання оберненої задачі полягало у наближенні сталих Ламе, що визначають пружні характеристики тіла, кубічним сплайном із умови мінімізації функціонала: $I(F)=\int_0^{\Delta h_{\max}}\left(F_{експ}-F\right)^2 d\Delta h$, де $F_{експ}=F_{експ}(\Delta h)$ – експериментальна залежність прикладеної до штампу сили від глибини вдавлювання, $\Delta h_{\max}$ - найбільша глибина вдавлювання штампу, $F=F(\Delta h)$ – залежність прикладеної до штампу сили від глибини вдавлювання.

Мінімізація функціоналу проводилася методом локальних варіацій, на кожній ітерації якого розв'язувалася послідовність прямих задач. Кожна пряма задача полягає у знаходженні переміщення точок смуги після вдавлювання в неї параболічного штампу на відому глибину. Для розв'язання прямої задачі був використаний варіаційний принцип, що мінімізує повну енергію деформації смуги: $I=\iint_{(S)} W dS\to\min$, де W – питома потенціальна енергія смуги, S – поперечний переріз смуги. Для дискретизації прямої задачі був використаний метод скінчених елементів, в якому функції переміщення точки після вдавлювання штампу є лінійними в межах кожного скінченого елемента. Однією з проблем розв'язання оберненої задачі є проблема некоректності, а саме некоректність за 3-ю умовою Адамара.

Було створене програмне забезпечення, що розв'язує поставлену задачу. На основі результатів роботи програми, був зроблений висновок, що функціонал *I(F)* є багато екстремальним навіть при введенні до нього стабілізатору Тихонова. Аналогічного висновку було зроблено при розв'язанні оберненої задачі на основі вдавлювання двох штампів в різних місцях смуги.

Результати даної роботи можуть бути використані для знаходження покладів корисних копалин в геології, для знаходження механічних властивостей твердих тіл в будівництві, в багатьох областях металургії і машинобудування.

УДК 624.073.18

В.Ю. Кожарин, инженер; О.И. Ковч, инженер
ГП «Конструкторское бюро «Южное» имени М.К. Янгеля
E-mail: udhtu@mail.ru

ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СК ПРИ СТАРТЕ РН

Рассматриваются вопросы прочности конструкций элементов защиты корпусов автоматических стыковочных устройств (АСУ) технологического оборудования стартового комплекса «Циклон-4», испытывающих интенсивные газодинамические и тепловые воздействия в процессе старта космических ракет-носителей.

Расчёты теплонапряженного состояния проводится на основе методов результатов инженерного и конечно-элементного анализа с использованием программного комплекса NASTRAN.

При проведении расчётов исследуются различные варианты конструкции защиты, реализуемые в составе корпусов АСУ.

На основании полученных результатов проводится комплексный анализ параметров напряженно-деформированного состояния базовых элементов по времени процесса старта и оптимизация выбранных конструктивных схем.

С учётом проведенных исследований формулируются практические рекомендации, обеспечивающие выбор оптимальных конструктивных параметров защитных систем на проектно-конструкторском этапе разработки.

УДК 621.4

Б.В. Корнілов, В.Л. Марков, зав. від.,
Г.И. Зарівняк, зав. лаб., Л.В. Накашидзе, н.с.
Дніпропетровский национальный університет ім. Олеся Гончара
E-mail: balesan2209@yandex.ua

ОБТІКАННЯ ЗАТУПЛЕНИХ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ ТІЛ В НАДЗВУКОВОМУ ПОТОЦІ

В ході повернення космічного апарату на Землю його поверхня нагрівається за рахунок значної швидкості руху апарату і згущення повітря. Тому задача пошуку форми носової частини космічного апарата є актуальною. Дослідженням обтікання тіл у надзвуковому потоці займалося багато випускників механіко-математичного і фізико-технічного факультетів; даною займалися М.К.Янгель, В.Ф.Уткін, Е.Р.Абрамовский та ін. Незважаючи на живий інтерес серед вчених-гідроаеромеханіків до проблеми обтікання тіл надзвуковими потоками повітря, в даній сфері залишилося ще дуже багато білих плям.

Вибір оптимальної форми носової частини космічного апарату дозволяє значно зменшити перегрузки і температуру поверхні апарату. Пропонується для носової частини космічного апарату використовувати затуплену параболічну форму.

Для знаходження аеродинамічних характеристик затуплених осесиметричних тіл в надзвуковому потоці було обрано метод Ньютона. Це досить простий метод, який дає хороші результати при дослідженні обтікання надзвуковими потоками газу. Розрахунки здійснювались з використанням формули Ньютона-Ліза:

$p=B \cdot cos^2\eta$,

де: B – константа, що визначає значення тиску в точці гальмування,

$cos^2\eta = (V_n/V_\infty)$ – кут, що визначає геометрію поверхні.

Таким чином для визначення тиску в кожній точці (а в кінцевому розрахунку – аеродинамічних характеристик) потрібно розрахувати геометрію обтікаючого тіла.

На початковому етапі роботи було визначено форму обтікаючого тіла, досліджено на відсутність точок злому в геометрії тіла. Розраховано основні аналітичні рівності, необхідні для переходу до програмування.

На другому етапі виконано введення програмного коду в середовищі Compaq Visual Fortran 6 та протестовано дану програму на прикладі обтікання конусу, порівнюючи отримані результати з результатами отриманими аналітично.

На третьому етапі було досліджено обтікання затупленого конусу та деяких комбінацій з кількох конусів.

На четвертому етапі отримані результати було опрацьовано в офісній програмі Excel та побудовано графіки.

Даний розрахунок був виконаний не тільки в визначенні залежності аеродинамічних характеристик від кута атаки (як в попередніх роботах), а й з врахуванням кута ковзання. Результатом розрахунків є графічні залежності аеродинамічних характеристик у залежності від певних параметрів (кута атаки, кута ковзання чи числа Маха). Отримані результати можна вважати достовірними, тому що вони співпадають з результатами отриманими раніше.

УДК 539.3

М.М. Кострова, студентка; В.М. Ахундов, д.ф.-м.н., проф.;
И.Ю. Наумова, к.ф.-м.н., доц.
Национальная Металлургическая Академия Украины (НМетАУ)
E-mail: mari-kostrova@yandex.ru

ОДНОРОДНЫЙ И АРМИРОВАННЫЙ НИТЯМИ ЭЛАСТИЧНЫЕ ЦИЛИНДРЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

Актуальность задачи о напряженно-деформированном состоянии эластичных цилиндров, однородных и армированных нитями (волокнами), определяется тем, что такие цилиндры широко применяются в качестве накопителей кинетической энергии (маховиков), соединительных муфт для «мягкой» передачи тяговых моментов, в качестве уплотнителей валов, элементов разнообразных амортизаторов и т.п.

Рассмотрены однородный и армированный нитями по окружным направлениям эластичные цилиндры под воздействием сил инерции, обусловленных вращением цилиндра вокруг его осевой линии. Нити в армированном цилиндре располагаются равномерно и обуславливают макроскопически трансверсально – изотропные свойства материала с цилиндрической симметрией.

Математическое моделирование цилиндров производили при условиях плоского характера осесимметричной деформации и при малых деформациях, получаемых ими во вращательном движении. Для армированного материала принимали модель эффективно (макроскопически) трансверсально-изотропного материала. Параметры упругих свойств материала вычисляли по формулам теории эффективных модулей, исходя из упругих параметров изотропных материалов матрицы, нитей и объемного наполнения нитями. В итоге пришли к разрешающим деформационным и физическим соотношениям вместе с нетривиальным уравнением равновесия (движения) относительно радиального направления. На основе уравнений модели получили решения в конечных формулах для искомых величин краевых задач, отвечающих ряду граничных условий на внутренней и наружной лицевых поверхностях цилиндров.

Представляются полученные из решений соответствующих краевых задач распределения в цилиндрах перемещений и напряжений для случая жесткого соединения с недеформируемым валом и случая свободного вращения. В первом случае осевая деформация цилиндра равна нулю. Во втором случае равна нулю результирующая продольная сила в поперечных сечениях цилиндра. Распределения перемещений и напряжений приведены для цельнорезинового цилиндра и цилиндра, резиновая матрица которого армируется нитями полиамидного корда. Выявляются количественные и качественные различия между распределениями данных величин в однородном и армированном цилиндрах при одинаковой скорости их вращательного движения.

УДК 539.3

А.Н. Кузнецова, студент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: kuznetsova_ann@i.ua

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ФИНАНСАХ

Проблемы перехода украинской экономики к рынку сложны и многоплановы. Сегодня, когда Украина все еще находится в глубочайшем социально-экономическом кризисе и большинство украинцев находится за чертой бедности, в обществе идут поиски путей обеспечения ее национальной, социально-экономической, экологической, ядерной, продовольственной, интеллектуально-образовательной, информационной и прочей безопасности.

Экономический рост в любой стране невозможен без реализации новых крупномасштабных проектов, инвестиций и инноваций, без политической стабильности и устойчивости финансово – банковской системы, уверенности инвесторов и собственников капитала в твердости реализуемого политического курса, нацеленности на эффективность развития производства, разумности правил налогообложения и деловой игры.

Подобная постановка проблемы требует формализации социо-техно-экономических взаимосвязей существующих организационно-производственных систем и создания на их основе адекватных оптимизационных математических моделей, отражающих сущность и особенности современных социо-техно-экономических систем.

Экономико-математическое моделирование, являясь одним из эффективных методов описания сложных социально-экономических объектов и процессов в виде математических моделей, превращается тем самым в часть самой экономики, вернее, в сплав экономики, математики и кибернетики. Подтверждением положительной оценки этого явления стало присуждение Нобелевских премий в области экономики в последнее десятилетие в основном только за новые экономико-математические исследования.

УДК 519.854.33

Р.И. Кузьмич, студент; И.С. Масич, к.ф.-м.н., доцент
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева
E-mail: kuzrom88@mail.ru

ЕДИНИЧНЫЙ СПОСОБ БИНАРИЗАЦИИ РАЗНОТИПНЫХ ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ

Типичная задача распознавания может быть сформулирована следующим образом. Имеется выборка данных, которая состоит из двух непересекающихся множеств Ω^+ и Ω^- n-мерных векторов. Каждый вектор соответствует некоторому наблюдению, векторы множества Ω^+ соответствуют классу C, а векторы Ω^- не соответствуют этому классу. Компоненты векторов, называемые признаками, представляют собой результаты определенных измерений, тестов. Эти компоненты могут быть численными, номинальными или бинарными.

Задача состоит в том, чтобы на основании имеющейся выборки данных классифицировать новое наблюдение, которое не содержится в выборке. В основе предлагаемого подхода к классификации данных лежит метод, происходящий из теории комбинаторной оптимизации и называемый логическим анализом данных.

Исследуемый метод предназначен для работы с выборками данных, в которых признаки принимают бинарные значения. Так как исходная выборка может состоять из разнотипных признаков, необходимо воспользоваться способом бинаризации.

Рассматривается следующий способ бинаризации. Каждой метрической переменной ставится в соответствие несколько бинарных переменных. Бинарная переменная принимает значение 1, если значение соответствующей метрической переменной принимает значение выше определенного порога, и наоборот. Недостатком способа является то, что существует большое число комбинаций бинарных переменных, которым не соответствуют точки в исходном пространстве (2^n-n-1). Этот недостаток затрудняет использование такого способа для кодирования переменных критериальной функции при решении задач оптимизации, так как большое число решений будут недопустимыми. Но в данном случае, для классификации, это не имеет значения, так как бинарные переменные получаются путем кодирования заданных метрических переменных. Основным же преимуществом такого способа является соответствие расстояний в исходном и бинарном пространствах. Это значит, что точки, близкие в исходном пространстве, являются близкими и в бинаризованном. А это, в свою очередь, позволяет еще в процессе бинаризации минимизировать число порогов, ставя в соответствие близким значениям исходной переменной одно и то же значение в бинарном пространстве.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (код проекта МК-463.2010.9).

УДК 617-089.844

І.В. Левандовська, студент; І.В. Максимчук, к. т. н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: memedd@ukr.net

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АБЛЯЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

Процесом лазерної абляції називають видалення речовини з поверхні за допомогою лазерного імпульсу. При низькій потужності випромінювання речовина випаровується і на оброблюваній поверхні утворюється кратер. Математична модель процесу абляції біологічних тканини залежить від параметрів системи «промінь-об'єкт». Дані параметри можна розглядати як такі, що характеризують процес випаровування, та параметри, що характеризують лазерне випромінювання.

До першого виду параметрів відноситься глибина абляції (h), що прямо пропорційно пов'язана з густиною інтенсивності випромінювання лазеру. Розподіл енергії в перерізі променя може бути рівномірний, а може описуватися певним законом, наприклад гаусів розподіл. Тому інтенсивності випромінювання розглядається відносно значення даного параметру в центрі лазерного пучка (W_0).

Величина густини інтенсивності лазерного випромінювання, що забезпечує проведення абляції на задану глибину, залежить від типу біологічної тканини. Це виражається за допомогою формули Велша.

До параметрів, що характеризують випромінювання, відноситься профіль лазерного променя – щілина, коло, спеціальні профілі і т.д. Вважатимемо, що функція розподілу інтенсивності випромінювання допускає параметричний опис, який в декартовій системі координат XOY можна задати у вигляді

$$W = f(x, y, W_0) = f\left(x, y, \frac{W_{кр}}{e^{h\mu}}\right)$$

де $f(x, y, W_0)$ – функція, що описує множину реалізації розподілу енергії за заданим профілем випромінювання; μ – коефіцієнт поглинання біологічної тканини; $W_{\text{кр}}$ – величина густини розподілу інтенсивності випромінювання, при якій починається процес абляції, мДж/см^2.

Процес випаровування біологічної тканини значним чином залежить від тривалості лазерного імпульсу (t) та частоти випромінювання (ν).

Отже, враховуючи дані фактори, що описують процес абляції розкид температур в зоні випаровування можна відобразити за допомогою наступної формули.

$$T = F(W, t, \nu) = F\left(f\left(x, y, W_0\right), t, \nu\right)$$

де $F(W, t, \nu)$ – функція залежності температури випаровування від виду біологічної тканини.

Розглянуті параметри, що впливають на процес абляції, необхідно підібрати таким чином, щоб температура в будь-якій точці зони випаровування не перевищувала критичну, тобто температуру, при якій відбувається денатурація білкових молекул.

УДК 539.3

Е.Е. Левина, аспирантка; А.И. Маневич, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: dielavina@mail.com

ГАШЕНИЕ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Для уменьшения вредных и опасных колебаний в технических системах и сооружениях используют различные типы динамических гасителей колебаний, в частности, маятниковые гасители. Эффект этих гасителей связан с действием центробежных сил инерции, возникающих при колебательном движении груза. Однако среднее значение центробежной силы инерции при колебательном движении относительно невелико. В связи с этим представляет интерес изучение другого типа гасителя, в котором добавляемая масса совершает вращательное движение (со значительно большими центробежными силами).

В данной работе представлены результаты теоретического и экспериментального исследования эффективности такого типа гасителя в случае свободных колебаний. Рассматривается система с двумя степенями свободы, состоящая из осциллятора (расположенного вдоль горизонтальной оси ox) и связанной с ним материальной точки – шарика, который может вращаться в горизонтальной плоскости xoy. Система получает начальный импульс (или имеет начальное смещение) по оси ox. Математическая модель сводится к системе двух нелинейных уравнений

$$\begin{cases} \ddot{X}+\beta_1^*\dot{X}+X+\mu\left(\ddot{\theta}\cdot\sin\theta+\dot{\theta}^2\cos\theta\right)=0 \\ \ddot{X}\sin\theta+\ddot{\theta}+\beta_2^*\dot{\theta}=0 \end{cases} \quad (1)$$

где X, θ – безразмерные координаты основного тела и шарика, μ, β_1, β_2 - безразмерные параметры относительной массы шарика, и демпфирования тела и шарика (здесь введено безразмерное время $\tau=\omega_0 t$, ω_0 -собственная линейная частота осциллятора).

Анализ динамики системы (1) выполнен при помощи численного эксперимента с использованием пакета Maple, в котором варьировались величина начальной скорости или начального отклонения осциллятора, а также параметры демпфирования и начальное положение шарика. Численный анализ показал, что в определённом диапазоне начальной скорости (и начального отклонения) шарик действительно приобретает вращательное движение, и при этом энергия системы быстро передаётся от основного тела на шарик, что обеспечивает уменьшение амплитуды колебаний тела в несколько раз.

Наряду с теоретическим анализом выполнено экспериментальное исследование на специальной модели, которое подтвердило теоретический вывод об эффективности рассмотренного типа гасителя свободных колебаний осциллятора.

УДК 629.783

В.В. Ляшенко[1], аспирант; Ю.Д. Шептун[2], д.т.н., профессор
[1]ГП «ПО Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова»
[2]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: vvliashenko@rambler.ru

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КА

Опыт проведения комплексных электрорадиотехнических испытаний КА «Микрон» и «Egyptsat-1» показал целесообразность разработки: метода системного диагностирования КА по телеметрическим параметрам (ТМ-параметрам) и метода контроля и диагностирования КА без использования ТМ-параметров.

В докладе излагается основа этих методов – математические модели контроля и диагностирования КА.

Математическую модель диагностирования КА по ТМ-параметрам предлагается строить в виде совокупности таблиц нештатного функционирования. Таблицы строятся на основе функциональных схем, отображающих зависимость процессов в КА, реализуемых в ходе комплексных программ работ. Столбцы таблиц обозначены именами ТМ-параметров, строки описывают нештатные состояния КА. В ячейках – значения, «1» («0») двоичных функций, характеризующих штатную (нештатную) реализацию процессов в системах КА. Компьютерный анализ значений двоичных функций, записанных в строках таблиц нештатного функционирования КА, позволяет указать причину неисправности КА.

Для решения задачи контроля и диагностирования КА без ТМ-параметров использованы непрерывные измерения потребляемой мощности КА.

Суть разработанного метода контроля и поиска неисправностей в КА состоит в сравнении с использованием ПЭВМ эталонных значений потребляемой мощности с измеренными.

Математическая модель, отражающая штатное функционирование систем КА имеет вид алгебраического соотношения.

$$Q_{ЭТАЛОН.}(t) = (P_{ЭТАЛ.1}(t) \pm \sigma_P) \cdot h(t - t_0) + (P_{ЭТАЛ.2}(t) \pm \sigma_P) \cdot h(t - t_1) +$$
$$+ (P_{ЭТАЛ.3}(t) \pm \sigma_P) \cdot h(t - t_2) + \ldots + (P_{ЭТАЛ._N}(t) \pm \sigma_P) \cdot h(t - t_N),$$

где $Q_{ЭТАЛОН.}$ – суммарная потребляемая мощность КА при штатном функционировании; t – текущее время отработки комплексной программы работ; t_1, t_2 ,..., t_N – моменты времени коммутации нагрузок-систем КА; $P_{ЭТАЛ.1}$, $P_{ЭТАЛ.2}$,..., $P_{ЭТАЛ._N}$ – эталонные потребляемые мощности систем КА в моменты времени t_1 , t_2 ,..., t_N . При подключении той или иной системы КА: $P_{ЭТАЛ._N} > 0$, при отключении: $P_{ЭТАЛ._N} < 0$; σ_P – отклонения потребляемой мощности КА от номинальных значений; $h(\tau)$ – функция Хэвисайда:

$$h(\tau) = \begin{cases} 1 \ldots при \ldots \tau \geq 0, \\ 0 \ldots при \ldots \tau < 0. \end{cases}$$

УДК 504.064.47

Д.А. Мельничук, студент; А.Ю. Рыбалко, аспирант;
Э.А. Спорягин, д.т.н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: niggilus@gmail.com

ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКИХ НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В КОНУСНЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ КАНАЛАХ

Жидко-вязкие полимерные материалы, а также композиции на их основе при переработке подвергаются деформированию и при этом проявляют ряд свойств, делающих этот процесс технологически сложным как в теоретическом расчёте, так и в реализации. Наибольшие трудности возникают вследствие зависимости реологических свойств жидкости от кинематических характеристик течения и геометрии канала. Выявление этих закономерностей экспериментальными и теоретическими методами дает возможность производить необходимые технологические операции на технологически сложном оборудовании с соблюдением необходимых параметров (температура, давление, геометрические особенности оборудования и т.д.).

Моделирование течения вязких жидкостей позволяет проектировать необходимое оборудование, в частности ракетные двигатели на пастообразном топливе, а также регулировать заданные параметры процесса.

Целью настоящей работы является рассмотрение закономерностей течения высоковязких неньютоновских жидкостей в осесимметричных конических каналах. Это позволит рассчитать параметры процессов течения пастообразного топлива в ракетных двигателях, а также технологические параметры формования топливных элементов на основе полимерных горюче – связующих материалов.

В ходе работ были исследованы особенности течения жидко-вязких сред, при помощи современных компьютерных средств вычислительной техники создана математическая модель, позволяющая описать и спрогнозировать поведение полимеров и композиций на их основе при движении в осесимметричных конических каналах.

Моделирование дало возможность рассчитать такие взаимозависимые параметры как скорость течения жидкостей, а также их объёмный расход при различных значениях вязкости и напряжениях сдвига.

Результаты работы могут быть применены при конструировании и эксплуатации технологического оборудования переработки полимерных материалов, а также ракетных двигателей на пастообразном топливе.

Эти двигатели не являются маршевыми, но применяются для ориентации ракет в пространстве в условиях стратосферы и открытого космоса.

Таким образом, проведенные работы имеют прямое отношение к развитию как военной, так и космической техники, занимая в этой сфере важное место.

УДК 539.12

Т.Ю. Мендиковская, студент;. А.С Долгов, к.т.н., проф.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРАТЕРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИОННОМ РАСПЫЛЕНИИ

Процесс распыления твёрдых тел представляет собой разрушение твёрдых тел под действием бомбардировки их поверхности заряженными и нейтральными частицами (атомами, ионами, нейтронами, электронами и др.) и фотонами.

Облучение плоских поверхностей ионными пучками широко используется в различных технологических процессах для улучшения свойств поверхностного слоя. Наряду с положительными эффектами такая обработка во многих случаях может давать и нежелательное развитие поверхностной морфологии.

Часто распылению сопутствует появление на поверхности конусов и кратеров. Их появление обычно связывают с начальным затемнением, загрязнением, наличием примесей или дефектами отдельных участков поверхности. Весьма интересной является часто возникающая структура типа ‘конус в лунке’ с характерными размерами 0,1-5 мкм и плотностью до 10^{-3} $см^{-2}$.

Суть данного процесса состоит в том, что при возникновении на поверхности дефекта в виде маленького кратера распыление его краев идет быстрее, чем дна, за счет зависимости коэффициента распыления от угла между локальной нормалью к поверхности и направлением ионной бомбардировки.

По этой же причине на некоторой стадии начинается более интенсивное травление участков дна примыкающих к краям. Это вызывает появление и рост на дне кратера образования, постепенно переходящего в конус или пирамиду.

В данной работе рассмотрена эта структура и дано качественное объяснение ее появления. Для построения математической модели использована система уравнений эрозии. Проведено компьютерное моделирование процесса. Проведение компьютерного моделирования доказывает возможность использования систем уравнения эрозии при математическом описании данного процесса.

УДК 534.2

Т.Б. Миронова, к.т.н., м.н.с.; А.Б. Прокофьев, д.т.н., доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)
E-mail: mirtb@rambler.ru

МЕТОДИКА КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБОПРОВОДА С ПУЛЬСИРУЮЩИМ ПОТОКОМ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

Разработана методика конечно-элементного моделирования виброакустических характеристик трубопроводных систем сложной пространственной конфигурации при их нагружении пульсирующим потоком рабочей жидкости и кинематическом возбуждении со стороны присоединенных агрегатов на базе использования одномерных линейных конечных элементов. Методика основана на решении методом конечных элементов обобщенной системы уравнений, описывающих динамику пространственно сложных разветвленных трубопроводных систем

$$\frac{\partial^2\bar{u}}{\partial\tau^2}=\frac{\partial\bar{Q}'}{\partial\varepsilon}+\bar{q}+\bar{f}+\bar{\gamma}_1,\quad \frac{\partial p}{\partial\tau}=-B_{mp}\frac{\partial w}{\partial\varepsilon},\quad \bar{M}=A\left(\bar{\chi}-\bar{\chi}_0\right)+\bar{M}_0,\frac{\partial\bar{\omega}}{\partial\varepsilon}-\frac{\partial\bar{\chi}}{\partial\tau}=\bar{\omega}\times\bar{\chi},$$
$$\frac{\partial\bar{u}}{\partial\varepsilon}=\bar{e}_1-\bar{e}_{10},\quad \frac{\partial\bar{M}}{\partial\varepsilon}+\bar{e}_1\times\bar{Q}'_б+\bar{\mu}+\sum_{i=1}^{m}\bar{M}_{ci}\delta\left(\varepsilon-\varepsilon_i\right)=0,\quad \bar{f}=f_1\bar{e}_1+f_2\bar{e}_2+f_3\bar{e}_3,$$
$$n\left(\frac{\partial^2\bar{u}}{\partial\tau^2}+w\frac{\partial^2\bar{u}}{\partial\tau\partial\varepsilon}+\frac{\partial w}{\partial\tau}\left(\bar{e}_1+\left(\frac{\partial\bar{u}}{\partial\varepsilon}\right)_2\bar{e}_2+\left(\frac{\partial\bar{u}}{\partial\varepsilon}\right)_3\bar{e}_3\right)+w\frac{\partial w}{\partial\varepsilon}\left(\bar{e}_1+\left(\frac{\partial\bar{u}}{\partial\varepsilon}\right)_2\bar{e}_2+\left(\frac{\partial\bar{u}}{\partial\varepsilon}\right)_3\bar{e}_3\right)\right)=-\frac{\partial\left(p\bar{e}_1\right)}{\partial\varepsilon}+\bar{\gamma}_2-\bar{f},\quad (1)$$

Введена функция $\boldsymbol{\Phi}$, удовлетворяющая дифференциальным уравнениям (1): $\boldsymbol{\Phi=[u_1,u_2,u_3,\omega_1,\omega_2,\omega_3,\chi_1,\chi_2,\chi_3,Q_1,Q_2,Q_3,p,w]}$, где $\boldsymbol{u_1,u_2,u_3,\omega_1,\omega_2,\omega_3,\chi_1,\chi_2,\chi_3,Q_1,Q_2,Q_3}$- искомые параметры механической подсистемы, $\boldsymbol{p,w}$ – искомые параметры гидравлической подсистемы. Общий вид обобщенных уравнений метода взвешенных невязок по методу Бубнова-Галеркина для каждого из уравнений системы (1) можно записать: $\int_{\Omega}N_l A(\hat{\Phi})d\Omega=0$. Векторная форма данной системы уравнений имеет вид

$$M_{lm}\frac{d^2\Phi_m}{d\tau^2}+C_{lm}\frac{d\Phi_m}{d\tau}+K_{lm}\Phi_m=f_l\ .(2)$$

Для решения системы уравнений (2) был использован метод простых итераций

$$M(\Phi^{g-1})\frac{d^2\Phi^g}{d\tau^2}+C(\Phi^{g-1})\frac{d\Phi^g}{d\tau}+K(\Phi^{g-1})\Phi^g=f^{g-1},\ (3)$$

Адекватность разработанной методики подтверждена с помощью экспериментальных исследований, результаты которых хорошо согласуются с результатами моделирования по разработанной методике (см. рис. 1, где $Ap_{вх}$ – амплитуда пульсаций давления на входе в трубопровод, $\boldsymbol{Av}$ – амплитуда виброскорости в сечении трубопровода).

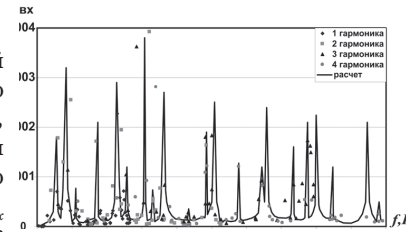


Рис. 1 – Амплитудная частотная характеристика трубопровода

УДК 530.152.15

Е.Ю. Мороз, аспирантка; С.Е. Зирка, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: lena5@i.ua

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ ТОНКОГО ФЕРРОМАГНИТНОГО ЛИСТА

Адекватное описание таких устройств, как трансформаторы, реакторы, электродвигатели, которые содержат ферромагнитные сердечники, требует учета магнитного гистерезиса, вихревых токов и магнитной вязкости материала магнитопровода. В [1] предложена магнето-динамическая модель тонкого листа

$$H(B) = H_{\text{ст}}(B) + \frac{d^2}{12\rho}\frac{dB}{dt} + g(B)\left|\frac{dB}{dt}\right|^{\alpha}\delta\,, \quad (1)$$

где B – магнитная индукция; $H_{\text{ст}}(B)$ – составляющая поля, определяемая по статической модели гистерезиса; ρ – удельное сопротивление; d – толщина листа; $\delta=\text{sign}(dB/dt)$; α и $g(B)$ – параметры магнитной вязкости, настраиваемые по результатам эксперимента. Данная модель хорошо зарекомендовала себя для анизотропных и ряда изотропных электротехнических сталей с высоким содержанием кремния (5-6%). Однако, модель (1) оказывается непригодной для моделирования изотропных сталей с содержанием кремния до 2%, обладающих относительно низким удельным сопротивлением. Основная причина этого – описание вихретоковой составляющей поля классической формулой (второе слагаемое в (1)), полученной путем решения уравнений Максвелла для линейной среды.

В настоящей работе предложено в качестве второго слагаемого в (1) использовать формулу, являющуюся решением уравнений Максвелла в случае материала с идеально прямоугольной петлей гистерезиса [2]

$$H_{\text{ВТ}} = \frac{d^2\left(B - B_{\text{Р}}\right)}{8\rho B_{\text{М}}}\frac{dB}{dt}\,, \quad (2)$$

где $B_{\text{Р}}$ – значение индукции в точке реверса поля; $B_{\text{М}}$ – максимальное значение индукции в прямоугольной петле. Отличием в данной работе является то, что величина $B_{\text{М}}$, наряду с $\alpha(B)$ и $g(B)$, является настраиваемым параметром. Предложен алгоритм, по которому проведена настройка модели для двух изотропных сталей. Показана высокая точность воспроизведения динамических кривых гистерезиса в широком диапазоне частот и амплитуд индукции.

1. **Zirka, S.E.** Generalization of the classical method for calculating dynamic hysteresis loops in grain-oriented electrical steels/ S.E. Zirka, Y.I. Moroz, P. Marketos, A.J. Moses, Jiles D.C., T. Matsuo // IEEE Trans. Magn. – 2008. – Vol. 44. – № 9. – P. 2113–2126.
2. **Розенблат М.А.** Магнитные элементы автоматики и вычислительной техники / М.А. Розенблат. – М.: Наука, 1974. – 768 с.

УДК 621

О.Ю. Огірь, студентка
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: Elena-ogir@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАННЯ ПРИЛАДІВ

На даному етапі розвитку приладобудування багато уваги приділяється автоматизації технологічних процесів виготовлення деталей. Проте не менш важливою є автоматизація технологічних процесів складання приладів, оскільки саме цей процес містить 60-80 % трудомісткості виготовлення всього виробу.

Основною метою автоматизації проектування технологічних процесів складання є зменшення затрат на виготовлення виробу, тому визначальну роль відіграють економічні фактори, які визначають доцільність застосування такої форми складання.

Технологія складання в першу чергу залежить від конструкції виробу, технологічних методів і способів, необхідних для його складання. За змістом завдання проектування технологічного процесу складання розділяється на три етапи: вибір схеми базування і складу оснащення складання; визначення послідовності установки елементів складальної одиниці; проектування технологічного процесу складання. При такій постановці задачі проектування технологічного процесу складання для автоматизованого проектування необхідно задати конструкцію виробу у вигляді опису креслення і технічних умов, розробити модель виробу (схему складального складу) і технологічного процесу складання. Дійсно, можлива тільки така схема технологічного розчленовування виробу і така сама схема складання, при яких технологічний процес складання може бути реалізований. Якщо для складальної одиниці існує хоч би один варіант технологічного процесу складання то така схема технологічного модулі можлива. Для виробу оптимальної схеми технологічного поділу порівнюють різні схеми модуля по техніко-економічним показникам, прийнятим як критерій оптимальності. В цьому випадку необхідний аналіз всіх можливих варіантів технологічних процесів складання для кожної складальної одиниці виробу, властивостей технологічних процесів і оснащення складальних робіт.

Взявши до уваги вище викладене, можна зробити висновок про актуальність даної теми, направленої на розробку принципів і методів моделювання технології механоскладальних робіт, для подальшої автоматизації проектних робіт.

УДК 658.512.4

Ю.Ю. Огирь, студентка
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
E-mail: ogir-yulia@mail.ru

АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ САПР СБОРОЧНЫХ РАБОТ НА СОВРЕМЕННЫХ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Разработка и внедрение автоматизированных систем производственного назначения на базе прогрессивных информационных технологий на сегодня есть одним из приоритетных направлений развития промышленности Украины. Наименее компьютеризированными есть системы автоматизированного проектирования сборочных работ, поскольку этот процесс сложен и представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для системы технологической подготовки производства (АСТПП), состоящую из комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

Основной целью данной работы является анализ оценки эффективности внедрения АСТПП на современных приборостроительных предприятиях.

В результате проведенного анализа установлено, что различают эффективность создания АСТПП и эффективность ее функционирования. САПР относится к тому типу современных систем, для которых характерно быстрое развитие методов и средств. Поэтому стратегия затрат должна учитывать, с одной стороны, революционный характер создания АСТПП, а с другой — эволюционный характер ее развития, предполагающий периодическое вложение средств в актуализацию систем и повышение ее изменяющейся во времени эффективности. При этом используют следующие критерии выбора средств системы:

-максимум производительности при ограниченных затратах;

-сокращение сроков проектирования и планирования;

- максимум отношения П/З;

-сокращение затрат (З) при ограниченной производительности (П);

-максимум разности экономии (Э) и затрат (З) и др.

При оценке эффективности создания функционирования АСТПП применяются подходы, описанные выше. Вместе с тем функционирование АСТПП дает специфический косвенный экономический эффект

$$\Delta Э = \Delta Э_{П} + \Delta Э_{К}$$

где $\Delta Э_{П}$ — прямой экономический эффект; $\Delta Э_{К}$ — косвенный экономический эффект.

Внедрение АСТПП на этапе технологической подготовки производства позволит значительно уменьшить время освоения новой продукции на приборостроительных предприятиях, что особо актуально в условиях мелкосерийного производства.

УДК 533.6.013

В.И. Пасько, инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoe.com

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАССЕЯНИЯ РАДИОВОЛН СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ ОТ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Основным физическим параметром, посредством которого системами противовоздушной и противоракетной обороны осуществляется обнаружение и распознавание аэродинамических объектов, является их эффективная поверхность рассеяния (ЭПР).

Поэтому оценку ЭПР проектируемых летательных аппаратов необходимо осуществлять на самых ранних стадиях их разработки, а сам процесс проектирования должен быть направлен на получение изделия с минимальной радиолокационной заметностью.

Так как физическое или натурное моделирование процессов рассеяния радиоволн является трудоемким и связано с временными и возможными финансовыми затратами, в качестве разумной альтернативы выступает математическое моделирование, объектом исследования которого является цифровая модель изделия.

Существующие аналитические методы расчета ЭПР накладывают строгие ограничения на геометрические параметры объектов и при использовании их для решения задач рассеяния на сложных телах дают низкую точность, поэтому, для устранения данных недостатков, необходимо прибегать к использованию численных методов.

Целью настоящей работы является разработка численного метода расчета ЭПР объектов произвольной формы в СВЧ диапазоне.

Излагаемый метод основан на полигональном представлении геометрии объекта и поэтому может быть отнесен к классу «фасеточных» методов. Точность расчета при этом напрямую зависит от точности аппроксимации полигональной моделью реального объекта и может быть повышена уменьшением размеров полигонов. Метод ориентирован на использование современных систем автоматизированного проектирования и инженерного анализа для получения высокоточной цифровой модели объекта произвольной формы, что значительно снижает трудоемкость проведения подготовительных работ для расчета ЭПР объекта.

Для оценки применимости разработанного метода проводился расчет ЭПР полигональной цифровой модели сферы. Отличие полученного результата от рассчитанного по существующей аналитической зависимости составило 0,05 дБ. Это свидетельствует о возможности применения разработанного метода для оценки радиолокационной заметности проектируемых изделий на первоначальных этапах их разработки. На основании результатов расчетов могут быть выданы рекомендации по изменению геометрических параметров проектируемых изделий с целью снижения их радиолокационной заметности.

УДК 627.750

В.А. Перерва, аспирант; Е.В. Карпович, к. т. н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: pererva.viktor@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В СВАРОЧНОЙ ДУГЕ ПРИ СВАРКЕ ПОЛЫМ КАТОДОМ

В настоящее время развитие теории математической физики и численных методов привело к широкому использованию компьютерных технологий на стадии подготовки производства. Эти технологии эффективны при создании программного обеспечения, позволяющего виртуально воспроизводить технологические процессы.

В компьютерных программах перспективно использовать теоретическую модель электрической дуги, которая применима при любых способах аргонодуговой сварки и значениях её параметров.

Несмотря на хорошее развитие теории электрической дуги и наличие большого количества экспериментальных данных, физико-математической модели (ФММ), пригодной для решения технологических задач сварки полым катодом, не существует. Это определяет актуальность разработки детерминированной ФММ дуги для решения технологических задач.

Целью работы является разработка математической модели, алгоритма ее реализации и программного обеспечения для компьютерной имитации процесса горения дуги в процессе сварки полым катодом.

Для решения поставленных в работе задач использовались аналитические методы моделирования электрических, термодинамических и механических процессов, метод конечных разностей для решения нелинейных уравнений математической физики, статистические методы определения адекватности модели экспериментальным данным.

Практическая ценность работы заключается в разработке математической моделеи процессов дуговой сварки полым катодом; создании программного обеспечения, которое может быть использовано для прогнозирования энергетических и силовых характеристик сварочной дуги, для снижения временных и материальных затрат при проектировании сварочных процессов; а также в учебных курсах ВУЗов для визуализации физических процессов, происходящих при горении сварочной дуги.

УДК 621.791.72.052

В.А. Перерва, аспирант; Е.В. Карпович, к.т.н., доцент;
В.Г. Бессалый, начальник бюро лаборатории сварки
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
Государственное предприятие «ПО ЮМЗ» им. А.М. Макарова
E-mail: kelv@ua.fm

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ ТОЛСТОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Определение температурных полей в толстостенных деталях при сварке электронным лучом (ЭЛС) является важной задачей, результаты решения которой в большой степени зависят от положения электронного луча, технологических приемов, обеспечивающих получение требуемых характеристик теплового источника, способа описания процесса и метода решения.

Согласно ранее проведенным исследованиям распределение тепловой энергии в материале может описывать различными математическими функциями. Наиболее широко используется распределение Гаусса, на основе которого описывается зависимость плотности тока от диаметра луча и теплового потока в пятне нагрева или в некотором объеме. Сварка толстостенных деталей, как правило, выполняется в условиях глубокого проплавления, следовательно, источник тепла является нормально-распределенным по поверхности с высоким коэффициентом сосредоточенности теплового потока или линейным.

Однако металлографический анализ сваренных соединений показал, что по глубине соединения ширина шва изменяется и достигает своего максимального значения вблизи поверхности. При этом форма зоны приповерхностного расплавленного металла близка к округлой. В этом случае рекомендуется использовать комбинированные источники тепла, состоящие из поверхностного нормально-распределенного и линейного. Определение температурных полей при такой постановке задачи не представляет трудностей. Однако, во избежание сильного перегрева, испарения материала с поверхности и взрывного вскипания применяют колеблющийся электронный луч, что приводит к изменению параметров источника и формы проплавления.

Металлографические исследования образцов сварных соединений труб с толщиной стенки 30 мм, изготовленных из титановых сплавов и сваренных вертикальным лучом с круговыми колебаниями, показали, что зона расплавленного металла имеет практически одинаковую ширину – 2,5…3,0 мм на 73% длины. Следовательно, для расчетов температурных полей в теле, при установившемся процессе сварки можно использовать модель линейного источника.

На основе проведенных исследований зоны сварного шва после ЭЛС выявлено, что математическая модель теплового источника зависит от этапа ЭЛС: формирование канала – нормально-распределенный источник по поверхности тела; установившейся процесс сварки – линейный источник в пластине. Следует учитывать, что данные допущения справедливы для сварки цилиндрических деталей или пластин вертикальным лучом с круговыми колебаниями.

УДК 004.94 519.63

Д.О. Петречук, студент; А.И. Шерстобитов, студент;
В.А. Тутык, д.т.н., профессор; Л.Н. Петречук, ассистент
Национальная металлургическая академия Украины
E-mail: PetrechukLN@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУШКАХ

В настоящее время интенсивно развивается направление по плавке и модификации поверхностей различных материалов высокоэнергетическими методами: электронными и лазерными пучками, плазмой и т.д. Для реализации электроннолучевых технологических процессов (ЭЛТП) требуются электронные пушки, генерирующие электронные пучки с заданными характеристиками. Традиционно используемые в электронных лучевых установках (ЭЛУ) термоэлектронные пушки обладают существенным недостатком: при понижении вакуума электроны пучка ионизируют атомы остаточного газа, а образовавшиеся ионы бомбардируют накаленный катод и разрушают его. Однако, для многих электроннолучевых процессов требуются пушки, работающие в промежуточном и низком вакууме, где термоэлектронные пушки работать не могут. В связи с этим в настоящее время интенсивно развиваются исследования по созданию электронных газоразрядных пушек (ЭГП) с холодным катодом, работающих в промежуточном и низком вакууме (0,1 ... 10 Па) для реализации новых ЭЛТП.

Создание ЭГП требует расчета конфигурации электрических полей (ЭП) при работе пушки, что позволяет моделировать профили электродов ЭГП для получения электронных пучков с заданными параметрами.

Целью настоящей работы является моделирование ЭП в газоразрядной электронной пушке с холодным катодом на основе высоковольтного тлеющего разряда, предназначенных для электронно-лучевого переплава и получения электронных пучков с заданными параметрами.

Моделирование выполнялось в среде EXCEL. Для расчета распределения потенциала использовались уравнения Пуассона и Лапласа. Решение уравнений осуществлялось методом сеток при заданных граничных условиях и параметрах электронного пучка.

В результате исследования получены распределения потенциала в межэлектродном пространстве в зависимости от геометрической формы и размеров электродов пушки; параметров электронного пучка и материала изолятора.

Создана методика расчета конфигурации электрических полей и траектории движения граничных электронов пучка. Это позволило определять наиболее рациональную форму электродов газоразрядной пушки с целью получения электронного пучка с заданными параметрами.

1. **Тутык В.А.**, Михайловская Т.В. Моделирование потенциальных полей в электронных пушках. Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Випуск 1(30), Дніпропетровськ, 2004. –70с.
2. **Персон Р.** Microsoft Excel 2000. – СПб.: Питер, 2002. – 680с.

УДК 539.3

Е.А. Пономаренко, инж. 2 кат.[1]; А.И. Маневич, д.т.н., профессор[2]
[1]Государственное предприятие Днепровский проектный институт
[2]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: eugenep@i.ua

УСТОЙЧИВОСТЬ ИЗОТРОПНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ИЗГИБЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СИЛОЙ

Задача об устойчивости цилиндрической оболочки при поперечном изгибе имеет прикладное значение для машиностроения и строительства. Известные решения этой задачи представлены в монографиях и обзорах А.С. Вольмира, Э.И. Григолюка и В.В. Кабанова. Теоретическое решение задачи получено в двойных тригонометрических рядах методом Бубнова, но его использование ограничено достаточно узкой областью параметров оболочки; для практических же расчётов обычно используются приближённые оценки, основанные на замене неоднородного напряжённого состояния однородным и упрощённых решениях задач устойчивости для кручения и сжатия, однако такие оценки уместны на предварительной стадии проектирования и не могут претендовать на высокую точность.

Цель данной работы состоит в анализе задачи устойчивости цилиндрической оболочки при изгибе поперечной силой на основе программного пакета ЛИРА и сопоставлении численных результатов с имеющимся приближённым решением, для оценки его точности.

Рассматривается цилиндрическая консольная оболочка, нагруженная на крае поперечной силой P. Нагрузка передаётся на оболочку через жёсткую диафрагму. Задание конечноэлементной модели и расчёт устойчивости выполнялись в пакете ЛИРА 9.6. Для тестирования расчётов в пакете результаты сравнивались с приближённым решением, а также с результатами экспериментов. Особое внимание уделялось точности задания конечноэлементной сетки, так как выяснилось, что она являлась основной причиной большой погрешности получаемых результатов.

Результаты численного анализа представлены в безразмерных параметрах. Построены зависимости нормализованной критической силы от относительной длины оболочки L/R для различных значений параметра тонкостенности R/h (R – радиус, L – длина, h – толщина оболочки). На этих зависимостях можно выделить участки, соответствующие сдвиговой и изгибной формам выпучивания. На участке сдвиговой формы (малые L/R) приближённая оценка, полученная из решения задачи о кручении, даёт заметную погрешность, порядка 15%, в сторону занижения критической силы. На участке изгибной формы (большие L/R) погрешность приближённой формулы зависит от выбранного значения коэффициента k в формуле для критических напряжений оболочки при сжатии; для k=0.605 погрешность приближённой оценки уменьшается с ростом L/R и для достаточно большой длины становится пренебрежимо малой. Дано объяснение полученным результатам, основанное на анализе характера волнообразования.

Полученные результаты уточняют теоретические представления о потере устойчивости цилиндрических оболочек при поперечном изгибе и позволяют повысить надёжность проектирования оболочечных конструкций, в частности, при строительстве трубопроводов и в авиационно-космической области.

УДК 669.02: 519.24

В.К. Попов, студент; А.Ф. Санин, д.т.н., профессор, И.М. Ермолаев, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: valexpopov4@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Большинство переменных величин, характеризующих процесс механической обработки, являются случайными: размеры, показатели формы и взаимного расположения поверхностей, твёрдость, шероховатость, силы резания, стойкость режущего инструмента. Для снижения затрат при механической обработке, повышения точности качества поверхности, экономии инструментальных материалов необходим обоснованный выбор и назначение режима резания для конкретного технологического процесса.

Существующая методика расчетов не учитывает вероятностный характер стойкости режущего инструмента.

В работе исследовалась эмпирическая зависимость стойкости T сверл из инструментальной стали от скорости резания V и подачи S. В качестве математических моделей зависимости $T = f(S,V)$ выбраны степенная и неполная квадратичная модели вида:

$$Y = k \cdot X_1^{\beta_1} \cdot X_2^{\beta_2}$$

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_2 \cdot X_2 \cdot X_1$$

где $Y = T, X_1 = S, X_2 = V$.

Значения неизвестных констант зависимости T от элементов режима резания определялись на основании экспериментальных данных. Для численных оценок были применены методы планирования эксперимента и регрессионного анализа. Получены уравнения регрессии, соответствующие выбранным моделям, проведена интерпретация результатов исследований и сравнительный анализ моделей с оценкой их адекватности. Показано, что неполная квадратичная модель более точно отражает эмпирическую зависимость $T = f(S,V)$.

Применение эмпирических моделей способствует уточнению закономерностей, характеризующих исследованную зависимость, сокращает время технологической подготовки производства.

УДК 539.3.01

Е.Ю. Ракита, студент, В.Д. Ламзюк, к. ф.-м. н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: lenarakita@gmail.com

ПЛОСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ НЕОДНОРОДНОЙ ПОЛОСЫ

Предложена методика решения основных и смешанных (контактных) граничных задач теории упругости для неоднородной по глубине полосы. Рассматривается плоская деформация полосы, которая сцеплена с недеформируемой основой. Предполагается, что полоса состоит из изотропного упругого материала, модуль Юнга и коэффициент Пуассона которого может изменяться по ширине полосы. Деформация полосы осуществляется известной нагрузкой, действующей на свободной границе полосы.

Показано, что в пространстве трансформант Фурье расчет напряженно-деформированного состояния неоднородной полосы сводится к решению граничной задачи для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка с переменными коэффициентами.

Разработана методика сведения этой граничной задачи к последовательному решению двух задач Коши соответственно для вспомогательного векторного уравнения типа Риккати и построенной системы линейных дифференциальных уравнений. Для поиска полного комплекта начальных условий исходной системы ЛДУ используется идея введения так называемых функций податливости, которые зависят только от характера граничных условий, а не от их значений. Таким образом, функции податливости могут быть построены для данной неоднородной полосы заранее, то есть до начала решения конкретной граничной задачи. Следует отметить, что разработанная методика не требует численного решения каких-либо систем алгебраических уравнений.

Проведено исследование свойств функций податливости. Их вычисление имеет и самостоятельный интерес, так как при рассмотрении смешанных (контактных) задач для неоднородной полосы с помощью функций податливости строятся ядра разрешающих интегральных уравнений.

Предложенный алгоритм решения основных граничных задач теории упругости для неоднородной по ширине полосы реализован в виде программного продукта. Построены сингулярные интегральные уравнения, а также парное интегральное уравнение контактной задачи о действии штампа или системы штампов на свободную границу неоднородной полосы. Полученные интегральные уравнения методом регуляризации Карлемана-Векуа сведены к решению интегрального уравнения Фредгольма второго рода. Приводятся результаты численных расчетов для штампов с плоской подошвой в случае некоторых конкретных законов изменения модуля Юнга и коэффициента Пуассона по ширине полосы.

УДК 531.55

М.М. Рябощук, аспірант; В.П. Іваницький, доктор фіз.-мат. наук, професор
Ужгородський национальный университет
E-mail: mryaboshhuk@yandex.ua

ПОРІВНЯННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСІВ ДИФРАКЦІЇ ЕЛЕКТРОНІВ НА НЕВПОРЯДКОВАНИХ СИСТЕМАХ ТА КРИСТАЛАХ

Для невпорядкованих нанооб'єктів особливо ефективним методом досліджень атомної наноструктури є електронографія з використанням функцій радіального розподілу атомів (ФРРА). Але методи електронної дифракції на аморфних речовинах методично розроблені набагато слабше рентгенівських і поступаються їм за точністю отримуваних результатів. Така ситуація робить важливим питання детального аналізу достовірності та точності результатів, отримуваних методами ФРРА з використанням електронної дифракції для аморфних речовин. В роботі з метою аналізу цих питань проведено компютерне моделювання процесів дифракції електронного пучка на найпростішому елементі реальної атомної сітки – двох атомах, розміщених в просторі на певній відстані r, котра орієнтована під кутом α до зондуючого пучка. Теоретичний аналіз процесу дифракції на такій простій моделі дає загальний вираз для розподілу інтенсивності $I_2(s)$ інтерференційної картини у площині реєстрації звичайних електронограм:

$$I_2(s) = F_1^2(s) + F_2^2(s) + 2F_1(s)F_2(s)\cos\left[\frac{4\pi}{\lambda} r \sin\theta(\sin\theta\cos\alpha + \sin\alpha\cos\theta\cos\phi)\right],$$

де s – модуль вектора розсіювання електронів, $F(s)$ – атомні амплітуди розсіювання електронів, λ – довжина хвилі де-Бройля електронів зондуючого пучка, 2θ – кут розсіювання електронів, ϕ – кут азимутальної орієнтації міжатомної відстані в площині, перпендикулярній зондуючому пучку.

Отримані результати показують, що люба пара атомів невпорядкованої атомної сітки є найпростішим базовим структурним елементом, який визначає всі процеси дифракції на аморфних речовинах. Аналогом такого базового елементу структури для кристалічних ґраток є набір паралельних кристалографічних площин з міжплощинною відстанню d_c. Дані базові структурні елементи визначають ті елементарні «цеглинки» з яких складаються електронограми невпорядкованих матеріалів та кристалів – це набір рефлексів першого, другого, …, n-го порядків дифракції. Картини просторового розподілу інтенсивності цих рефлексів якісно однакові для обох структурних станів і являють собою набір інтерференційних піків певної форми та інтенсивності. В обох випадках ці піки розміщені вздовж прямої, яка є результатом перетину площинии формування електронограми та перпендикулярної до неї площини, що проходить через зондуючий пучок і містить в собі досліджувану пару (аморфні системи) або перпендикулярна до розглядуваного набору кристалографічних площин. Але кількісні параметри рефлексів суттєво відрізняються. Для ідеальних кристалів проявляються чіткі інтенсивні точкові рефлекси, положення яких s_n визначається формулою Вульфа-Брега: $s_n d_c = 2\pi n$. Для атомних пар аморфних речовин рефлекси мають форму широких витянутих піків, положення вершин яких задаються формулою Дебая: $s_n r = 7{,}73;\ 14{,}06;\ 20{,}46;\ \ldots$.

УДК 534.7

Т.Л. Савчук, інженер; Г.И. Сокол, професор, д.т.н.;
Т.В. Тузніченко, студент[1]; В.М. Савчук, інженер[2]
[1]Днепропетровський національний університет им. Олеся Гончара
[2]«ДП «КБ Південне»
E-mail: majaj@mail.ru

МЕТОДИКИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ІМПУЛЬСУ

Розроблено науково – технічні основи генерування акустичних хвиль як гармонійних складових низькочастотного імпульсу і послідовності імпульсів. Для проведення розрахунків характеристик випромінювачів і акустичного поля складено алгоритм і програму, яка здобула назву «АК». Мова – ''Object Pascal''. Розроблено методику комп'ютерного моделювання генерування, яка дозволяє послідовними операціями провести зворотній процес: спочатку завдати формування імпульсу і послідовності імпульсів, а потім отримати параметри випромінювачів (частоту, амплітуду та фазу джерел коливань). Це дозволило без реалізації акустичної системи у металі отримати параметри процесу генерування.

Програма складається з окремих блоків. У першому описаний інтерфейс, у якому запропоновані основні складові процесу генерування. Це акустичні (амплітуди, частоти та фази) та електричні характеристики (напруга, сила току, опір). У другому блоці проводиться послідовний розрахунок характеристик акустичного поля. Третій блок дозволяє виводити на дисплей інформацію, що отримана за результатами розрахунків. Уся отримана розрахункова інформація виводиться у вікнах.

Раніше було показано (Л. Пимонов), що найбільший вклад на інфразвукових частотах має послідовність імпульсів прямокутної форми. Тому саме цю послідовність вибираємо для реалізації процесу генерування.

У заданій точці акустичного поля на осі групової системи випромінювачів підсумовуються величини тиску p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 від кожного з кульових випромінювачів на основі принципу суперпозиції.

За результатами розрахунків одержаний спектр послідовності прямокутних імпульсів. Показано, що генеруються перша, третя і п'ята гармоніки. Розрахунки проведені для нижчої частоти спектру, яка є рівною 20Гц. Величину h визначено в паскалях, $h = 20$ Па. Період $T = 0,05$с, n є рівним двом.

Запропоновані новий спосіб і пристрій для його здійснення(а.с. №1693631), де кожний з випромінювачів має параметри, які описуються параметрами членів ряду Фур'є з їх амплітудою, частотою та фазою. Новий спосіб відрізняється від попередніх тим, що реалізує генерування акустичних хвиль у заданій точці акустичного поля, на значній відстані від системи випромінювачів.

УДК 539.3

І.А. Сафронова, науковий співробітник; А.П. Дзюба, д.т.н., проф.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: compumech@ua.fm

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СИЛЬФОНІВ

Сильфони широко використовуються в різних галузях техніки і є досить важливим конструктивним елементом манометричних приладів, компенсаторів, тощо. Вони застосовуються, зокрема, в пневмоавтоматиці (як чутливий елемент), для гнучкого з'єднання трубопроводів та в інших випадках. Конструктивно сильфон представляє собою пружний елемент, у вигляді тонкостінної оболонки з гофрованою в повздовжньому напрямку формою меридіану, здатну витримувати значні переміщення в пружній області під дією зовнішнього навантаження.

Таким чином, задача дослідження напружено-деформованого стану такого тонкостінного конструктивного елементу призводить до необхідності розв'язування суттєво нелінійних крайових задач, і тому вивчення особливостей поведінки сильфонів не може вважатися завершеним, що і визначає актуальність теми дослідження.

У поданій роботі розрахунок напружено-деформованого стану здійснюється з використанням повної системи рівнянь стану нелінійної моментної теорії оболонок. При цьому задача зводиться до розрахункової схеми оболонки обертання зі складною формою меридіану, конфігурація якого складається з послідовно розміщених круглих кільцевих пластинок, з'єднаних елементами оболонок тороїдальної форми.

Після попередньої лінеаризації вихідних рівнянь (шляхом віднесення нелінійних складових до коефіцієнтів системи) з урахуванням також того, що сильфони можуть мати, у загальному випадку, ще і довільний закон зміни їх товщини $h(s)$, отримана система диференційних рівнянь розв'язується ітераційним шляхом. За початкове наближення приймаються значення функцій, що відповідають розрахункам за лінійною теорією. Розв'язування виникаючих лінеаризованих крайових задач теорії оболонок здійснюється з використанням методу прогонки з ортогоналізацією по С. К. Годунову. Для прискорення збіжності процесу використовується алгоритм методу імітаційного прогнозування. Побудовано ефективний алгоритм чисельної реалізації таких задач розрахунку геометрично нелінійних сильфонів.

Отримані результати розв'язку конкретних задач таких конструкцій сильфонів різної конфігурації при довільному вісесиметричному навантаженні та закріпленні контуру. Проведено аналіз напружено-деформованого стану та досліджено вплив геометричних параметрів на компоненти НДС. Чисельні результати для випадку лінійної задачі добре співпадають з аналітичним результатами. Досліджено також достовірність отриманих результатів для випадку геометрично нелінійних задач та ефективність запропонованого методу прискорення збіжності алгоритму в цілому.

Одержані чисельні результати розрахунку подані у вигляді таблиць і графіків, проведено їх аналіз та відповідні порівняння.

УДК 629.783.064.001.57

Д.Ю. Сергиенко, студент группы 441, Ю.А. Шепетов, доцент, кафедра №402
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: wariorrr@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОПРИХОДА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В УСЛОВИЯХ ОРБИТАЛЬНОГО ПОЛЕТА

В настоящее время большинство запускаемых ИСЗ используют в качестве первичного источника энергии на борту фотоэлектрическую батарею (БФ). При проектировании системы энергоснабжения (СЭС) ИСЗ, содержащую БФ, разработчику необходимо прогнозировать поведение электроэнергетических характеристик БФ, определяемое ее условиями функционирования в составе КА. К числу важнейших электроэнергетических характеристик относятся: ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, ток и напряжение в рабочей точке и КПД батареи. Таким образом, разработчику требуется математическая модель характеристики БФ, учитывающая полетные условия функционирования батареи. Параметры данной модели могут быть получены как расчетным, так и экспериментальным путем для различных уровней воздействия основных внешних факторов БФ – энергетической освещенности и температуры. При этом экспериментальное определение параметров предпочтительнее расчетного, так как контрольные и определительные испытания обеспечивают большую достоверность результата. Что касается зависимостей освещенности и температуры от времени функционирования КА, то последние могут быть получены только лишь расчетно-теоретическим путем.

В работе рассматриваются некоторые вопросы влияния освещенности и температуры на электроэнергетические характеристики фотоэлектрических преобразователей (ФП) и БФ, а также факторы, определяющие изменение освещенности и температуры БФ в орбитальном полете ИСЗ. Предлагается методика инженерного расчета условий функционирования БФ ИСЗ и с помощью программного обеспечения, построенного на основании данной методики, проводится анализ условий эксплуатации БФ некоторых отечественных КА.

УДК 535.421

С.М. Сидоров, студент; О.П. Пухляр, бакалавр; Г.І. Кошовий, к.ф-м.н., доцент
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
E-mail: xaevec@mail.ru

ВИКОРИСТАННЯ САМОПОДІБНИХ ФРАКТАЛІВ В МАТЕМАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ

Класична математика описує той світ, який створила людина(будинки, дороги, квартали сіл та міст, промислові об'єкти тощо) і, зокрема, ті прилади і засоби, що використовуються людиною. Але все те, що існувало здавна не може бути описано за допомогою класичної математики. Це стосується як земних об'єктів (гори, хмари, дерева та інше), так і космічних: планети та навколопланетні утворення, скупчення зірок і галактики і тому подібне. Виявилось, що для опису таких природніх об'єктів зручніше використовувати не класичну, а фрактальну геометрію, де у якості основного поняття виступає фрактал.

Фракталами є ідеальні математичні об'єкти, що мають надзвичайно складну у порівнянні з класичними зразками структуру. Для них є строге математичне означення, що використовує різні означення розмірностей і тому не може бути легко засвоєним. Серед найпростіших самоподібних фракталів, що мають нульову топологічну розмірність, особливе місце займає досконала множина Георга Кантора. На її основі виникли інші фрактали, що вже безпосередньо застосовуються на практиці. Це не диференційована крива Хельге фон Коха, що має одиничну топологічну розмірність і яку використав вперше Н. Коен для створення широкополосної антени. Він зігнув звичайний дріт у формі деякої стадії побудови цієї кривої, під'єднав до приймача і отримав заміну старій антені, яка була величезною і псувала архітектуру будинків.

Ще один фрактал з двовимірною топологічною розмірністю – килим Вацлава Серпинського – широко застосовується при створенні фрактальних антен для мобільного зв'язку . Іменно певна стадія побудови цього самоподібного фракталу забезпечує широкий діапазон частот для виконання різних функцій за допомогою мобільного телефону.

У даній роботі пропонуються до використання деякі класи самоподібних фракталів(СПФ) зі змінною топологічною розмірністю , що є більшою за їх нульову топологічну розмірність. На основі системного аналізу процесів побудови СПФ вказаних класів розробляється ряд математичних моделей процесу розсіювання електромагнітних та акустичних хвиль дофрактальними дифракційними гратками.

В першу чергу це двовимірні крайові задачі Діріхле та Неймана для рівняння Гельмгольца, які є не зручними при проведенні досліджень. Тому вони за класичним методом інтегральних рівнянь можуть бути приведені до систем інтегральних рівнянь(задача Діріхле) або інтегрально-диференційних рівнянь (задача Неймана). Серед цих моделей важливу роль відіграють асимптотичні моделі, що дозволяють отримати вихідні змінні у явному вигляді. По-перше, вони є основою при розробці алгоритмів і програм для визначення вихідних змінних більш загальних моделей. По-друге, асимптотичні моделі дають змогу отримати явні вирази вихідних змінних.

УДК 621.914

А.М. Степаненко, аспірантка; В.С. Антонюк, д.т.н., професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: kamatozka@ukr.net

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ

Здатність ріжучого інструменту зберігати працездатними свої контактні поверхні і зуби називають стійкістю інструменту, а час, в перебігу якого ріжучий інструмент зберігає свої ріжучі властивості характеризується як період стійкості. Період стійкості дорівнює часу роботи інструменту між двома переточуваннями при досягненні ним умови прямого критерію зносу .

При обробці матеріалів з високими швидкостями різання знос фрез характеризується утворенням лунки на передній поверхні і одночасним утворенням стрічечки зносу по задній поверхні, які викликають зміну форми і геометрії різальної крайки, обумовлюючих можливостей, кінець кінцем, вона викришується. Тому для цих умов слід вибирати тверді сплави з оптимальним поєднанням твердості і в'язкості.

Для фрез за критерій зносу при визначенні стійкості приймається знос по задній поверхні. Залежно від умов різання величина зносу зуба фрези :

$$h_з = (0{,}5 \div 2) \cdot 10^{-3} м \ .$$

При торцевому фрезеруванні може спостерігатися різка зміна навантаження на зуб фрези залежно від умов входу його в оброблюваний матеріал і виходу з нього. Тому на стійкість торцевої фрези великий вплив робить її розташування відносно оброблюваної заготівки. Крім того істотний вплив при обробці сталей робить застосування ЗОР (змащувально-охолоджувальна рідина). Правильне застосування ЗОР збільшує стійкість в 1,5 ÷ 2 рази.

Значення коефіцієнтів і показників міри різні для поєднання матеріалів різального інструменту і оброблюваного матеріалу, геометрія різального інструменту, ЗОР і так далі

Отже, при прийнятті в якості стійкості моделі залежність (1), завдання полягає в знаходженні для кожного конкретного випадку значень коефіцієнтів і показників міри в прийнятій моделі.

В результаті експериментально статичний метод для визначення зв'язку між параметрами різання. Він дозволяє отримати математичні моделі, що включають порівняно велике число вхідних даних і що охоплюють значну кількість можливих результатів. При цьому охоплюється статичний характер реальних виробничих процесів.

Щоб реалізувати модель першого порядку необхідно проводити досліди на двох рівнях, при реалізації моделі другого порядку роблять варіювання тричі і, для набуття значення чинника в центрі інтервалу варіювання, додатково використовують нульовий рівень. Проте дослідження нульового рівня не є обов'язковою умовою реалізації плану експерименту.

УДК 629.764:534.13

О.А. Таран, инженер 1 кат.; О.Э. Арлекинова, к.т.н., начальник сектора
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ОЦЕНКА НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА РКН ПРИ СТОЯНКЕ, ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ КАЧКИ СП

При стоянке ракеты космического назначения (РКН) происходит нагружение элементов конструкции в продольном, боковом и поперечном направлениях. Параметры нагружения определяются действием инерционных сил, обусловленными качкой стартовой платформы (СП), а также аэродинамическими силами, действующими как в направлении ветрового потока, так и поперек его. Основной вклад в нагружение ракеты вносит качка СП.

При расчетах нагрузок часто принимается, что качка СП является гармоническим процессом и описывается синусоидой.

В реальных условиях качка СП носит случайный характер, который можно приближенно считать стационарным процессом, обладающем эргономическим свойством. Вследствие этого представляет интерес использование результатов непосредственных измерений параметров движения СП.

К динамической модели ракеты были приложены как синусоидальные, так и реальные (замеренные) параметры колебаний СП. Динамическая модель ракеты представляет собой упругую балку с переменными параметрами, к которой присоединены осцилляторы, моделирующие колебания топлива в осевом направлении. Динамическая модель космического аппарата (КА) предоставляется разработчиком КА в виде суперэлемента, редуцированного методом Крейга-Бемптона.

Расчет нагрузок, действующих на элементы конструкции РКН, выполнен с использованием конечно-элементного пакета MSC Nastran. Проведено сравнение расчетных нагрузок, действующих на РКН «Зенит-3SL» при этом получены близкие результаты, поскольку учитывались составляющие качки с низкими частотами (0,2 ÷ 2,0 Гц).

УДК 517.917.12

О.П. Фальківська, студент; А.О. Похман, студент; Н.В. Варех, к.ф-м.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара
E-mail: helen@sqsgirl.com

ПРО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ОДНОГО ІЗ ЗАХВОРЮВАНЬ

На даний час доволі актуальною темою є захворювання на туберкульоз. Існує досить багато математичних моделей туберкульозу, що враховують різні фактори та умови поширювання хвороби, але не враховують фактор післядії.

На основі відомої моделі К.К.Авілова було побудовано та досліджено дві диференціальні моделі динаміки захворювання на туберкульоз на скінченому проміжку часу, що складаються з чотирьох та п'яти диференціальних рівнянь із запізненням. Друга модель, на відміну від першої, враховує впровадження лікувальної програми, а саме хіміопрофілактику. Обидві математичні моделі враховують фактор післядії, тобто групу вилікуваних раніше хворих, що повертаються в групу чутливих.

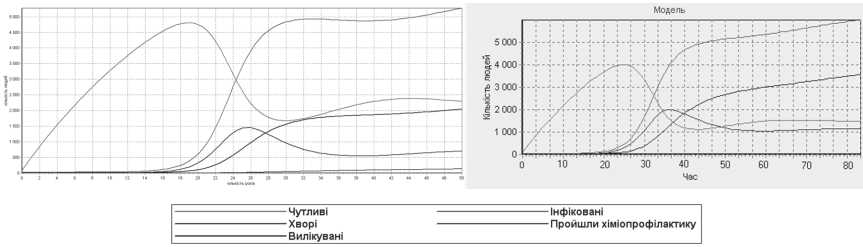


Рис.1. Динаміка розвитку туберкульозу з та без впровадження лікувальної програми (зліва направо)

Порівнявши результати графіків обох моделей (рис.1), приходимо до висновку, що лікувальна програма хоч і має позитивний ефект на протікання хвороби, але досить незначний. Тобто, не зважаючи на різні лікувальні фактори, хвороба продовжує розвиватися та згодом приймає стабільну форму. Фактор післядії дав приблизно такі ж результати, як і моделі без його врахування, відрізняються вони лише протіканням у часі.

У ході роботи використовувались методи якісної теорії диференційних рівнянь; чисельний метод Рунге-Кутта розв'язування систем рівнянь; метод кроків; створено програмний продукт для розв'язку систем та порівняння результатів.

Результати роботи можуть бути корисними в теорії медицини при дослідженні захворювання на туберкульоз та інших інфекційних захворювань.

УДК 532.529

О.Ю. Халецкая, студентка; Ю.Ю. Халецкая; Ф.И. Аврахов, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: leksi3@inbox.ru

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗХОДЯЩЕГО ДВИЖЕНИЯ ГАЗА В ВЕРТИКАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ

Целью работы было рассчитать, под каким давлением нужно подавать воздух из ресивера компрессора в эрлифтную трубу для того, чтобы получить необходимый для работы эрлифта расход газа. Для определения этого давления была использована нижеприведенная методика.

Сначала было составлено уравнение Бернулли в дифференциальной форме для газа в некотором отсеке трубопровода dz:

$$dp + \rho g dz + \rho V dV - \rho \frac{\lambda V^2}{2D_T} dz = 0 \quad (1)$$

где $D_т$-диаметр трубопровода, λ – коэффициент гидравлических потерь.

При помощи уравнения термодинамического процесса $p/\rho^k=c$ и закона сохранения массы $m_Г = \rho V S_T$ уравнение (1) принимает вид:

$$dp + \frac{g\rho_*}{p_*^{1/k}} p^{1/k} dz + \left(\frac{m_Г}{S_T}\right)\left(-\frac{C_1}{kp^{(1+1/k)}}\right) dp - \frac{\lambda}{2D_T}\left(\frac{m_Г}{S_T}\right) C_1 p^{-1/k} dz = 0$$

где k- показатель адиабаты, $S_т$- площадь поперечного сечения трубопровода, $m_г$- массовый секундный расход газа, индексом «*» обозначены параметры в точке вдува.

Разделив переменные и введя обозначения, получаем уравнение связывающее перепад давления и высоту:

$$d\tilde{p} = \frac{\left[\left(\frac{m_Г}{S_{TP}}\right)^2 \frac{\lambda h_T}{\rho_* 2D_T \tilde{p}} - g\rho_* h_T \tilde{p}\right]}{\left[p_* - \left(\frac{m_Г}{S_{TP}}\right)^2 \frac{1}{p_* \tilde{p}^2}\right]} dz \quad \text{где} \quad \tilde{p} = \frac{p}{p_*}, \tilde{z} = \frac{z}{z_*}$$

Из этого уравнения находится $\tilde{p}$ необходимое для определения p_k.

После нахождения p_k. можно найти требуемое давление $p_0 = p_k. + \Delta p$, где Δp- потери на входе в смеситель, p_0 – давление в ресивере.

Таким образом, по заданным значениям расхода были проведены расчеты для определения p_0. Результаты расчётов удобней представлять в виде графика зависимости.

Результат этой работы может быть использован при комплексном расчете эрлифтной установки.

УДК 519.3

Т.В. Хитрова, аспірантка
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: tatyana@apriorit.com

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ФУНКЦІЙ ГРІНА ПРИ КОНСТРУЮВАННІ КОСМІЧНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Механіка деформівного тіла традиційно вивчає задачі дослідження напружено-деформованого стану за відомими зовнішніми впливами. При цьому вважаються відомими форма і структура тіла, та механічні характеристики матеріалу. Будемо вважати задачі такого типу прямими задачами механіки деформівного тіла. Багато проблем механіки деформівного тіла, які виникають із запитів практики, не вкладаються у рамки класичних прямих задач. Наприклад, задачі визначення механічних характеристик за відомою поведінкою тіла при дії певного навантаження (задачі неруйнівної ідентифікації матеріалів), задачі визначення зовнішніх впливів, які забезпечують отримання потрібних властивостей та форми виробів після обробки тиском та термообробкою (технологічні обернені задачі), задачі визначення дефектів всередині тіла за відомою реакцією на зовнішні впливи. Яскравим прикладом обернених задач у ракетобудуванні є задача визначення допустимих навантажень при заданих характеристиках літального апарату. При розв'язанні такої задачі потрібно враховувати два важливих чинники: корпус ракети повинен витримувати навантаження та не допускати деформацій, зберігаючи при цьому допустиму вагу. Такий клас задач називають оберненими задачами механіки деформівного тіла. Обернені задачі різні за своїм походженням і сутністю, тому не існує єдиного формулювання обернених задач та єдиного підходу до їх розв'язання. Важливою обставиною, характерною для більшості обернених задач, є некоректність цих задач за третьою умовою Адамара.

Досліджується клас обернених задач визначення зовнішніх зусиль, за яких у певній області тіла реалізується потрібний напружений стан. До такого формулювання зводяться задачі компенсації небезпечних напружень, задачі створення умов для дифузійного зварювання при виготовленні композиційних матеріалів, задачі визначення конкретних напружень за вимірами на доступних ділянках тіла, та інші. Обернена задача формулюється як варіаційна задача мінімізації відхилення від потрібного напруженого стану. Метод розв'язання ґрунтується на використанні відомих функцій Гріна та числових методів розв'язання варіаційних задач.

УДК 539.3

К.І. Шумельчик, студентка; В.І. Кузьменко, д.ф.-м.н., професор
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: ksuha_sh@ua.fm

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ПРУЖНОГО ТІЛА З РІДИНОЮ У ГРАВІТАЦІЙНИХ ПОЛЯХ

Проектування елементів ракетно-космічної техніки, таких як паливні баки, системи наддуву, системи ущільнення, вузли змащення потребують дослідження особливостей взаємодії рідини або газу із деформівними тілами, зокрема, під дією поля тяжіння.

Досліджується плоска деформація пружного тіла, яке містить щілину, заповнену рідиною. На тіло діє сила тяжіння. Невідомими задачі вважаються переміщення $u_i(x,t)$, деформації $\varepsilon_{ij}(x,t)$, напруження $\sigma_{ij}(x,t)$ у пружному тілі, об'ємна деформація рідини $\theta(t)$ та тиск у рідині $p(t)$. Розглядається поперечний переріз тіла і вважається, що на деякій частині границі тіло закріплено. Всередині тіла міститься прямолінійна щілина змінної ширини $\Delta(x)$, але з відомою довжиною та координатами початку і кінця. Щілина вщерть заповнена ідеальною стисливою рідиною, причому в недеформованому стані тиск рідини у порожнині дорівнює нулю. При деформації тіла змінюється об'єм порожнини, що спричиняє зміну тиску рідини. У відповідності з експериментальними даними вважаємо, що між тиском у рідині та об'ємною деформацією існує однозначний зв'язок.

Чисельне дослідження ґрунтується на ітераційному процесі розщеплення. Для розв'язання першої підзадачі (контактної задачі теорії пружності) використано варіаційний підхід з подальшою дискретизацією за допомогою методу скінченних елементів. Внаслідок цього виникає задача квадратичного програмування, яку було розв'язано узагальненим методом верхньої релаксації.

Виконані обчислювальні експерименти та досліджений зв'язок тиску всередині щілини у залежності від її форми, положення та розмірів.

УДК 519.63; 612.454
К.Ю. Юшина, аспирант; В.Л. Бучарский, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: ksyu_dn@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЬЦЕВОГО ВДУВА В ЗАКРИТИЧЕСКУЮ ОБЛАСТЬ СОПЛА ЛАВАЛЯ

Реактивная тяга является основным силовым параметром ракетного двигателя. Определяется тяга давлением, создаваемым продуктами сгорания на стенки камеры сгорания и сопла двигателя. Очевидно, что при воздействии на поток в сопле энергетические характеристики двигательной установки изменяются. Ранее было показано, что вдув газа после автономной турбины в закритическую часть сопла ракетного двигателя улучшает энергетические характеристики двигательной установки.

В работе представлены результаты исследования процессов протекающих в закритической части двигателя с учетом турбулентного характера течения.

Исследования процессов, протекающих в сопле Лаваля, использовались методы численного моделирования. Построение модели течения в закритической части двигателя проводилось на основе уравнений Рейнольдса осредненного турбулентного движения вязкого сжимаемого газа. Для замыкания уравнений Рейнольдса была использована локализованная алгебраическая модель Прандтля турбулентной вязкости. Поставленная задача решалась в двумерной осесимметричной постановке, при этом полагалось наличие трех составляющих скорости. Для решения исходной системы уравнений использовалась схема второго порядка точности. Соответствие результатов, полученных по схеме, реальным процессам, была проверена решением ряда тестовых задач.

Для оценки влияния параметров вдуваемого потока на изменение тяги закритической части сопла изменялись положение точки вдува и углы наклона вектора скорости вдуваемого газа к поверхности сопла. Массовый расход и полная энергия вдуваемого газа полагались неизменными. Задача оптимизации параметров вдува (координаты кольцевого вдува и соотношения углов наклона скорости) решалась методом подбора решений. Для этого многократно решалась прямая задача с различными параметрами вдува в полость закритической части сопла, что позволило определить оптимальное положение точки вдува и значения углов наклона скорости вдуваемого газа. В результате оптимизации условий вдува была выбрана оптимальная комбинация варьируемых параметров, при которой реактивная тяга максимальна.

Полученные результаты показали, что интеграл сил давления по стенке в случае вдува закрученного потока превосходит аналогичную величину в случае незакрученного течения при прочих равных условиях. Это согласуется с выводами других исследователей о том, что закрученный поток в соплах ракетных двигателей создает большую силу тяги по сравнению с плоским. Обусловлен этот факт, по-видимому, тем, что наличие центробежной силы приводит к повышению статического давления на стенке сопла и разрежению на оси потока.

13
Нетрадиционные идеи и проекты

Координатор:
Шевцов Василий Ефимович,
доцент кафедры проектирования и конструкций
летательных аппаратов ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара,
кандидат технических наук, доцент

УДК 378.046.4

О.О. Балдін, студент; А.К. Линник, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: B.din@ua.fm

ПРОБЛЕМИ МОТИВАЦІЇ ДО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ ВНЗ

Задача значного поліпшення якості освіти в більшості ВНЗ України (в тому числі технічних ВНЗ) є комплексною і має вирішуватись не тільки працівниками галузі освіти, а і студентами, точка зору яких з об'єктивних причин має деякі особливості та переваги.

Особливістю даної роботи є той факт, що її авторами є викладач та студент. Сама робота базується на спостереженні за навчальним процесом зсередини та детальному аналізі існуючих проблем, має метою формулювання організації практичних заходів щодо форм та методів проведення лекцій, практичних занять та контролю знань. Організаційний (тобто не матеріально-технічний) характер запропонованих заходів робить можливим практичне застосування даної роботи.

З боку організації навчального процесу підчас лекції пропонується більш диференційовано підходити до темпів викладання матеріалу, тобто регулювати детальність поглиблення в теми, що вивчаються, за допомогою механізму зворотнього зв'язку між викладачем та аудиторією. Пропонуються практичні методи покращення цього механізму, що базуються, насамперед, на створенні атмосфери діалогу.

Підчас проведення практичних занять пропонується зробити значний акцент на індивідуальному характері роботи. Також надзвичайно важливо організувати процес передачі досвіду у вирішенні задач між самими студентами, тобто організувати публічні захисти та обговорення індивідуальних робіт, що виконуються. Обговорення розуміється не тільки як форма звітності з приводу вже готової роботи, а, насамперед, як шлях вирішення поточних проблем в процесі її виконання.

Що стосується перевірки та контролю знань, то, з точки зору авторів, однією з фундаментальних проблем є списування. Подолати це явище пропонується наступним шляхом: треба змінити форму звітності з виключно письмової на письмово-усну, тобто після виконання студентами невеличкого письмового завдання обов'язково проводити співбесіду. Дана форма практично виключає можливість студента здати на позитивну оцінку іспит (чи модульну роботу) без наявності знань. В роботі детально розглянуті практичні аспекти такої реорганізації.

УДК 681.3

Ю.Я. Бас, студентка
Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут»
E-mail: lady.bas@yandex.ru

ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИЙ МЕТОД ЗАПУСКУ КОСМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

На сьогоднішній день не існує впроваджених екологічно-чистих і дешевих методів (технологій) виведення на орбіту космічних об'єктів. Всі існуючі методи дуже дорогі і матеріалоємні. Запуск 1 кг корисного вантажу ракетою обходиться у 100 000 у.о. При цьому ще й спалюються тони пального.

Проектна установка працює на електроенергії. Ціна запуску 1 кг корисного вантажу не перевищуватиме 500 у.о. Її використання багаторазове.

Напрямки використання:

• Утилізаційні программи – відправка до Сонця усіх можливих відходів (ядерні, промислові, тощо)

• Космічні программи – безракетний запуск супутників на орбіту або інших об'єктів

• Військово-оборонні программи – невідслідковне знешкодження чужих супутників, запуск бойових елементів ракет без їх носіїв

Установка являє собою обертаєму балку, конструкцію розміщено перпендикулярно поверхні землі. До одного кінця балки кріпиться пусковій об'єкт, на інший – противага такої ж маси (наприклад капсуль з водою). Відомо, щоб тіло стало штучним супутником Землі, йому потрібно надати швидкість 7910 м/с – перша космічна швидкість (V_1). Для виліту у космос – 11170 м/с – друга коосмічна швидкість (V_2). Тому, за формулою V=W*R можна визначити необхідну швидкіст обертання балки:

Радіус балки, м	15	10	5
$W_{(V1)}$, об/хв	5 035,66	7 553,49	15 106,98
$W_{(V2)}$, об/хв	7 111,04	10 667,14	21 333,12

В якості балки також можна використати такої ж конструкції колесо. Коли балка досягне необхідної швидкості обертання і куту, спрацьовує кутовий датчик. Він подає сигнал і механізм відчепить пусковий об'єкт. Також можна не використовувати механізм відчеплення, а скористатися ковшом і гальмами. В ковш закладається пусковий об'єкт. Балка набирає необхідні обороти. В необхідний момент включаються гальма (на короткий час), і пусковий об'єкт вилітає з ковшу у потрібному напрямку. Таким чином установку можна використовувати в різних цілях лише змінюючи кут відпускання і швидкість обертання.

Маса пускових об'єктів впливає лише на міцність конструкції установки. Опором повітря можна буде майже знехтувати, оскільки будуть встановлені розсікачі повітря. Балка устанавлюватиметься в бетонній конструкції вкопаній в землю.

УДК 621.4:662.9:679.1:663.3:637.22
Л.П. Болоненкова, аспірантка, В.О. Габринець, д-р техн наук, професор,
Л.В. Накашидзе, н.с., Г.І. Зарівняк, зав. лаб., С.О. Митрохов, с.н.с.
Дніпопетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: l_bolonenkova@mail.ru

ПОЛІМЕРНИЙ СОНЯЧНИЙ КОЛЕКТОР З ОБ'ЄМНИМ ТЕПЛОПОГЛИНАННЯМ, ЯК ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В Україні, як і в усьому світі, стає нагальним широкомасштабне впровадження технологій використання енергії альтернативних джерел, зокрема сонячного випромінювання, з метою економії паливно-енергетичних ресурсів та оздоровлення навколишнього середовища. Однак «механічне» приєднання до об'єктів традиційної архітектури елементів, призначених для використання енергії альтернативних джерел, наприклад, як вакуумовані сонячні колектори, призводить до недостатньої реалізації функціональних можливостей комплексних систем теплозабезпечення, збільшення навантаження на конструкцію та не завжди вдалої зміни архітектури будівель. Одним із напрямків використання енергії альтернативних джерел є проектування та спорудження будівель з енергоактивними елементами, які одночасно є як огороджувальними елементами споруди так і елементами системи теплозабезпечення й дозволяють скеровано перетворювати, перерозподіляти та акумулювати енергію. Це дозволяє суттєво підвищити загальний коефіцієнт перетворення сонячного випромінювання та скоротити площу перетворювачів більш ніж на третину.

Авторами пропонується для реконструкції систем теплозабезпечення, як їх енергоактивний елемент, використовувати сонячний колектор з об'ємним поглинанням енергії сонячного випромінювання. Конструктивне виконання такого енергоактивного елемента базується на використанні полімерних стільникових структур, технологія виготовлення яких освоєна промисловістю. При цьому сприйняття сонячної енергії відбувається не на поверхні поглинальної панелі з наступною передачею її теплоносію, а безпосередньо в об'ємі спеціального теплоносія.

Запропонована конструкція сонячного колектора виконана з однієї трьохкамерної, екструдованої заціло полімерної панелі, що знижує вартість сонячного колектора та забезпечує зменшення його питомої ваги (до 4,5 кг/м^2 в незаповненому стані). Сонячний колектор такої конструкції має оптичну прозорість до 75% (в незаповненому стані) та коефіцієнт теплопередачі менше 1,5 Вт/м^{2}К і може використовуватися як прозора покрівельна конструкція для різних споруд.

Основними перевагами даного колектора є мала питома вага та достатня прозорість, що дає можливість регулювати освітленість та мікроклімат у приміщеннях споруд, в яких вони використовуються як світлопрозора огороджувальна конструкція.

Таким чином, використання системи теплозабезпечення, основним конструктивним елементом якої є полімерні сонячні колектори з поглинанням енергії сонячного випромінювання, за сезон «квітень–жовтень» дозволить зберегти близько 1,5 т умовного палива.

УДК 539.6:621. 548

И.Г. Варшавская, м.н.с.; Е.Р. Абрамовский, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail:Vari_Vodal@inboxl.ru

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ В МАЛОВЕТРЕНЫХ УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

Использование ветродвигателей в Украине с целью получения электрической энергии началось более 50 лет тому назад. Однако период активного развития ветроэнергетики в нашей стране относится к началу 90-х годов прошлого столетия. К настоящему времени на 6 ветростанциях страны работает несколько более тысячи агрегатов с установленной мощностью около 9 МВт. К сожалению, показатель эффективности работы ветродвигателя $K_{ср}$, равный отношению среднегодовой мощности P_c к ее номинальному значению P_H в нашей стране значительно ниже зарубежных аналогов. Так, по данным первых 8 лет эксплуатации ветродвигателей (ВД) на Донузловской, Сакской, Новоазовской и других ветроэлектростанциях (ВЭС) этот показатель остается на уровне около 0,1, в то время, как на ВЭС Европы и Северной Америки он достигает значений 0,3÷0,4. Это обусловлено во многом тем, что установленные у нас ВД слабо приспособлены к локальным ветровым условиям.

Исходя из необходимости повышения энергоотдачи проектируемых и эксплуатируемых ВД, был проведен расчетный анализ параметров одного из типовых ВД при его установки в различных регионах с различными значениями ветропотенциала. Исследования проводились на основе методики, разработанной в научном коллективе Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара. Базовый горизонтально осевой ВД имеет 3 лопасти с прямолинейными кромками в конструкции которых использован профиль «Espero». Номинальная мощность агрегата равна 45 кВт. В процессе расчета выбраны оптимальные зависимости $\bar{b}(\bar{r}), \phi(\bar{r})$, и $\bar{\delta}(\bar{r})$, которые объясняют максимум коэффициента мощности. (Здесь $\bar{r} = r/R$ – расстояние от оси вращения, R длина лопасти, $\bar{\delta} = \delta/b$ – относительная толщина профиля). Номинальная скорость ветра, число оборотов и другие параметры выбраны на основе получения максимальной энергоотдачи на единицу ометаемой площади, при различных значениях ветрового потенциала в отдельных регионах страны.

УДК -378

С.С. Василів, студент[1], зав. лаб.(за сумісництвом); П.Ю. Губаренко, студент, [2] спеціаліст ВО «ПМЗ»; Ю.П. Губаренко, викладач вищої категорії, керівник СКБАКЕМ[3]; О.В. Новіков, заступник ген.конструктора по науковій і учбовій роботі, к.т.н., професор[4];
[1]Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
[2]Дніпропетровський університет економіки та права ім. Альфреда Нобеля
[3]Дніпропетровський коледж РКМ ДНУ ім. Олеся Гончара
[4]Державне підприємство «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля»
E-mail: gl_konstruktor@mail.ru

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СПЕЦІАЛІСТІВ-ВИПУСКНИКІВ ТЕХНІЧНИХ ВУЗІВ

Необхідність забезпечення ринку праці кваліфікованими спеціалістами диктує системі освіти побудову цілеспрямованої стратегії якісного розвитку. На практиці використовується ситема закріплення за вузами робочих місць, що підтримує і Болонська система, однак на сьогоднішній день економіка України не має стійкої позиції, і тому виникає проблема вибору робочого місця при наявності знань з вузьким профілем.

Іншою проблемою є вибір абітурієнтів по критерію їх здібностей і бажання працювати по обраній спеціальності, а не по рекомендації батьків чи думці про майбутню зарплатню.

У процесі навчання в студентів виникають питання відносно майбутнього і, таким чином, становлення свідомості молодої людини, як спеціаліста, можна розділити на декілька етапів.

Аналіз системи освіти у вищих навчальних закладах як 1-2, так і 3-4 рівнів акредитації виявив невизначеність в можливості дати відповіді на ці запитання і надати умови студентам для самореалізації. Окрім того, реформ потребує і система оцінювання, недоліком якої є надмірна суб'єктивність.

Для вирішення низки питань підвищення якості освіти в коледжі сформувалася концепція системи моніторингу і тісного трьохстороннього контакту. Для підвищення ефективності її роботи, а також в якості експерименту, в 2006 році на ініціативних засадах почало працювати Студентське Конструкторське Бюро Авіа- Космічного Експериментального Моделювання (СКБАКЕМ). До роботи залучені не тільки студенти коледжу, але й інших навчальних закладів, а також абітурієнти, випускники та співробітники підприємств. Дана організація дозволяє більш глибоко вивчити ситуацію на ринку праці, надати можливості студентам не тільки реалізувати свої ідеї, але й вдосконалити навики і вміння, підвищити рівень знань, максимально наблизити їх до умов виробництва, що значною мірою впливає на свідомість майбутнього спеціаліста і формує гнучку систему знань.

На сьогоднішній день розширюється поле діяльності студентів, розробляється система оцінювання, яка зможе позбутися недоліків існуючої. Запропонований принцип модернізації системи освіти України підкріплюється експериментом СКБАКЕМ. При використанні його виникають всі умови для вирішення стратегічно важливої задачі – якісної підготовки спеціалістів і, відповідно, забезпечення майбутнього нашої державі.

УДК 629.13.012.001.11

Є.В. Великий, студент; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: vlkjuve@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КРИЛА АТМОСФЕРНОГО БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

В даній роботі аналізується конструкція крила атмосферного безпілотного літального апарата, що виконує функції дистанційного зондування Землі. Параметри ЛА наступні:

– маса конструкції ЛА – 14 кг;
– маса корисного навантаження – 2 кг;
– маса консолі крила – 3 кг;
– довжина консолі крила – 5м;
– діапазон висот польоту: від 10 000 м до 15 000 м.
– швидкість руху ЛА: від 7 м/с до 16 м/с.

Значне подовження крила зумовлене необхідністю розташування на ньому сонячних батарей із загальною площею, що достатня для виконання польоту без посадки при русі за обраною траєкторію.

Особливістю розрахунку такого крила на міцність є значний згинальний момент в місці кріплення крила до фюзеляжу при традиційній схемі приєднання та незначне погонне навантаження на вказаних висотах польоту. Виходячи з умов навантаження ЛА, що вказані вище, рекомендується використовувати підкісне крило. При польоті на обраних висотах та швидкостях його використання не буде суттєво знижувати аеродинамічні характеристики БПЛА, в той же час це дозволить зменшити згинальний момент у місці кріплення крила до фюзеляжу.

В роботі також проведено аналіз різних схем встановлення опорного крила. Основним параметром для оцінки прийнято відношення коефіцієнта жорсткості у проміжній опорі до коефіцієнту жорсткості, помноженого на кут повороту, в районі кріплення крила до фюзеляжу. Результати дослідження дозволяють обрати оптимальне місце встановлення підкісного крила.

УДК 621.311.24

Ю.О. Воронцова, студентка
Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут»
E-mail: VorontsovaYulia@meta.ua

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧИХ ОБЛАДНАНЬ

Зменшення залежності від імпорту енергоресурсів є актуальним завданням розвитку економіки України. Досягнення незалежності енергетики від зовнішніх поставок передбачає модернізацію паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), у тому числі на базі використання відновних джерел енергії. Перспективним напрямом розвитку відновної енергетики в Україні є вітроенергетика.

Економічні розрахунки доводять найвищу ефективність вітрових електростанцій (ВЕС) порівняно з атомними (АЕС) та тепловими (ТЕС) у зарубіжних країнах. Так в США собівартість електроенергії, виробленої АЕС, становить 11-12 центів/кВтг, ТЕС – 9-10 центів/кВтг, ВЕС – 4-5 центів/кВтг. Проте в Україні найдешевшою поки залишається атомна електроенергія – 1-1,5 цента/кВтг. Для ТЕС цей показник становить 2-2,5 центів/кВтг, для ВЕС – 4-5 цента/кВтг. Неефективність ВЕС в Україні зумовлена використанням застарілої вітротехніки – USW 56-100, яка була розроблена в 1970 році в США для унікально високого вітрового потенціалу Каліфорнії.

Використання вітрових електрогенеруючих установок (ВЕУ) європейських стандартів дозволить спорудити на території України парк ВЕС загальною потужністю 1500 ГВт, що у 20-30 разів більше потужності Об'єднаної енергетичної системи України.

Найбільші ділянки для спорудження ефективних ВЕС маємо на мілководних акваторіях морів, континентального шельфу, заток, лиманів та внутрішніх водойм. Україна також володіє технологією наплавного гідробудівництва у відкритому морі й, з огляду на дефіцит енергоносіїв, в нашій державі цей напрям вітроенергетики необхідно розвивати прискорено.

Рентабельність вітротехніки досягається на майданчиках із середньою швидкістю вітру починаючи з 4 м/с, а вітровий потенціал України характеризується середньорічними швидкостями вітру на рівні 7,0-8,5 м/с.

Суттєвого зниження капітальних вкладень можна досягти також за рахунок спорудження ВЕС поблизу гідроелектростанцій, ТЕС і навіть зупиненої Чорнобильської АЕС з метою спільного використання трансформаторних підстанцій, ліній електропередач, доріг, ліній диспетчерського зв'язку тощо.

Конкурентоспроможність ВЕС може бути забезпечена шляхом налагодження серійного виробництва. Сучасна вітротехніка серійного виробництва німецьких, датських та іспанських фірм при виваженому проектуванні вітропарків рентабельна в усіх регіонах України. Окупність ВЕС, побудованих за безповоротні кошти, становитиме 4-5 років, а ВЕС, побудованих за кредити, – 10-12 років.

У разі налагодження виробництва сучасної вітротехніки в Україні і зниження завдяки цьому її вартості на 25-40% , термін її окупності може зменшитися в 1,5-2 рази.

УДК 539.6:621. 548

Д.С. Голосная, м.н.с.; Е.Р. Абрамовский, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail:Vari_Vodal@inboxl.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРОДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Применение различных устройств, ориентированных на использование нетрадиционных источников энергии на территории городов, началось сравнительно недавно (15÷20 лет тому назад). Первоначально в этом процессе превалировали солнечные батареи различного типа. Ветреные двигатели применялись очень осторожно из-за того, что установка агрегата на крыше здания или сооружения сопровождалась нестационарными динамическими нагрузками на само сооружение, что могло привести к его разрушению. В последнее время были найдены способы преодоления этого явления. С этой целью применяют, как правило, вертикально-осевые ветродвигатели, которые устанавливают не на башне, а непосредственно на крыше. При этом опора двигателя (шасси) изготовляются таким образом, чтобы она по возможности полнее погашала появление нагрузки, возникающие на роторе. Применение специальных электрогенераторов позволяет избавится от механической трансмиссии (мультипликатора). Генерируемый при этом электрический ток можно, к примеру, применять для нагрева жидкости в системе отопления или для других целей, где не требуется аккуратное соблюдение параметров в электрической сети. В данной работе рассмотрена возможность применения в городских условиях ротора Савониуса. Известно, что конструкция ротора была предложена в 1924 г. Финским инженером Савониусом и первоначально не получала широкого применения. Сейчас такой ротор иногда используют как составной элемент в паре с ротором Дарье. В настоящей работе предлагается использовать двухъярусный ротор Савониуса, который предлагается устанавливать на крыше (две секции расположенные одна над другой). Такая конструкция позволяет уменьшить резкие колебания крутящего момента при вращении. В процессе анализа обтекания ротора были получены приближенные соотношения, которые позволяют посчитать его основных характеристик. Так для ротора с диаметром D=1600 м, высоты H=1500 м при номинальной скорости V_H=12 м/с можно получить мощность P_H=408 Вт с числом оборотов n=129 об/мин, а при номинальной скорости V_H=16 м/с получим P_H=967 Вт, n=172 об/мин. Расчеты показывают, что установка нескольких таких роторов на крыше здания может существенно разгрузить систему центрального отопления за счет дополнительного нагрева рабочей жидкости.

УДК 536.73

А.А. Дмитренко, аспірант; А.В. Трофименко, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: saw-john@mail.ru

РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ З ПРИТОЧНО-ВИТЯЖНИМ ВИПАРЮВАЛЬНО-КОНДЕНСАТОРНИМ БЛОКОМ

Підвищення коефіцієнта теплового перетворення теплового насосу пов'язане як з зовнішньою температурою так і з температурою випарювання.

До задач підвищення ефективності теплового насосу працюючого з приточно-витяжним випарювально-конденсаторним блоком відносяться:

а) охолодження витяжного повітря до температури випарювання у випарювачі теплового насосу;

б) підвищення температури випарювання.

Відомо, що до складу типового теплового насосу системи повітря-повітря входить:

випарювач для відбору тепла з зовнішнього середовища, конденсатор для віддачі тепла у приміщення, що опалюється, компресор, що підвищує тиск у фреонопроводі та терморегулюючий вентиль для зрідження фреону. Вони розташовуються послідовно за гідравлічною схемою.

Наприклад тепловий насос з приточно-витяжним випарювально-конденсаторним блоком (патент України № 52228) складається з наступних основних елементів: ТРВ (терморегулюючий вентиль), випарювача, компресора, розташованого на одному валу з електродвигуном, конденсатора та приточно-витяжного випарювально-конденсаторного блоку.

В роботі теплового насосу системи повітря-повітря, при низьких температурах необхідно забезпечувати стабільну роботу, опалення приміщення та підтримування мінімального коефіцієнта теплового перетворення. Задача роботи теплового насосу включає вимоги до підтримання опалення будинків навіть при низьких температурах зовнішнього повітря.

Основною метою конструктивної розробки теплового насосу системи повітря-повітря є забезпечення випарювання фреону у випарювачі зовнішнього блоку при низьких температурах повітря зовнішнього середовища. При цьому також повинно забезпечуватись максимальна рекуперація тепла витяжного повітря у приточно витяжному блоці, та підтримуватись задані теплові режими опалювального приміщення.

З вищесказаного видно, що випарювання фреону у випарювачі зовнішнього блоку при низьких температурах повітря зовнішнього середовища відносяться до комплексних багатопараметричних задач. Їх рішення передбачається здійснювати із залученням статистичних даних по прототипах і аналогах, використовуючи програмні методи реалізації алгоритму розрахунку на ЕВМ.

УДК 536.33

М.Ю. Дубов, аспирант; А.В. Трофименко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: dmy1984@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА

Повышение эффективности или КПД солнечного коллектора связано как с его конструктивным исполнением, так и с выбором конструкционных материалов.

К задачам повышения эффективности солнечного коллектора относятся:

1) выбор качества теплоизолирующих материалов и остекления;

2) выбор материала приемника излучения;

3) повышение поглощательной способности поверхности приемника солнечной радиации и снижение степени черноты в длинноволновом спектре, что может быть достигнуто за счет нанесения слоя селективного материала и выбора типа приемника излучения.

Существуют различные типы приёмников сконцентрированного солнечного излучения. Их делят на два основных типа: поверхностные и объёмные. Гораздо более изученными и чаще всего используемыми в гелиотехнике являются приёмники первого типа, лучевоспринимающая поверхность которых может быть выпуклой, плоской или вогнутой.

Основной целью конструктивной разработки коллектора является повышение его энергетической эффективности без значительного увеличения его себестоимости по сравнению с существующими моделями. Другими словами, должна быть увеличена экономическая отдача коллектора.

Из вышесказанного следует, что повышение эффективности солнечных коллекторов относится к комплексным многопараметрическим задачам. Их решение предусматривается осуществлять с привлечением статистических данных по прототипам и аналогам, используя программные методы реализации алгоритма расчета на ЭВМ.

УДК 670.94

О.Ю. Д'ячук, студент, В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: dyalexandr@yandex.ru

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУЮВАННЯ МАЛИХ РАКЕТ

При проектуванні малих ракет виникають труднощі, котрі викликані особливостями даного типу ракет.

Перша складність виникає під час вибору критеріїв проектування. Вибір критерію мінімальної маси є недоцільним тому, що при малих розмірах виграш по масі при використанні кращих матеріалів викликає відносно невелике зменшення маси при різкому збільшенні вартості. Наприклад, при виготовленні корпуса одноступеневої твердопаливної ракети з діаметром 0,5 метра і довжиною 1,2 метра виграш при використанні композитних матеріалів порівняно з АМг6 складає 12 кілограмів, а порівняно зі стальною – 10 кілограмів. Проте такий виграш буде різко зменшений, при виготовленні шпангоутів, а вартість композитної конструкції буде набагато вища за вартість металевої. Крім того, при проведенні оптимізаційного розрахунку маси, діаметр ракети випадає зі складу основних розрахункових параметрів, так як його зміна викликає труднощі з компонуванням корисного вантажу.

Крім проблем вибору проектних параметрів, виникає безліч проблемних питань при проектуванні конструкції. Вони викликані в першу чергу проблемами технологічного характеру. Виявляється, що основну масу оптимальних з точки зору конструкції елементів, неможливо виготовити. При цьому доводиться обирати такі елементи конструкції, котрі задовольняють умови технології, але істотно погіршують конструктивну досконалість спроектованої системи.

Виходом з даної ситуації може бути створення універсальної елементної бази, саме для ракет малих розмірів. Стандартизовані елементи дозволили б істотно зменшити вартість конструкторської роботи, і вартість виготовлення малих ракет.

УДК 621.577.004.18
А.В. Иванова, студентка; Г.С. Олишевский, к.т.н., доцент;
В.Е. Олишевская, к.т.н., доцент
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»
E-mail: Olishevskiyg@nmu.org.ua

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ

Одним из эффективных путей экономии топливно-энергетических ресурсов является использование экологически чистых нетрадиционных возобновляемых источников энергии, и в первую очередь, солнечной энергии, аккумулированной в грунте, водоемах, воздухе. В качестве преобразователей тепловой энергии от энергоносителя с низкой температурой к энергоносителю с более высокой температурой используются тепловые насосы. Тепловой насос позволяет вырабатывать тепловую энергию, используя низкопотенциальное тепло вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

В тепловом насосе рабочим телом выступают низкотемпературные жидкости, такие как фреоны, аммиак и другие хладагенты.

В условиях реальной экономики тепловые насосы имеют перспективу теплоснабжения в основных областях хозяйства: жилищно-коммунальном секторе, на промышленных предприятиях, в курортно-оздоровительных и спортивных комплексах, сельскохозяйственном производстве. Их основная функция – производить тепло (отопление, горячее водоснабжение зданий), а также вырабатывать холод, который используется в системе кондиционирования воздуха.

Однако для каждой теплонасосной системы теплоснабжения существует предел значения наружной температуры при которой данная система потребляет такое количество энергии (в пересчете на условное топливо), что и котельный агрегат. А при дальнейшем снижении наружной температуры тепловой насос становится более энергозатратным, чем котел.

Вследствие этого на практике имеет место совместная работа тепловых насосов с существующими системами теплоснабжения зданий. Известно применение такой комбинации во время пиковых нагрузок на систему отопления и горячего водоснабжения.

Здесь существует необходимость определения рационального соотношения длительности пиковых и номинальных нагрузок на систему отопления, при котором нецелесообразно использовать бивалентную (тепловой насос + котел) систему теплоснабжения здания.

При этом может быть достигнута существенная (не менее 25 %) экономия топлива на производство тепловой и электрической энергии, потребляемых в рассматриваемой системе, не считая дополнительной существенной экономии капитальных затрат вследствие отказа от необоснованно применяемого котла.

Предложен вариант комплексного определения рационального соотношения длительности пиковых и номинальных нагрузок на теплонасосную систему отопления здания, при достижении которого необходимо применение пикового подогревателя.

УДК 621.002
И.В. Капинос, студент[1]; В.В. Шевченко, к.т.н., доцент, С.С. Заец, аспирант[2]
[1]Национальный технический университет Украины
[2] «Киевский политехнический институт»
E-mail: iryna_kapinos@meta.ua

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ НА ОСНОВЕ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ

Часто трудно измерить убытки от отказов оборудования – будь то неисправный контакт в панели управления или перегревшийся двигатель конвейерной линии. Но еще более трудно оценить количественно преимущества программ упреждающего технического обслуживания оборудования. Но когда все больше и больше предприятия объявляют об огромных потерях доходов из-за незапланированных остановок производства, уже не остается сомнений в финансовой необходимости обслуживания производственного оборудования.

Один из способов упреждающего технического обслуживания, который становится все более популярным в различных отраслях промышленности, является инфракрасная термография. Технология бесконтактного измерения температуры, т. е. термография, позволяет предприятиям находить множество потенциальных неисправностей без необходимости прерывать процесс производства.

Инфракрасная термография – научный, т.е. достоверный, способ получения картины распределения тепловых полей предмета, или живого объекта. Поскольку ИК-излучение испускается всеми объектами, имеющими температуру выше абсолютного нуля (0 К, или -273,15 °С), термографический способ диагностики применим для всех материальных объектов (людей, животных, растений, зданий и сооружений, оборудования и инструментов, трубопроводов, электрических сетей, теплоцентралей) вне зависимости от освещения и времени суток. Чем выше температура объекта, тем большей интенсивности испускаемое им ИК-излучение. Причем результаты термографической диагностики можно не только наблюдать, но и записать и сохранить для дальнейшего анализа и составления профессиональных отчетов с помощью ИК-камер – тепловизоров. Современные тепловизоры кардинальным образом отличаются от своих предшественников. Сейчас это не тяжелые и громоздкие ящики, а компактные аппараты, похожие на видеокамеры, фотоаппараты и даже на мобильные телефоны с цветным ЖК-дисплеем.

Тепловидение используется в одном из самых эффективных диагностических инструментов профилактического технического обслуживания. Благодаря тому, что обнаруживаются неисправности, часто невидимые невооруженному глазу, термография позволяет предпринимать корректирующие действия еще до того, как случаются отказы дорогого оборудования. Сегодня ИК-камеры это приборы компактных размеров, по виду напоминающие аналоговые или цифровые видеокамеры, удобные в использовании и создающие изображение с высоким разрешением в реальном времени. Обнаружив преимущества инфракрасных камер, их взяли на вооружение и применяют в своих программах диагностического обслуживания многие промышленные предприятия по всему миру.

УДК 629.76

Н.В. Карбовская, студентка; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: nutsy@mail.ru

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЬНОГО РН ДЛЯ ВЫВОДА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ МАСС

В настоящее время для выведения космических аппаратов используются уже существующие ракетоносители среднего и тяжелого класса, способные выводить полезный груз от нескольких тонн (РН «Циклон») до десятков тонн (РН «Циклон», РН «Сатурн»). Однако на рынке космических услуг доминируют КА информационного назначения, вес которых, в большинстве случаев не превышает нескольких сотен килограмм, что с экономической точки зрения, делает нецелесообразным применение уже существующих РН.

Для решения задачи запуска КА различных масс в широком диапазоне предлагается создание универсальной модульной ракеты, прообразом которой может служить РН фирмы OTRAG. Саму идею модулей предложил Лутц Кайзер (Lutz Kaiser) – в своё время студент Эйгена Зенгера (Eugen Sanger), крупнейшего баллистика III Рейха и изобретателя межконтинентального бомбардировщика-«антипода» – выдвинул концепцию дешевых модульных ракет-носителей Семейство РН OTRAG было задумано как связка унифицированных ракетных модулей. Единичный модуль включал топливный бак диаметром 0,3 м (с окислителем – азотной кислотой или горючим – керосином) и ЖРД тягой 3 тс. Система подачи – вытеснительная (сжатый воздух). Каждая ступень состояла из некоторого числа модулей, объединенных в пары: один модуль – с окислителем, другой – с горючим. Расположение ступеней параллельное – концентрическими «слоями». Первая ступень – внешний «слой», последняя – внутренний. Данный проект выступал, как альтернатива дорогим РН, но к сожелению так и не получил практического применения.

В предложеной работе проанализированы вопросы выбора принципиальной и конструктивно-компоновочной схем модульного РН, рассмотрена общая структура модульной ракеты, предложена схема подачи топлива, система сброса отработаных модулей, проведены расчеты топливного отсека.

Выполненные проектные расчеты подтверждают не только возможность, но и целесообразность создания универсального модульного РН.

УДК 620.611.252
Э.С. Клюев, аспирант; А.Ф. Булат, академик НАН Украины, д.т.н., проф.,
директор института; С.Л. Давыдов, вед. инж.
Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины
E-mail: eduard_2105@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА ИЗ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ТЕРМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В настоящее время в мире уделяется значительное внимание исследованиям процессов получения ценного химического сырья, в том числе и водорода, путем деструкции твердого топлива. Считается, что внедрение подобных водородных энерготехнологий является прямым путем к сокращению выбросов парниковых газов в окружающую среду, увеличению энергетической эффективности и экологической безопасности промышленного производства.

Целью же данной работы является изучение эффектов газовыделения при конверсии углесодержащего сырья под действием температуры, в том числе и определение количества водорода при этом. Для решения поставленной цели необходимо решить следующие научные задачи: изучить полученные продукты разложения при условии роста температуры и причины их колебания; установить перспективные направления последующего извлечения химически чистого водорода.

В основу работ, проведенных сотрудниками Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, положены теоретические и экспериментальные наработки в области переработки углесодержащего сырья термическим методом. В качестве исследуемого объекта были выбрани угли Львовско-Волынского бассейна и отходы углеобогащения Червоноградской обогатительной фабрики. В основу методики лабораторных исследований по изучению изменения основных параметров термической переработки положены одни из наиболее изученных и распространенных способов, а именно полу коксование и коксование. При исследованиях использована программа термодинамических расчетов «АСТРА-3», основанная на фундаментальных законах термодинамики и законов сохранения массы, энергии и заряда. С ее помощью были выполнены расчетно-теоретические исследования равновесного состава в зависимости от физико-технических характеристик сырья и температуры (в диапазоне 200 – 2500°С).

Проведенные многочисленные расчеты позволяют с достаточной полнотой проанализировать условия, при которых происходит выход водорода. С помощью компьютерного моделирования установлено, что в нашем случае изменение содержания водорода при повышении температуры в диапазоне 200 – 1000°С происходит по параболической зависимости, что вполне согласуется с лабораторными экспериментами. Однако при этом количественное значение различно и для углей эта величина на 20 – 25% выше, чем для отходов углеобогащения.

Полученные данные позволяют проводить с достаточной точностью комплексный анализ термической переработки твердых топлив с целью получения дополнительных энергетических ресурсов в виде водородного топлива.

УДК 533.9.01

К.Н. Колесникова, студентка
Национальный аэрокосмический университет им Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: ksundriklg@yandex.ru

ОБРАБОТКА МЕДИЦИНСКИХ И ХИРУРГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМОЙ

Известно, что наше время характеризуется быстротечным распространением возбудителей различных, иногда весьма опасных, болезней.

Еще одним специфическим аспектом нашего времени является все более широкое использование термолабильных материалов для изготовления как предметов личной гигиены, так и медицинского оборудования (разовые шприцы, капельницы и т. п.). Применение традиционных, достаточно жестких мер стерилизации и дезинфекции для таких изделий практически невозможно, поэтому требуется поиск методов надежного обеззараживания термолабильных материалов. Одним из таких методов, по-видимому, является плазменная стерилизация с использованием в качестве рабочих тел химически активных веществ.

В связи с вышеизложенным поиск новых веществ и методов их применения для проведения плазменной стерилизации и дезинфекции поможет существенно продвинуться в решении указанной задачи.

Медицинские изделия, проникающие при манипуляциях в стерильные в норме ткани организма пациента, контактирующие с кровью и инъекционными препаратами, относят к так называемым «критическим», представляющим высокий риск инфицирования пациента в случае микробной контаминации этих изделий.

Дезинфектология, как комплексная медико-биологическая наука обеспечивает теоретическую и методологическую основу создания высокоэффективных и безопасных препаратов и устройств, а также разработки оптимальных технологий их применения, в том числе методов предстерилизационной очистки и стерилизации медицинских изделий.

Токсичность и опасность традиционных процессов стерилизации приводят доводы в пользу разработки и принятия новых технологий стерилизации. Перспективы дальнейшего развития этой области дезинфектологии видятся в более активном внедрении современных технических устройств разного принципа действия и замены ручного способа очистки механизированным, а также в разработке более совершенных препаратов для осуществления предстерилизационной очистки и принципиально новых доступных средств ее контроля.

Несмотря на некоторый прогресс, достигнутый в испытаниях лабораторного масштаба, обработка холодной плазмой при атмосферном давлении не получила ещё широкого практического распространения. Это связано, во-первых, с тем, что источники холодной плазмы в настоящее время представляют собой технически сложное оборудование с низкой экономической эффективностью. Во-вторых, существующие методы плазменной обработки потенциально могут приводить к разрушению материалов в местах контакта плазмы и обрабатываемой поверхности.

УДК 539

О.О. Колесніченко, студент; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: targy@ua.fm

ТЕОРІЯ СТРУН, КОНДЕНСАТ БОЗЕ-ЕЙНШТЕЙНА, ТА ЇХ ВПЛИВ НА СУЧАСНУ КОСМОГОНІЧНУ ТЕОРІЮ

Існування багатьох космогонічних теорій потребує нових математичних моделей та експериментальних підтверджень. Зараз активно проводяться дослідження конденсату Бозе-Ейнштейна[1], та досліди з великим адронним колайдером, що повинні підтвердити теорію струн[2] . Результати досліджень дадуть відповіді на багато запитань, але поставлять ще більше нових питань.

На багато питань стосовно великих енергій, (гарячого всесвіту) в багатьох аспектах відповідає теорія струн . В той же час отримання конденсату Бозе-Ейнштейна вказує на можливість перетворення всесвіту в єдину субстанцію, яку іноді називають сингулярністю, де кожна «частка» вже не є окремою.

Згідно однієї з останніх космогонічних теорій, всесвіт вибухнув з сінгулярності і, розширюючись, поступово охолоджується, але якщо взяти до уваги останні досліди з отримання конденсату Бозе-Ейнштейна[1], і хвильового характеру данного аспекту, всесвіт, охолонувши до абсолютного нуля сконденсується в сингулярність і знову вибухне.

Виходячи із вище висловленого, можна стверджувати, що теорія струн та отримання конденсату Бозе-Ейнштейна обґрунтовують космогонічну теорію пульсуючого всесвіту. Підтвердження цієї думки може дати експеримент на великому адронному колайдері, а запропонована теорія потребує розробки нової математичної моделі.

Глоссарій:

[1]Конденсат Бозе-Ейнштейна – дослід у якому було отримано, п`ятий агрегатний стан речовини, при якому «частки» починають поводити себе як хвиля, більш того, кожна «частка» стає продовженням іншої.

[2]Теорія струн – напрям математичної фізики, що вивчає динаміку не точкових часток, а одномірних протяжних об`єктів – струн. Теорія струн об`єднує ідеї квантової механіки та теорії відносності, тому на її основі можливо буде збудована майбутня теорія квантової гравітації.

УДК 621-926

Е.В. Котлярова, студентка; В.А. Бородай, к.т.н., доцент
ГВУЗ «Национальный горный университет»

УСТРОЙСТВО ИНДУКЦИОННОГО ТОКОСЪЕМА ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Конструктивные особенности электродвигателей переменного тока предусматривают наличие на роторе скользящих контактов. Нередко их работа сопровождается искрением, которое может быть вызвано неисправностями обмоток двигателя или контактно-щеточного механизма. Вследствие этого на движущихся частях скользящего контакта возникают подгорания поверхности, приводящие к значительному повышению переходного сопротивления в местах контактирования. При этом из-за локального перегрева разрушаются щетки и образуются раковины на поверхности контактных колец, а также могут возникать пробои изоляции между соседними контактными кольцами или на корпус. Дефекты механического повреждения нарушают цилиндрическую форму движущегося контакта и подлежат ремонту путем протачивания на токарном станке, а пробой изоляции требует полной замены контактно-щеточного механизма. Ремонты такого рода сопровождаются длительными простоями и как следствие приводят к значительным экономическим затратам. Описанные проблемы особенно характерны при авариях основного технологического оборудования такого, как привода прокатных станов, турбокомпрессоров, мощных насосных установок и т.п. Таким образом, задача создания устройства бесконтактной передачи энергии в роторные цепи электродвигателей переменного тока является, безусловно, актуальной.

Предлагаемая конструкция индукционного токосъема представляет собой трёхобмоточный вращающийся трансформатор рис.1, где 1 – статическая кольцевая часть, закрепляемая на неподвижной части двигателя, 2 – вращающаяся часть – вторичная обмотка, закрепляемая на роторе, 3 – обмотка возбуждения двигателя, 4 – неуправляемый выпрямитель и 5 – управляемый преобразователь частоты. Принцип работы устройства основан на индуцировании ЭДС в обмотке 2 при наличии переменного поля в обмотке 1. В результате магнитного сцепления обмоток 1 и 2 и во вторичной обмотке 2 протекает трехфазный ток, который с помощью неуправляемого выпрямителя 4 преобразуется в постоянный ток необходимый для питания обмотки возбуждения 3 электродвигателя. Особенностью данного индукционного токосъёма является то, что в процессе работы двигателя происходит изменение скорости вращения ротора электрической машины. Как следствие напряжение и частота вторичной обмотки также меняется. Поэтому для питания первичной обмотки 1 предусмотрен управляемый частотный преобразователь 5, обеспечивающий стабилизацию напряжения на обмотке возбуждения.

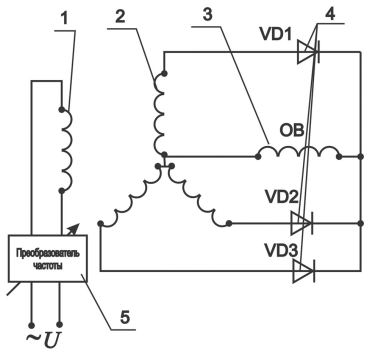


Рис.1. Электрическая схема системы возбуждения

УДК 615.479
Т.В. Куракина, А.В. Сенников, А.В. Печаткин, к.т.н., зав. кафедрой РТС[2]
Рыбинская государственная авиационная технологическая академия
им. П.А. Соловьева, Россия
E-mail: rts@rgata.ru, : rts-avp@yandex.ru

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПРОТЕЗ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДИСТЫХ НАНОТРУБОК

Протезирование – система медико-технических мероприятий, направленных на восстановление утраченных форм и функций отдельных органов или частей человеческого тела с помощью протезов. В социальном аспекте протезирование направлено на полное возвращение пациента в семейную жизнь, социальную среду и профессиональную деятельность. Достижения в области современного протезирования впечатляют, однако какими бы совершенными ни были искусственные руки или ноги, настоящих они все равно не заменят, в том числе из-за чувствительности «родных» конечностей человека. Одним из возможных решений данной задачи является формирование разнородных сенсорных сегментов, способных реагировать на изменение температуры, влажности и давления непосредственно на поверхности протеза и замена сложных пружинных и гидравлических механизмов, управляющих движением конечности человека, на искусственные мышцы на основе углеродных нанотрубок. Управление такими мышцами и считывание информации с сенсорных сегментов возьмет на себя нейроконтроллер. В качестве проводников, соединяющих сенсоры, целесообразно использовать все те же углеродные нанотрубки, хорошо проводящие электрический ток. Для исключения влияния сигнального тока на сокращение искусственных мышц и повышения защищенности информационных сигналов используются модулированные колебания. Интеграция сенсорной электроники и нановолокон позволит создать на поверхности протеза гомогенную тактильно-чувствительную структуру, моделирующую человеческую кожу. Информация от сенсоров передается в нейроконтроллер для централизованной обработки данных, выработки импульсов управления искусственными мышцами, а также для формирования на культе комплексного тактильного образа, с помощью которого происходит информирование человека об окружающей среде. Основанием для этого является полное сохранение чувствительности культи. Тактильный образ создается на основе активаторов – сегментированной гетерогенной матричной структуры, выполненной из плотного мягкого полимера. Информация о температуре передается непосредственным образом (нагревом и охлаждением), а давление и влажность – с помощью высокочастотных импульсов (ВЧ-уколов). Для формирования индивидуальных траекторий начального положения и фаз движения в протезе предусмотрено вычисление ускорений и углов наклона конечности с помощью компонентов интегральной микромеханики. Для обучения нейроконтроллера (интеллектуализации протеза) и непосредственно пациента предусмотрен дуплексный высокоскоростной радиоканал, связывающий данный модуль с внешними экспертными системами и информационно-аналитическими платформами, а также с информацией о параметрах, фазах и особенностях движения здоровой конечности пациента, сокращая адаптационные период.

УДК 521.6:629.783(477)

В.В. Курінний, старший викладач
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: kvalera@ua.fm

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ТЕРМОЯДЕРНИХ ВИПРОБУВАНЬ І ВИДОБУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА МІСЯЦІ

Той факт, що Місяць багатий гелієм-3 (^{3}He), відомий відколи на Землю було уперше доставлено місячну речовину. У зразках місячного ґрунту, привезених американськими астронавтами в ході експедицій «Аполлона» і доставлених радянськими автоматизованими апаратами «Місяць», відносна концентрація ізотопу гелію ^{3}He (відношення ^{3}He/^{4}He) виявилася в тисячу разів вище, ніж в земному гелії. Це – результат опромінення незахищеної атмосферою поверхні Місяця корпускулярним випромінюванням Сонця. В поверхневому шарі місяця залишаються атоми елементів, що випромінюються Сонцем, найбільше – водень і гелій в ізотопному співвідношенні, властивому Сонцю.

Інший факт – що ^{3}He є ефективним термоядерним пальним – відомий досить давно. Проте ніякого практичного виводу з цього факту досі не робили. Земна енергетика забезпечується за рахунок видобутку нафти, газу і доступної уранової сировина. Керований термоядерний синтез не був здійснений навіть на простішій реакції дейтерію з тритієм, але проблеми, що стримують цей процес – суто технологічні. Видобування енергії термоядерного синтезу пов'язано з низкою проблем. По-перше, всі експерименти повинні бути безпечні для персоналу установки і оточуючого середовища. По-друге, ряд сміливих експериментів може супроводжуватись викидом радіоактивних речовин побічного кола реакцій. Тому я вважаю Місяць – ідеальним місцем проведення подібних експериментів.

Ще одна обставина на Землі ^{3}He в промислових кількостях відсутній. Можливість реакцій його термоядерного синтезу не вивчались. Але наявні дані свідчать про можливість отримання більш керованої реакції. Незалежно від того, де в разі успішних експериментів, будуть розміщуватись електростанції (на Землі чи на Місяці) їх екологічна безпека буде набагато вище ніж станцій, які могли б працювати на реакції D + T. Це пов'язано з тим, що ^{3}He об'єднується з виділенням протонів, а не нейтронів, як в реакції D + T. Потік нейтронів має велику проникаючу здатність, захисні матеріали та конструкції робить радіоактивними та руйнує їх. Потік протонів здатен зупинити тонкий екран, який не втрачає захисних функції протягом десятиріч. Незважаючи на можливість виникнення побічної реакції D + D, синтез з ^{3}He буде на два порядку менш радіоактивним.

Як показують розрахунки об'єми робіт по добуванню електроенергії з ^{3}He, розташованого на Місяці реальні і можуть бути реалізовані протягом декількох десятиліть. При сучасних тенденціях цін на енергоносії, також через декілька десятиліть Місячна термоядерна програма може стати економічно доцільною, а головне повністю екологічно безпечною.

УДК 629.773

С.І. Кушніренко, студент, В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Kushnirenko.S@yandex.ua

РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ КОСМІЧНОЇ ОРБІТАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

Україна входить до числа космічних держав світу, таких як США, Китай, Росія та інші. Для того, щоб підтвердити свій статус та створювати конкуренцію на ринку космічних технологій, Україні необхідно займатись перспективними розробками, впроваджувати нові ідеї та пропонувати нестандартні рішення, які будуть максимально ефективними та дієвими.

Створення космічних апаратів (КА) – це одне із найскладніших занять, які коли-небудь робилися людиною, воно пов'язано з безліччю найрізноманітніших і нерідко важко формалізованих факторів, що втягуються в процес розробки. Особливо складним є початковий етап проектування, коли окрім загального уявлення про призначення та функціонування апарату нічого не відомо.

Першим кроком у проектуванні КА є вирішення питання про конструктивно-компоновочну схему і розподіл мас між цільовою апаратурою та службовими системами, основними з яких є: система енергоживлення (СЕП), система орієнтації та стабілізації (СОС) і система терморегулювання (СТР), а також конструкція як окрема система.

До теперішнього часу розроблено безліч конструкцій перерахованих систем, що істотно ускладнює процедуру статистичної обробки попередніх результатів проектування службових систем і проектний аналіз КА в цілому. Крім того, проектувальник знаходиться в рамках фінансових і масових обмежень. Обмеження по масі пов'язані з можливостями сучасних ракет-носіїв.

При проектуванні крупних космічних об`єктів та збиранні їх на орбіті у єдину конструкцію, виникає ряд проблем пов`язаних з управлінням, складністю проведення геофізичних та астрофізичних досліджень при одній і тій же орієнтації усієї системи, складністю заміни модулів та небезпекою при виникненні нештатної аварійної ситуації. Усі ці та ряд інших проблем можуть бути розв`язані при використанні нового варіанту розміщення модулів, а саме – орбітальна станція без жорстких зв`язків між складовими частинами, тобто модулі будуть знаходитись на одній орбіті, але не будуть з`єднані між собою. При цьому виникають додаткові проблеми пов`язані з вирішенням питання про сполучення між модулями.

УДК 524.85

Т.М. Лавріненко, студентка; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: tanusha.lav@gmail.com

НОВА ГІПОТЕЗА ПРО ПОХОДЖЕННЯ І БУДОВУ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

На протязі віків і навіть тисячоліть вчені намагались з'ясувати минуле, теперішнє і майбутнє Всесвіту, в тому числі і Сонячної системи. Однак можливості планетної космології і по цей день залишаються досить обмеженими – для експериментів в лабораторних умовах доступні лише метеорити та зразки місячних порід. Обмежені і можливості порівняльного метода досліджень: будова і закономірності інших планетних систем поки що недостатньо вивчені.

За останній час було висловлено кілька десятків космогонічних гіпотез, в яких розглядалися найрізноманітніші варіанти ранньої історії Сонячної системи.

Теорія, яка розглядає походження планетної системи, повинна пояснювати такі питання:

1. чому орбіти всіх планет лежать практично в площині сонячного екватора;

2. чому планети рухаються навколо Сонця по орбітах, які є близькими до колових;

3. чому напрямок обертання навколо Сонця однаковий практично для всіх планет і збігається з напрямком обертання Сонця і власним обертанням планет навколо осі;

4. чому 99,8% маси Сонячної системи припадає на Сонце, тоді як 98% моменту кількості руху всієї Сонячної системи – на планети;

5. чому планети поділяються на дві групи, які чітко відрізняються між собою середньою щільністю?

І, насамперед, необхідно вирішити питання: звідки взялася речовина, з якої згодом сформувалися планети? В цьому випадку, на даний час, існує три варіанти:

1. планети утворились із тієї ж газово-пилової хмари, що і Сонце (Кант);

2. цю хмару захопило Сонце, обертаючись навколо центра Галактики (Шмідт);

3. вони відокремились від Сонця (Лаплас, Джинс)

Але жодна з цих гіпотез на дає обґрунтованих відповідей на всі вищевказані питання, а тому постає потреба в новій гіпотезі, яка б могла їх пояснити.

В даній роботі пропонується гіпотеза про походження сонячної системи, суть якої полягає в тому, що на протязі певного часу відбувалося згущення космічного пилу. Коли його густина досягла деякого критичного значення, починав працювати механізм сепарації, що в результаті і призвів до виникнення планет Сонячної системи.

Шляхом використання моделей концентрації важких елементів в центрі системи, що не обертається, а також механізма сепарації речовини різної питомої ваги, було знайдено підтвердження гіпотезі, викладеній вище.

На разі пропонована гіпотеза ще досліджується і уточнюється.

УДК 621.383

Е.Л. Лысов, студент; С.А. Богданов, к.т.н., доцен2
Самарский Государственный Аэрокосмический Университет
им. Академика С.П. Королева
E-mail: ergo2008@gmail.com

РАЗРАБОТКА СЕГМЕНТНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

В последние годы в России получила развитие новая область энергетики – отрасль возобновляемых источников энергии. Так 8 января 2009 г. было принято распоряжение Правительства РФ №1-р, согласно которому к 2020 г. целевой показатель объема производства и потребления электрической энергии с использованием ВИЭ должен вырасти до 4,5%.

Фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) являются одним из видов оборудования для преобразования солнечной энергии, в частности в электрическую.В России в настоящее время на рынке солнечных панелей представлены только ФЭПы, имеющие плоскую форму.

В отличие от стандартных ФЭПов, которые сделаны из широких плоских элементов, в данном проекте разрабатываются совершенно новые преобразователи, выполненные в виде сегментов с расположением друг от друга на определенном расстоянии. Тонкая плёнка полупроводникового материала (на основе меди, индия, галлия и селена) наносится на стеклянные трубки (сегмент). Затем она помещается во вторую такую же трубку с электрическими контактами, похожими на те, что используются во флуоресцентных лампах.

Такая форма позволяет увеличить количество поглощаемого света в течение дня без изменения положения конструкции (важно чтобы панель находилась под прямым углом к солнечным лучам), что увеличит количество производимой электроэнергии.

Предлагаемая конструкция может быть использована в промышленных и коммунальных отраслях для автономного и резервного энергообеспечения.

На устойчивость и эффективность разрабатываемых установок практически не влияет ветер, снег, дождь, что очень важно для нашего климата. Охлаждаются такие ФЭП быстрее, что уменьшает рабочие температуры и увеличивает надёжность работы системы.

УДК 629.735.33

О.Я. Можаров, студент; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: alexanderdp@yandex.ru

ПРОЕКТУВАННЯ ПОРТАТИВНОГО ДИСТАНЦІЙНО ПІЛОТОВАНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗЛЬОТУ-ПОСАДКИ ДЛЯ РОЗВІДКИ ТА СПОСТЕРЕЖЕННЯ У РЕАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ЧАСУ

На сьогоднішній день існує низка портативних безпілотних літальних апаратів (БЛА), або так звані міні-БЛА, що мають змогу вести відеоспостереження у реальному масштабі часу. Створення та застосування БЛА, який би поєднував властивості класичних схем (звісно зі своїми перевагами та недоліками), надало б змогу виконувати поставлені задачі за певних умов більш ефективно, ніж при застосуванні апаратів класичних схем.

Метою цього дослідження було встановлення можливості створення портативного БЛА з для розвідки та спостереження у реальному масштабі часу, який би поєднав вертикальний зліт-посадку та режим висіння, як у гелікоптера, з відносно великою швидкістю горизонтального польоту, як у літака.

У ході дослідження в якості вихідних параметрів для проектування були прийняті певні габарити апарату, що забезпечують його транспортування однією людиною. Крім того, були прийняті наступні проектні особливості:

- Рушій – два співвісні пропелери;
- Двигуни – два електричні двигуни постійного струму;
- Живлення – бортові акумуляторні батареї;
- Корисний вантаж – цільова апаратура;
- Керування – радіо-дистанційне, безпосереднє або автоматичне.

Розрахунки велись за відповідними методиками. Була перевірена можливість режиму планерування (якщо двигуни вимкнено) БЛА з використанням приблизної масштабної моделі.

Орієнтовні характеристики БЛА у першому наближенні:

основні габарити	500 х 1000 мм,
швидкість крейсерського польоту	100 км/год,
злітна маса БЛА	5,27 кг,
маса корисного вантажу	0,25 кг,
сумарна потужність двигунів	430 Вт,
час роботи в режимі висіння	15 хв.

На основі проведених розрахунків можна стверджувати, що такий БЛА створити цілком можливо. Розглянутий апарат може злітати та виконувати посадку у критично обмеженому просторі і знайти застосування як у військових підрозділах в якості тактичного розвідника на рівні відділення, так і у підрозділах МНС, зокрема у якості радіаційно-хімічного зонду та інструменту для контролю стану комунальних мереж.

У подальшому планується проведення більш конкретних розрахунків з метою виготовлення експериментальних зразків основних вузлів апарата та проведення стендових випробувань.

УДК 613.064

Т.С. Моісєєва, студентка; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail:safr90@mail.ru

РОЗРОБКА ГІБРИДНОЇ РН НА РІЗНОФАЗОВИХ КОМПОНЕНТАХ ПАЛИВА

З досвіду проектування відомо, що ракети-носії на рідких паливах мають ряд суттєвих переваг, перед аналогами, що працюють на твердому паливі. До переваг рідкопаливних носіїв необхідно віднести:

- Більш високий питомий імпульс;
- Можливість регулювання тяги в широкому діапазоні;
- Відключення двигуна в момент досягнення розрахункових значень проектних параметрів;

В той же час свої переваги мають і твердопаливні РН, а саме:

- Розміщення всього запасу палива в камері згорання, що виключає необхідність складних систем подачі;
- Значно менша вартість ракетоносія в цілому за рахунок спрощення конструкції і систем його життезабезпечення;

Можливість поєднання переваг рідкопаливних і твердопаливних ракет-носіїв розглядається в запропонованому варіанті гібридної РН на різнофазових компонентах палива. Для реалізації гібридного варіанту пропонується один із рідинних компонентів палив розміщувати в камері згорання в замороженому стані. При цьому сформований «заряд» під час горіння має постійну площу контакту з другим компонентом, що вприскується через форсунки, розміщені на магістралі в каналі заряда. Необхідну форму забезпечують зіркоподібні заряди, заряди торцевого горіння і заряди з парасольками.

Як показують попередні проектні розрахунки масові характеристики запропонованої гібридної ракети будуть дещо гірші ніж чисто рідкопаливної, але вартість буде значно нижче при збереженні всіх переваг рідкопаливних ракет-носіїв.

УДК 670.92

А.А. Овчарук, студент; Г.К. Волков, зав.отделом; Л.П. Полякова, с.н.с.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

СОЛНЕЧНЫЙ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ ИЗ ПОЛИКАРБОНАТА

Данная разработка относится к гелиотехническим изделиям, в частности, к установкам преобразования солнечной энергии в тепловую с использованием специальных модулей и могут быть использованы как в наземных, так и в космических аппаратах в качестве источника энергии.

В основу разработки поставлена задача создания солнечного водонагревателя, выполненного из сотового прозрачного поликарбонатового абсорбера с непрозрачным светопоглащающим теплоносителем.

Поставленная задача достигается тем, что водонагреватель состоит из коробчатого корпуса с прозрачной теплоизолированной герметично установленной крышкой и расположенного в середине корпуса абсорбера, выполненного из сотового прозрачного поликарбоната с продольными каналами прямоугольного сечения, заполненного непрозрачным светопглащающим теплоносителем, при этом коробчатый корпус выполнен из полимерного материала. Теплопоглощение осуществляется непосредственно в объеме теплоносителя.

Предлагаемый солнечный водонагреватель обеспечивает повышение КПД, надежность, ремонтопригодность и упрощение конструкции, значительное уменьшение металлоемкости, массы и стоимости. Такой водонагреватель найдет широкое применение в условиях наших регионов, а также в космических аппаратах для горячего водоснабжения как объектов, так и людей.

УДК 629. 76

К.О. Резнік, студентка; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Katrinasss@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛИШКІВ КОМПОНЕНТІВ ПАЛИВА НА БОРТУ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РН

При відокремленні відпрацьованих ракетних блоків для їх гальмування використовуються газореактивні сопла протитяги, що працюють на енергії тиску наддуву паливних баків. В разі недостатнього значення енергії тиску використовуються гальмівні твердопаливні двигуни, що збільшують стартову масу ракети-носія, зменшують надійність і безпечність процесу відокремлення, погіршують енергетичні можливості. В той же час на борту ракетних блоків, що скидаються, залишаються досить значні запаси компонентів палива за рахунок їх незабору і гарантійних запасів.

В роботі пропонується використовувати залишки компонентів палива для створення додаткового тиску в паливних баках і покращення тягових характеристик ГРС. З цією метою на баках в герметичних капсулах розміщуються доповнюючі до даного компоненту компоненти допалювання, шляхом вприску даного компонента в бак, з горінням залишків палива і генерацією додаткового до наддуву газу під час роботи газореактивних сопел.

Як показує порівняльний аналіз результатів масових розрахунків системи відокремлення за допомогою твердопаливних гальмівних двигунів і за рахунок газогенераторної схеми, запропонований варіант дає досить відчутний ефект, який для РН типу «Зеніт» може сягати десятків кілограм.

УДК 621.4:662.9
Т.Е. Сахибов, Г.И. Заривняк, зав. лаб., С.А. Митрохов, с.н.с., Л.В. Накашидзе, н.с.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: real-best@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА В СИСТЕМАХ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Применение теплонасосных установок в системах горячего водоснабжения на данный момент достаточно актуально при модернизации жилищно-коммунального хозяйства. Такие установки могут отличаться друг от друга конструктивным исполнением, что обусловлено мощностью, используемыми теплоносителями во входном и выходном контурах и др. Что касается входного контура, то варианты его конструктивного исполнения могут сильно отличаться друг от друга. Для достижения необходимой эффективности в системах горячего водоснабжения выбор теплового насоса начинать не только с определения общей потребности помещения, а с обязательным учетом комплекса факторов:

– рассмотрение климатических условий, что обуславливает дальнейший выбор хладагента, источника низкопотенциального тепла, вида входного контура;

– при рассмотрении экономического аспекта использования тепловых насосов необходимо учитывать, что коэффициент мощности теплового насоса может достигать 4,5 (в соответствии с паспортом производителя);

– изменение требований к системам вентиляции помещений и пожарной безопасности;

– особенности использования теплового насоса;

– возможность работы теплового насоса в реверсном режиме, т.е. тепловой насос, может использоваться как в качестве нагревателя, так и в качестве холодильника;

– длительность эксплуатации. Относительная простота устройства тепловых насосов позволяет им работать 20-25 лет без капитального ремонта;

– экологическая безопасность теплового насоса – в процессе его эксплуатации отсутствуют вредные выбросы в окружающую среду;

– возможность использования различных источников низкопотенциальной энергии (грунт, вода, окружающая среда, рекуперация вентиляционного тепла);

– учитывать стоимость установленного оборудования; именно высокая стоимость является недостаткам теплонасосных установок используемых для системы горячего водоснабжения;

– недостатком теплового насоса является обратная зависимость его эффективности от разницы температур между источником теплоты и потребителем.

Комплексное рассмотрение всех этих факторов позволило сделать вывод – наиболее целесообразным является применение бивалентной схемы системы горячего водоснабжения, при которой, основную (базовую) нагрузку несет тепловой насос, а пиковые нагрузки покрываются вспомогательным источником (газовый котел, электрокотел и др).

Оценка эффективности системы горячего водоснабжения на основе теплонасосной установки и сравнение эффективности такой системы с традиционными является неоднозначной и многогранной задачей.

УДК 621.4:662.9

Р.Д. Селитов, студент; В.И. Пильщиков, н.с., Г.И. Заривняк, зав. лаб.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: foton_k7@dsu.dp.ua

ВАРИАНТЫ ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭНЕРГОАКТИВНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Использование энергоактивных ограждений, как неотъемлемого элемента домов и сооружений жилищно-коммунальном хозяйстве, позволяет рационально и экономно использовать материальные и энергетические ресурсы Украины.

Основным элементом энергоактивных ограждений являются блоки с поворотными жалюзи. Полностью собранные и подготовленные для монтажа блоки устанавливаются на наружных поверхностях стен, свободных от окон, дверей пространствах и закрепляются к металлоконструкциям остекления здания.

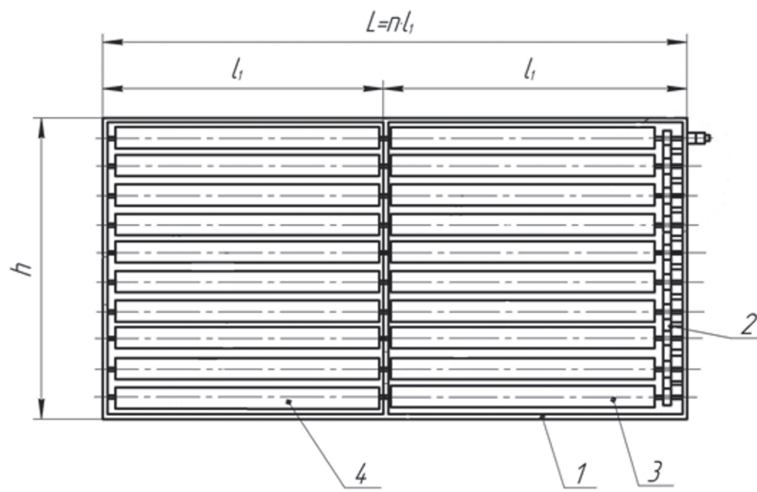
На рис. 1 изображен блок с поворотными жалюзи и состоит из рамы 1 со смонтированными подшипниковыми узлами 2, жалюзи 3 и 4, установленных в подшипниковых узлах и связанных с приводом, осуществляющего поворот на нужный угол и работающий от системы управления.

Конструкция жалюзи:

– для обеспечения жесткости лист жалюзи выполнен с отбортовками; из стойкой к коррозии стали;

– для обеспечения максимальной отражающей способности рабочая поверхность имеет шероховатость не менее 0,32.

Разработаны три варианта приводов поворота жалюзи: червячный, реечный и шестеренчатый, при этом достигнут высокий процент унификации. Вариант исполнений привода может быть принят с учетом производственных возможностей фирмы-изготовителя.



УДК 629.76

Т.А. Солдаткина, студентка; В.Е. Шевцов к.т.н., доцент; С.С. Василив, студент;
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: nssoldatkina@ukrpost.ua

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТКИ ИЗ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ РН И КЛА В УСЛОВИЯХ НЕВЕСОМОСТИ

Поведение жидкости в условиях невесомости отличается от ее поведения при действии гравитации. В невесомости жидкие компоненты топлива могут отойти от заборного устройства и смешаться с газом, который присутствует в баке. Попадание газовых пузырей в магистрали подачи компонента недопустимо, так как может привести к разрушению двигательной установки. Поэтому при запуске двигателя в условиях невесомости применяют различные системы, которые собирают и удерживают жидкое топливо в районе заборного устройства, не допуская попадания газовой среды в жидкость или удаляя газ из жидкости:

1) устройства с механическим разделением фаз,

2) инерционные разделяющие устройства,

3) устройства с капиллярным отбором топлива.

Капиллярные устройства, к которым относятся сетчатые экраны, капиллярные разделители, получили большое распространение в ракетно-космической технике.

В данной работе проведен анализ различных устройств обеспечения запуска двигательной установки в условиях невесомости. Рассмотрены перспективы применения нанотехнологий при решении данной проблемы, а именно капиллярной сетки из нанотрубок. Толщина сетки будет определяться длиной нанотрубок. Нанотрубки отличаются высокой прочностью и жесткостью, их внутренний диаметр составляет от одного до нескольких десятков нанометров, а длина – до нескольких сантиметров

При прохождении жидкого топлива через такое устройство капиллярный эффект будет значительно сильнее, чем используемый в традиционных схемах. Толщина стенки нанотрубки – 0,2 нанометра. Достичь таких толщин стенок ячеек в металлических сетках не позволяет технология и свойства материалов. Естественно, сетка из нанотрубок может выдерживать большее давление и при этом иметь меньшую массу, чем ее металлический аналог. Исходя из того, что критерий минимальной массы является основным при проектировании РН и КЛА, имеет смысл рассмотреть возможность применения капиллярной сетки из нанотрубок для обеспечения запуска двигательной установки в условиях невесомости.

УДК 669.018

Т.А. Солдаткина, студент; В.Е. Шевцов к.т.н., доцент;
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: nssoldatkina@ukrpost.ua

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГО-МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ПУТЕМ МОДИФИКАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА ПРИ ПОМОЩИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Использование криогенных компонентов топлива связано с рядом трудностей. Вследствие переохлаждения стенок металлического бака без теплоизоляции на боковой поверхности образуется ледяной покров, что приводит к увеличению стартовой массы. Постоянное испарение криогенных компонентов вносит трудности при использовании их в ракетах-носителях, а для боевых ракет они вообще не применимы, несмотря на наибольший удельный импульс.

В данной работе рассматривается возможность решений ряда проблем путем изменения состояния, в котором находятся компоненты топлива при помощи нанотехнологий. Предполагается помещение жидкого окислителя в микросферические оболочки, выполненные из наноматериала, который будет выступать в качестве горючего. Диаметр такой оболочки будет исходить из стехиометрического соотношения компонентов и будет измеряться в нанометрах, поэтому в таком состоянии окислитель можно хранить при значительно большем давлении и более высокой температуре. При этом улучшаются условия эксплуатации, и уменьшается масса конструкции. Для содержания окислителя и горючего необходим один бак, что также приводит к уменьшению массы конструкции. Горение такого топлива необходимо обеспечивать в камере сгорания, пропуская его через форсуночную головку, изготовленную также из наноматериалов. Это необходимо для избегания реакции в магистрали подачи.

Таким образом, использование предложенных в работе идей может позволить решить проблемы эксплуатации ракет на криогенных компонентах топлива с существенным повышением их энерго-массовых характеристик.

УДК 521.6:629.783(477)

А.В. Тен, студент; В.В. Курінний, старший викладач
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: kvalera@ua.fm

ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ВІБРАЦІЙНОГО ВПЛИВУ НА ТОЧНІСТЬ РОБОТИ ГІРОСКОПУ

Класична теорія гіроскопів передбачає, що похибки гіроскопів будь-яких типів викликаються неточністю виготовлення, а обладнання ракетно-космічної техніки не впливає на результати вимірювань. Однак дані NASA, опубліковані за результатами натурних спостережень суперечать даній теорії. Також є суттєве розходження між стендовими випробуваннями з повільною зміною параметрів, при наявності ударів і вібрацій. На протязі декількох років учасники цієї конференції наводили шляхи вирішення проблеми похибки гіроскопів. Пропонували уточнення математичної моделі та зміну апаратної частини.

Недоліком такого підходу я вважаю неможливість отримання довершеного виду отриманих формул або методики розрахунку. Це пов'язано з можливістю проведення виключно чисельних розрахунків для описання розповсюдження хвилі в елементах конструкції, та необхідності проведення коштовних експериментів для визначення втрат енергії при переході границі розділу двох деталей (підшипники, прокладки зі значною деформацією). Запропоновані на сьогодні підходи можуть дозволити лише грубо обчислити похибку від вібраційного впливу, або зменшити вібраційне навантаження на вимірювальні прилади.

В докладі пропонується дослідження математичних моделей, що публікують фірми виробники вимірювальних пристроїв ракетно-космічної техніки, таких як GyroChip та інші. Дослідження цих моделей цінне тим, що вони відрізняються одна від іншої лише коефіцієнтами (багато з яких нульові), в їх розробку виробники вклали багато сил та грошей, а їх точність вище не менш як на порядок класичних формул. Найчастіше математична модель виробника враховує не лінійність, особливості перехідних процесів та запізнювання в проходженні сигналу. А це дає можливість більш точно враховувати конструктивні параметри при проектуванні нових апаратів, бо дозволяє відсіювати частоти близькі до коренів характеристичних рівнянь майже повністю.

Для більшості вимірювальних приладів ракетно-космічної техніки відома поправка, яку необхідно вносити в результати вимірювання, якщо відома амплітуда і напрям розповсюдження акустичних вібрацій. Тому в докладі пропонується виділяти інформацію про акустичні вібрації з основного сигналу, та використовувати її для введення поправок. Для цього необхідно враховувати дані сумісної роботи всіх вимірювальних приладів, шляхом апроксимації виділяти основний сигнал та віднімати його для виділення амплітуди та напряму вібрацій, що дозволить розраховувати поправки на роботу гіроскопів в реальному часі за простою математичною моделлю.

УДК 629.78.064

Ю.В. Ткач, студент; Л.В. Литовченко, к. т. н., доцент
Национальный Аэрокосмический Университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: jtedipresse898@gmail.com

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ LED-ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

К настоящему времени, кроме традиционной лампы накаливания (световая отдача ~ 7…10 лм/вт), в распоряжении человека имеются и более эффективные источники света. Прежде всего, это люминесцентные лампы последних поколений (световая отдача ~ 40…60 лм/вт), лампы накаливания с галоидным заполнением (световая отдача ~ 60…80 лм/вт) и наконец LED (Light-emitting diode) источники излучения известные как светодиоды (световая отдача ~ 50…150 лм/вт). Сравнивая световую отдачу вышеуказанных источников несложно прийти к выводу о перспективности использования в качестве источников освещения, в ближайшем будущем, систем на основе именно LED источников света.

Одной из проблем использования LED источников света является их малая единичная мощность, порядка нескольких ватт в одном устройстве, увеличение которой возможно только в пределах ограниченных условиями охлаждения устройства. Известные методы решения этой проблемы, вряд ли можно считать высокотехнологичным решением указанной проблемы. Тем более что в этом случае приходится вспомнить еще о двух проблемах. Это обеспечение приемлемого спектра излучения источника света и обеспечение его теплового режима.

К изложенным выше проблемам стоит добавить и еще одну – большая крутизна вольтамперной характеристики светодиода приводит к их высокой чувствительности к изменению напряжения питания. Соответственно для решения этой проблемы требуется создание специальных источников электропитания.

Представляется разумным, что все вышеперечисленные проблемы создания LED источников света могут быть решены в рамках одного технического подхода формирования плоскостных светоизлучающих структур и их источников питания на теплоотводящей подложке методами ионно-плазменной технологии (включая плазмохимические методы). Для этого, в частности, очень полезными могут оказаться методы, реализуемые при производстве пленочных солнечных батарей или матриц подсветки жидкокристаллических дисплеев, в зависимости от характеристик создаваемого плоскостного источника света. Частным случаем здесь может быть, например, формирование тонкопленочного плоскостного источника света на внутренней поверхности стекла стеклопакета.

УДК 530.12

М.С. Тодрин
КП «Южукргеология» Центральная лаборатория
г. Днепропетровск ул. Карла Либкнехта 87 А
E-mail: miram-ie@mail.ru

РЕФЕРАТ К СТАТЬЕ О НОВОМ ВЗГЛЯДЕ НА РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ЗАКОН СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ

До А.Эйнштейна считали, что основные взаимодействия в физике происходят на фоне физических процессов и взаимодействий. А.Эйнштейн показал, что свойства физического пространства зависят от свойств геометрического пространства. Образование и использование координатного пространства выводят в пространство скоростей, где взаимосвязи пространств сопрягаемы между собой. А.Эйнштейн создал теорию относительности, где процессы физики подчиняются принципу относительности, где геометрия Лобачевского, была привлечена для релятивистского пространства. В пространстве скоростей расстояние между точками определяет относительную скорость (u,υ). В релятивистском случае закон сложения, двух отн. скоростей u,v будет иметь вид:

$\omega = (u + \upsilon) / (1 + u \cdot \upsilon) = thx = (thx_1 + thx_2) / 1 + thx_1 \cdot thx_2$ – где ω – отн. скорость

Данная формула согласуется, с принципом постоянства скорости света. Приходится принимать, что в релятивистском случае складываются не скорости, а расстояния в пространстве скоростей. Поиск нового решения задачи для случая $1< \omega \leq 1$ сводится к неучтённым преобразованиям пространства системы целого, проявлению скрытых состояний или формостояний переходов (f – fi – if – i). Платформой новых представлений является:

1. роективная геометрия в разделе о преобразовании отношений.

2. роявление отношений на основе обобщённой S -пропорции вида $\alpha^{S+1} = \alpha^S + 1$, но с расширением области корней: $1 < \alpha \leq 2$ и $\alpha > 2$.

3. бразование двух S-уравнений, переходящих в 3^x частный Вурф W_3 , для геометр. модели, включая физ. основу для скоростей u, v .

Использование геометрии Лобачевского, как способа проявлений многомерных пространств (N=3,N=4) разных k-измерений, позволили найти решение с образованием новой формулы релятивистского сложения скоростей.

$\omega = h \cdot G / (G + h^2)$ – геометр. интерпретация ω для целого, $h = a+b$, $G= \alpha^{S+2}$

$\omega = G (u + v) / (G + uv)$ – физ. интерпретация ω для h, где $u = a / h$, $v = b / h$

Данные формулы объединили разные диапазоны проявлений ω: а) расстояние в пространстве скоростей для u, v образует в итоге $\omega_1 < 1$. б) при использовании

S – уравнений, Вурфа W_3 и корней $\alpha<2$, и $\alpha>2$ образуется возможность замещения пространства скоростей на пространство расстояний – N – мерное пространство

k-измерений ($k \neq n$), которое не ограничено, например, N=3, $k = 3 \div 8max$. Можно предложить, что k-измерения тождественны энергиям пространств, а N – мерность – пространствам энергий, что не одно и тоже. Такое развитие представлений ведёт к переходу состояний материи вещества к материи пространства образуя проявление N-мерных пространств ($N\geq3$) разных k-измерений.

УДК 159.963.37

А.М. Чубаров, студент; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: an89@hnet.dp.ua

ВИКОРИСТАННЯ ФЕНОМЕНУ ФАЗИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ТВОРЧОСТІ

З явищем фази (виходу людини за межі власного тіла) людство стикалося з давніх часів. Але через деякі свої особливості природа самого явища трактувалась довільно. Справа в тому, що по відчуттях вхід до даного стану дійсно нагадує «відокремлення від фізичного тіла», а тому протягом тисячоліть це явище було відоме під назвами: «вихід душі з тіла», «вихід до астралу», «астральна проекція» та ін. З цієї ж причини дане явище практикувалося лише малочисельними духовними спільнотами і майже завжди з мінімальними результатами.

Само по собі дане явище не таке вже й рідкісне. Якщо поговорити про це з людьми, то майже кожен згадує подібні поодинокі випадки з власного життя.

Проблема довгі роки була в тому, що люди не знали, як простіше за все увійти до даного стану. Але в останній час були розроблені технології, що дозволяють за допомогою простих технік пережити дане явище.

З сучасної точки зору можна дати таке визначення даному явищу: фаза – це особливий вид сну, в якому людина повністю контролює свої дії і може впливати на навколишній світ; фізіологічно стан характеризується пригніченням діяльності кори головного мозку, в той час як всі інші функції мозку активні.

Найбільший інтерес представляє прикладне застосування даного явища. Серед усіх варіантів прикладного застосування, найбільш цікавими є дослідження та творчість.

Деякі особливості «фізики» світу фази дають можливість зробити висновок, що під час даного стану людина має доступ до ресурсів своєї підсвідомості, а це в свою чергу дозволяє моделювати різні явища та отримувати інформацію. Крім того це дозволяє, в деякій мірі, судити про принципи роботи мозку. В роботі, на прикладі експерименту з калькулятором, автор робить висновок про один з таких принципів.

Що стосується творчості, то багато людей, які займаються образотворчим мистецтвом, перебуваючи у даному стані бачать свої твори завершеними, що дуже допомагає їм в дійсності завершити твір. На думку автора, те ж саме стосується і випадків, коли вчені робили відкриття уві сні – насправді вони перебували у стані фази.

Подальше вивчення явища фази потребує розповсюдження інформації про саме явище та технології входу, а також заохочення людей до проведення експериментів та перевірки гіпотез з метою збору та аналізу результатів.

14
Производство летательных аппаратов: новые решения и технологии

Координаторы:
Фокин Анатолий Антонович,
ученый секретарь ОАО «УкрНИИТМ»,
кандидат технических наук
Желтов Павел Николаевич,
заместитель директора по науке ОАО «УкрНИИТМ»,
член-корреспондент Российской академии космонавтики
им. К.Э. Циолковского

УДК 62-419, 678.5

А.М. Алиев, инженер-конструктор; И.Г. Ганзий, инженер-конструктор;
Е.Д. Иванов, ведущий инженер-конструктор; Н.А. Малый, нач. отдела;
В.С. Зевако, к.т.н., доцент
ОАО «Украинский научно-исследовательский институт
технологии машиностроения»
E-mail: aliyev_dnepr@mail.ru

УСТАНОВКА ГОФРИРОВАНИЯ И ДУБЛИРОВАНИЯ ПЛЁНКИ

Современная аэрокосмическая техника требует создания теплоизолирующих материалов с повышенными эксплуатационными свойствами, которые обеспечивали бы высокую работоспособность конструкции летательных аппаратов в течение 15-30 лет их эксплуатации в экстремальных условиях.

Специалистами ОАО «УкрНИИТМ» была создана установка гофрирования и дублирования плёнки, которая позволяет изготавливать теплоизолирующий материал путём гофрирования плёнок из различных материалов, включая металлизированные, предварительно перфорированные с одновременным их дублированием прокладочным материалом (например, холстом стекловолокнистым).

Теплоизолирующий материал такого типа обладает хорошими теплофизическими свойствами и используется, как правило, в космических аппаратах, криогенной технике и т.п.

Установка гофрирования и дублирования плёнки включает раму, устройство раскатное, ролики заправочные, барабан рельефный формовочный, замкнутую ленту, устройство намотки, привод.

При включении установки происходит нагрев рельефной поверхности барабана и его вращение, а так же вакуумирование его секций, в каждой из которых расположены электронагреватели для нагрева формовочной поверхности. Под воздействием температуры и вакуума поверхность плёнки копирует рельеф формовочного барабана, а также происходит склеивание (дублирование) плёнки с прокладочным материалом.

Отличительной особенностью установки является то, что разработанная конструкция позволяет обеспечить гофрирование и дублирование не только целостной, но и предварительно перфорированной плёнки, за счёт технологической плёнки, смонтированной на роликах и образующей бесконечную ветвь.

На конструкцию установки для изготовления теплоизолирующего материала подготовлена заявка на выдачу патента Украины.

УДК 621.91.01:519.237

К.С. Барандич, магістрант, С.П. Вислоух, к.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: BarandichK@ukr.net

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ В АЕРОКОСМІЧНІЙ ГАЛУЗІ

Виготовлення деталей для приладів літальних апаратів, ракет, ракетно-космічних систем повинні забезпечувати поряд із високими вимогами по точності, шорсткості, надійності, стійкості також і економічну ефективність, адже конструкційні матеріали, що застосовуються для таких деталей зазвичай є досить дорогими. Відомо, що основним методом формоутворення деталей приладів є обробка різанням, тому важливим є раціоналізувати режими обробки для забезпечення їх максимальної ефективності.

Аналіз технологічних довідників показав, що вони не в повні мірі висвітлюють характеристики конструкційних матеріалів, оскільки певні режими різання є однаковими для груп матеріалів, які суттєво відрізняються своїми властивостями. Так, основою їх класифікації зазвичай є обмежена кількість параметрів, що найбільше впливають на обробку матеріалів, а всі інші не враховуються. Але всі ці не враховані дані в сумі можуть суттєво вплинути на ефективність призначених режимів різання. Тому поставлено задачу розробки методики визначення раціональних режимів механічної обробка на основі врахування всіх реальних фізико-механічних властивостей конструкційних матеріалів та їх хімічного складу, яка буде економічною за часом, витратами матеріалів та енергії. Для розв'язання поставленої задачі необхідно з максимальною ефективністю опрацювати початкові масиви інформації про матеріали. З цією метою доцільно використати методи багатомірного статистичного аналізу.

Першими етапом роботи є об'єктивна класифікація конструкційних матеріалів методами кластерного аналізу за хімічних складом і фізико-механічними властивостями. Далі шляхом використання методики дискримінантного аналізу можна отримати класифікаційні функції для груп конструкційних матеріалів. Після їх обчислення з врахуванням значень фізико-механічних характеристик та хімічного складу досліджуваного матеріалу, для якого визначаються раціональні режими різання, встановлюється, яке значення класифікаційної функції для даного матеріалу є найбільшим. Для подальших розрахунків початкову інформацію доцільно стиснути методами факторного аналізу без втрати інформативності. В результаті отримано значення факторних навантажень на компоненти для класифікаційної групи досліджуваного матеріалу, що дозволяють визначити латентні фактори за значеннями характеристик будь якого матеріалу, які входять в дану класифікаційну групу. Це дає можливість отримати коефіцієнти оброблюваності матеріалів даної групи, які враховують хімічний склад та фізико-механічні властивості матеріалів. Для визначення раціональних режимів різання конструкційного матеріалу достатньо режими різання, що задані в нормативах, відкоригувати за допомогою коефіцієнтів оброблюваності.

Отже, дана методика дає можливість встановити раціональні режими обробки конкретного матеріалу та підвищити ефективність виробництва.

УДК 629.7(075)

О.А. Бойко, студент; Н.Н. Убизький, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: jarvick@mail.ru

УСТРАНЕНИЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ТОНКИХ СТЕНОК ПРОФИЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ШПАНГОУТОВ ПРИ ИХ ИЗГИБЕ

В процессе изгиба профильных заготовок, тонкие стенки расположенные в зоне сжатия могут терять устойчивость (на них образовываются гофры), в этом случае технологический процесс изготовления должен предусматривать операцию калибровки.

Калибровкой в данном случае будем называть, заключительный этап гибки профилей имеющих тонкую стенку в штампах. Операция калибровки обычно предусматривается технологическим процессом для обеспечения необходимых сборочных размеров при изготовлении гибкой тонкостенных профилей шпангоутов изделий ракетно-космической техники. Началом этого процесса считается тот момент, когда внешняя сторона тонкой стенки коснулась рабочей поверхности матрицы. В результате калибровки стенки, попадающие между сопряженными поверхностями матрицы и пуансона, выравниваются.

Исходными данными для расчета калибровки являются результаты, получаемые при математическом моделировании процесса деформирования поперечного сечения тонкостенного профиля, а именно: компоненты тензора напряжений и деформаций в узлах тонкой стенки; значения радиальных смещений и меридиональной кривизны в узловых сечениях. Разработанная математическая модель позволяет также прогнозировать потерю устойчивости тонких стенок профилей при изгибе и определить потребность в калибровочных операциях.

При выполнении операций калибровки считаем, что цилиндрические и конические стенки профиля подвергаются простому нагружению. Это вполне допустимо, т.к. величина изгибающего момента и калибрующее усилие от начала своего действия возрастают пропорционально одному параметру – времени.

Анализ напряженно деформированного состояния при калибровке позволяет определить величину изгибающего момента в конце активной стадии и в дальнейшем рассчитывать упругую разгрузку профилей, после гибки и калибровки. Разработана методика расчета распорной силы, необходимой для выравнивания тонких стенок профилей, попадающих между сопряженными поверхностями матрицы и пуансона.

УДК 721.9

С.В. Болтасов, студент[1]; А.Г. Фесенко, к.т.н., доцент[1]; А.Ф. Азамат[2]
[1]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2]ГП.ПО ЮМЗ им. А.М. Макарова
E-mail: boltasov2011@mail.ru

МОБИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГАЗОПЛАМЕННОГО И ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Упрочнение и восстановление деталей машин является актуальной задачей для современного машиностроения. Есть много методов решения этих проблем, но методы газопламенного и плазменного напыления являются наиболее актуальными. Эти же методы пригодны для нанесения различных фрикциональных покрытий.

В связи с этим проведен комплексный анализ существующего оборудования для газопламенного и плазменного напыления. Для сравнения выбраны газопламенная горелка CASTODYN DS 8000 и комплекс плазменного напыления УПУ-3Д, широко представленные на рынке соответствующего оборудования в Украине.

Горелка CASTODYN DS 8000 предназначенна для газопламенного порошкового напыления и наплавки порошков на основе алюминия, железа, никеля, кобальта, меди.

Технические характеристики:

– давление кислорода: 0,4 МПа
– давление ацетилена: 0,07-0,1 МПа
– давление сжатого воздуха: 0,05-0,1 МПа
– расход кислорода: примерно 500 л/час
– расход ацетилена: примерно 475 л/час
– мощность пламя: примерно 7 кВт
– транспортировочный газ(кислород): примерно 80 л/час

Преимущества горелки: высокая скорость проплавления порошка обеспечивает высокую скорость наплавки; конструкция сопла позволяет минимизировать потери порошка; возможность использование горелки для ремонта крупногабаритных, нетранспортабельных изделий непосредственно на месте их эксплуатации.

Комплекс плазменного напыления выполнен на базе отечественной установки плазменного напыления типа УПУ-3Д и поставляется заказчику на единой переносной платформе. Комплекс предназначен для нанесения износостойких, фрикционных и других специальных покрытий на поверхности детали методом плазменного напыления порошковых материалов. В качестве плазмообразующих газов используются аргон и смесь аргона с водородом. Включает в себя все необходимое оборудование для нанесения любых покрытий. Вес комплекса не более 1200 кг, потребляемая мощность до 30 кВт. Имеет автономную систему по газо- и водоснабжению, что позволяет, при восстановлении уникальных крупногабаритных деталей, перенести его к месту работы или механической обработки деталей.

Проведенный анализ газопламенного и плазменного методов напыления, а также используемого оборудования, показал их очевидные преимущества: мобильность, экономичность, доступность.

УДК 533.69.04

А.В. Борзенкова, студентка; Г.А. Черепащук, к.т.н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского (ХАИ)
E-mail: Ane4ka_Borzenkova@mail.ru

ЦЕНТРОВКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Измерение координат центра тяжести (ЦТ) быстродвижущихся механизмов, в частности самолетов и вертолетов, используется для повышения уровня безопасности полетов гражданской авиации. При практическом определении ЦТ самолета широкое распространение нашел способ взвешивания его на платформенных весах или весах стоечного типа. После измерения составляющих веса самолета расчет координат ЦТ производят по формулам, приведенным в технической документации на каждый тип самолета, вручную или автоматически на компьютере. В данной работе получены расчетные схемы для определения ЦТ:

– низкоплана (при взвешивании на платформенных весах с учетом угла наклона строительной горизонтали фюзеляжа и на весах стоечного типа). Например, таких самолетов, как Як-40, Як-42 и т.д.;

– высокоплана (при взвешивании на платформенных весах с учетом угла наклона строительной горизонтали фюзеляжа и на весах стоечного типа). Например, таких самолетов, как Ан-12, Ан-24, Ан-26, Ил-76, Л-410 и т.д.;

– вертолетов, например, Ми-80, Ми-17, Ми-28 и т.д.

Координата центра тяжести в процентах средней аэродинамической хорды (САХ) определяется по формуле:

$$\overline{X_T} = \frac{X_T}{b_{CAX}} \cdot 100\%,$$

где X_T – расстояние от носка САХ до центра тяжести самолета;
b_{CAX} – длина САХ.

Расчет значения X_T основан на уравнении моментов сил тяжести:

$$\sum M = \sum G_i \cdot x_i = 0.$$

Решение этого уравнения зависит от типа самолета.

Значение X_T является функцией ряда параметров:

$$X_T = f\left(b_{CAX}, X_i, Y_i, G_i, B_i\right),$$

где X_i – геометрические параметры, измеряемые для каждого типа самолета;
Y_i – конструктивные параметры, приведенные в технической документации на каждый тип самолета;
G_i – значения сил тяжести, полученные при взвешивании самолета;
B_i – параметры, регулируемые при взвешивании самолета.

Расчет ЦТ для вертолетов производится по более простым соотношениям.

Полученные методики использованы для автоматического определения ЦТ в стоечных и платформенных весах, выпускаемых ООО «Инженерное бюро Авиационного института». Анализ таких расчетных схем позволяет оценить точность определения ЦТ самолетов и вертолетов, а также получить зависимости для разработки метрологического обеспечения систем взвешивания и центровки летательных аппаратов.

УДК 621.01/03

Д.В. Борисов, студент[1]; О.В. Бондаренко, к.т.н., доцент[1];
А.К. Федючук, ведущий специалист[2];
О.А. Кавац, к.т.н., инженер-технолог 1 категории[2]
[1]Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
[2]ГП «ПО Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова»

ВЫБОР КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРИПОЕВ ДЛЯ ПАЙКИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Правильный выбор припоя и флюса в зависимости от условий эксплуатации напаянного инструмента, получение прочного и надежного паяного шва, выбор источника нагрева – основные технологические задачи для получения неразъемного соединения деталей инструмента.

Сталь корпуса, твердый сплав и припой обладают различными физическими, механическими и технологическими свойствами, меняющимися с изменением температуры при нагреве и охлаждении в процессе высокотемпературной пайки.

Ударная вязкость твердого сплава чрезвычайно низкая. Коэффициент линейного расширения твердых сплавов в 2...3 раза меньше коэффициента линейного расширения стали. Эта разница в величинах коэффициентов линейного расширения материалов инструмента является основным фактором, влияющим на технологию напайки. С целью уменьшения внутренних напряжений инструмент охлаждают после напайки медленно. Такое охлаждение является отпуском, который снижает прочность стали. Повторный нагрев напаянного инструмента, в том числе с целью закалки стального корпуса, недопустим из-за возможности возникновения трещин в твердом сплаве, окисления паяного шва, что резко снижает его прочность и приводит к отрыву твердосплавной пластинки от корпуса.

Считается, что паяный шов должен иметь толщину не более 0,1 мм. Однако, использование композиционных припоев, например, с наполнителями (припой марки П-100) или триметалла (припой ТП-1), способствует снижению остаточных напряжений в паяном шве и твердом сплаве при толщине паяного шва 0,7...0,8 мм. Это объясняется также и более низким пределом текучести получаемого металла паяного шва, не превышающем во всем температурном интервале охлаждения 132 МПа.

Прочность паяных соединений находится на уровне прочности пластин твердого сплава.

УДК 621.357.9
А.В. Боровик, инженер; А.Б. Лившиц, к.т.н., ст.н.сотр.; М.П. Волокита, инженер
ОАО «УкрНИИТМ»
E-mail: maksvolokita@mail.ru

ВАКУУМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ ГАЛЬВАНОСТОКОВ

В ракетостроении и др. машиностроительных отраслях промышленности гальванические технологии относятся к числу наиболее экологически опасных технологий.

Основную опасность представляют отработанные воды и электролиты (гальваностоки), содержащие ионы тяжелых металлов (ИТМ).

Применяемые в настоящее время способы переработки гальваностоков малоэффективны. Например, при использовании химических осадителей и адсорбентов (реагентные, гальванокоагуляционные способы) образуются сотни тонн вторичных отходов, отравляющих и загрязняющих окружающую среду.

В нашем институте спроектированы и апробированы малогабаритные вакуумные установки регенерации гальваностоков, позволяющие организовать безотходные и бессточные технологии, для нанесения большинства покрытий.

Основной принцип работы вакуумно-регенерациионного цикла: сбор гальваностоков, вакуумное упаривание, возврат воды и концентрата в соответствующие ванны.

Основная задача работы: создание автоматизированной, энергоэкономной установки, легковстраиваемой в действующие и вновь проектируемые гальванолинии. В институте спроектированы термовакуумные испарители с использованием различных вакуумных насосов, нагревательных систем. и систем автоматики. В том числе спроектированы варианты установок с применением водокольцевых и эжекторных вакуумных насосов, титановых (электродных) и титановых трубчатых нагревателей.

Использованы известные способы, сокращающие в сотни раз объемы промывных вод и расход энергии на вакуумное упаривание. Разработаны замкнутый технологический цикл предусматривающий использование «теплоты конденсации» вторичного пара для нагрева рабочих растворов.

Разработанные проекты позволяют полностью отказаться от высоко затратных и энергоемких станций нейтрализации, уменьшить в сотни раз водопотребление и самое главное, полностью исключить сброс вредных веществ в окружающую среду.

Техническая характеристика установок термовакуумной регенерации гальваностоков

Производительность испарения (воды),дм3/ч	5 – 40;
Потребляемая мощность, кВт	4 30;
Уд. энергия испарения, кВтч/дм3	0,8-0,9;
Уд. затраты энергии с учетом утилизации «теплоты конденсации пара» кВтч/дм3	0,12- 0,13;
Габариты, мм	1500х 1200х 2500

УДК 62-419, 678.5

И.Г. Ганзий, инженер-конструктор;
Е.Д. Иванов, ведущий инженер-конструктор; Н.А. Малый, нач. отдела
ОАО «Украинский научно-исследовательский институт
технологии машиностроения»
E-mail: ganziy.ivan@mail.ru

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ УСТАНОВКИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОПИТАНЫХ ТКАНЕЙ

В технологии изготовления некоторых изделий из полимерных композиционных материалов используются фрагменты пропитанных стекло- и углетканей.

Применение измельченных пропитанных тканей позволяет обеспечить равномерность распределения фрагментов по объему изделия, и как следствие, равномерность физико-механических свойств.

В зависимости от технических требований к конструкции изделий, геометрических размеров и с учетом других конструкторско-технологических факторов при изготовлении изделий из ПКМ, могут использоваться различные по размеру, фракции измельченных материалов различной линейной плотности. Потому задачей данного проектирования было создание установки измельчения пропитанных материалов с гибкими техническими характеристиками.

При создании установки измельчения пропитанных стеклотканей предложена принципиальная схема устройства и определены основные решения усовершенствования конструктивных особенностей установки:

– применение блочной схемы, для обеспечения ее ремонтопригодности;

– повышения жесткости конструкции отдельных элементов, исходя из анализа проведенных экспериментов на определения усилия резания пропитанных стеклотканей, для обеспечения постоянства размеров фрагментов;

– повышения технологичности переналадки режущих элементов.

Разработано техническое предложение установки, позволяющей измельчать пропитанные фенолоформальдегидными смолами стеклоткани линейной плотностью 50÷300 г/м^2 на фрагменты 10х10, 20х20 или 10х20 мм.

УДК 658.562

М.О. Демченко, студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний університет»
E-mail: amd.8@meta.ua

КОНТРОЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Якість виготовлення продукції є одним з ключових факторів у формуванні попиту. Важливість цього фактору при розробці ефективної конкурентної стратегії на підприємстві, а також придбання нових конкурентних переваг в галузі навряд чи можливо переоцінити.

На багатьох підприємствах введена система якості є невід'ємною частиною виробничого процесу. Контроль якості став необхідним елементом конкурентної стратегії будь-якого сучасного підприємства. Ступінь якості продукції, її вартість визначають рівень прибутковості підприємства. Розглядаючи якість і ціну на товар як дві характеристики конкурентної переваги, необхідно зазначити, що універсальних рецептів не існує. При формуванні товарної та маркетингової політики на підприємствах, безумовно, приймаються до уваги обидві характеристики, але частіше ґрунтується на тій їх пропорції, яка найбільше відображає реальні умови.

Пошук методу підвищення якості продукції, що випускається – питання, з яким рано чи пізно зіштовхується у своїй повсякденній діяльності керівник підприємства. Підвищити рівень якості є можливим через придбання нового дорогоцінною обладнання, перенавчання та перекваліфікації кадрів. Найбільш раціональними способами існуючого виробництва є: реорганізація структури підприємства, оптимізація існуючих виробничих процесів, постійний контроль і регулювання процесів з метою виявлення закономірностей, що запобігають вплив не випадкових руйнуючих дій.

Впровадження системи контролю якості істотно знижує витрати підприємств, пов'язані з виникненням браку, допомагає розібратися з труднощами, які є перешкодою на шляху виробництва продукції: від закупівлі матеріалу до поставки продукції постачальнику. Її завдання полягає у перевірці ретельно підібраних даних, виявленні відхилення параметрів від запланованих значень, пошуку причини відхилення, усунення неполадки, контрольної перевірки відповідності запланованих даних (стандарту чи нормі).

Завдяки простим методам аналізу даних діяльності підприємства вже сьогодні у нього з'являється можливість не лише виявляти брак на ранній стадії, а й оптимізувавши весь процес виробництва, істотно знизити межі своїх витрат, тобто використання сучасних технічних можливостей, свіжі аналітичних розробок в області систематичного контролю дозволяють зробити сьогодні те, що раніше вважалося малоймовірним або зовсім неможливим. Підняти і утримати рівень якості продукції, що випускається на стабільно високому рівні, допомогти організації виявити нові горизонти для свого розвитку – цілком здійсненне завдання для аналітичних платформ сьогодні.

УДК 658.56

М.О. Демченко, студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний університет»
E-mail: amd.8@meta.ua

СТАТИСТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБІВ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Основною проблемою розвитку вітчизняного приладобудування на сучасному етапі є проблема підвищення рівня якості, надійності та безпечності виробів. Висока якість продукції – це складова, що визначає її конкурентоспроможність. Як відомо, будь-який процес для правильної його реалізації та розв'язанні поставлених задач потребує чіткого керування.

Складовими керування якості виробів є статистичні методи аналізу та оцінки якості та статистичні методи контролю. Вони дозволяють оптимально використовувати всі види ресурсів, знижувати витрати виробництва та підвищувати трудоємність, дотримуватись вимог, що пред'являється до продукції, безперервно вдосконалювати процеси виробництва, обслуговування та керування.

Існує різноманітна кількість концепцій статистичного керування якістю. Основним являється концепція на основі загального критерію якості Total Quality Management (TQM), ідеєю якої розробили американські вчені Уолтер Шухарт та Уільям Едвард Демінг.

Основна ідея даної концепції полягає в «покращення якості за рахунок зменшення змінності процесу», тобто важливість неперервного та усвідомленого усунення варіацій з усіх процесів виробництва продукції. Також розроблена концепція виробничого контролю, пов'язана з винаходженням та наступним використанням карт статистичного контролю або «Контрольних карт Шухарта». Статистичні методи контролю дозволяють сконцентрувати зусилля на тому, щоб збільшити кількість придатних виробів за рахунок максимального скорочення варіацій.

Керування за допомогою статистичних методів якістю допомагає вирішити проблеми, які пов'язані з підвищенням ефективності керування виробництвом, зацікавленістю робітників, збільшення випуску якісної продукції. Основою є те, що ключовим поняттям на виробництві є якість роботи, направлена на більш повне задоволення потреб клієнтів.

УДК 668.31:62

М.Н. Дьяченко, студентка, Т.В. Носова, канд. техн. наук, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: mariaknirps@gmail.com

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ РКЛА В НАПРАВЛЕНИИ УМЕНЬШЕНИЯ ИХ МАССЫ

Замечательный комплекс прочностных, технологических и эксплуатационных характеристик трехслойных конструкций предопределил их широкое применение в различных областях техники и отраслях промышленности: авиационной, ракетно-космической, транспорте, строительстве, мебельной промышленности и др. При этом, номенклатура узлов и деталей, наряду со слабонагруженными, включает высоконагруженные силовые конструкции ответственного назначения.

Для новых модификаций ракет-носителей (РН) «Зенит» и «Циклон» создана эффективная теплоизоляция (ТИ) сотовой структуры. ТИ предназначена для установки на внутренней поверхности головных обтекателей (ГО). Новая ТИ относится к твердому типу и имеет необходимые тепловые и весовые характеристики. Но основным ее преимуществом по сравнению с известными мягкими ТИ на основе базальтовых матов является обеспечение высоких требований по чистоте подобтекательного пространства.

Проведена работа по массовому совершенствованию ТИ сотовой конструкции (СК).

Исходя из технических требований, предъявляемых к теплоизоляции, (объемная масса не более 12,0 кг/м^3, коэффициент эффективной теплопроводности при Т=50^{0}С равен 0,06...0,08 Вт/м^{2}х^{0}С), в качестве сотового заполнителя (СЗ) выбран полимерсотопласт ПСП-1-45, изготовленный из полимерной бумаги δ= 50 мкм с размером одинарной грани ячейки а= 8,0 мм.

В качестве обшивки использована алюминиевая фольга δ= 23 мкм. Для склейки алюминиевой фольги с СЗ опробован применяемый пленочный клей и клей из расплава.

Одним из путей снижения массы СК является снижение расхода клеевой композиции.

С этой целью разработана технология получения рационального клеевого соединения СК за счет адресного дозированного нанесения на торцы сотов.

Произведена оценка массы наноса клея по предлагаемой и существующей технологии.

При проведении эксперимента установлено количество наносимого клея-расплава на торцы сотов – 110 г/м^2. Изготовленная, в процессе эксперимента, конструкция испытана на отрыв, показала, что прочность находится на одном уровне с пленочным клеем.

Применение технологии нанесения клеев типа ВК-36 на торцы сотов позволяет регулировать нанос клея на одну сторону сотовой панели в диапазоне от 20 г/м^2 до 180 г/м^2 и снизить массу 1 м^2 СК на 110 г/м^2.

УДК 621.983

О.С. Ерофеева, студентка; Н.Н. Убизький, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: eos51@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ИЗГИБЕ ПРОФИЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ШПАНГОУТОВ

Изготовление шпангоутов предусматривает процесс изгиба профилей, значительная часть которых имеет тонкую стенку. Поперечное сечение и стенка профилей деформируются в процессе изгиба. Это сказывается на точности геометрических размеров шпангоутов. Из условия неразрывности деформаций определена меридиональная кривизна стенки профиля при линейном напряженном состоянии: $k_1 = \cos\phi / 2r$, где ϕ – угол отклонения тонкой стенки от исходного положения, а r – радиус изгиба профиля. Линейное напряженное состояние имеет место на незакрепленном краю стенки, а также на поверхности тонкой стенки $\gamma^* = \gamma(\alpha)$, на которой напряжение σ_α переходит через нуль. Уравнение связи: $\sigma_\alpha = 4\sigma_i(\gamma - \gamma^*)\left[k_1 + (\cos\phi)/2r\right]/3\varepsilon_i$ содержит неизвестные параметры: γ^* и $\gamma(\alpha)$, которые усредняются в пределах элементов и определяются итерационным решением системы уравнений:

$$F_1(\gamma^*, k_1) = N_1 - \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_\alpha d\gamma = 0 \; ; \; F_1(\gamma^*, k_1) = M_1 - \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_\alpha \gamma d\gamma = 0 \; .$$

Величины меридиональной силы N_1 и меридионального момента M_1 определяются из условия равновесия элементов. Процесс изгиба моделируется в виде множества этапов. На каждом этапе подсчитываются приращения меридиональной кривизны стенки, а также изменение угла и прогиб: $\Delta\phi_j = \frac{L}{n}\sum_{i=1}^{n} \Delta k_{1i}$, $\omega_j = \frac{L}{n}\sum_{i=j}^{n} \Delta\phi_i$, где j – номер элемента, n – число элементов, L – ширина стенки. Увеличение количества этапов свыше 25 практически не отражается на результатах расчета. Расчетные значения прогиба стенки хорошо согласуются с экспериментальными данными, различие не превышает 10%.

УДК 629.783:658.562

Т.А. Журавель, инженер II кат.;
Л.П. Потапович, канд. техн. наук, начальник группы
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail:info@yuzhnoye.com

ОПЫТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОТЫ СПУТНИКОВ, ЗАПУСКАЕМЫХ ПО ПРОГРАММЕ «ДНЕПР» С ПУСКОВОЙ БАЗЫ «ЯСНЫЙ»

В последние годы успешно осуществлен ряд коммерческих пусков космических аппаратов по программе «Днепр». При выполнении этих работ, как к запускаемым космическим аппаратам, так и к используемой ракете-носителю предъявлялись повышенные требования по чистоте. Особенностью программы «Днепр» является тот факт, что в качестве носителя используются ракеты типа SS-18, изготовленные более 20 лет назад без соблюдения современных требований по чистоте изделий ракетно-космической техники и находящиеся на боевом дежурстве до настоящего времени. Головная часть таких ракет подлежит демонтажу, очистке, доработке для запуска конкретного запускаемого космического аппарата и дополнительной очистке до требуемого уровня чистоты. Доработка космических головных частей (КГЧ) при выполнении различных проектов выполнялась как в условиях ГП «ПО ЮМЗ», так и в условиях космодрома.

В докладе рассмотрены основные требования по чистоте различных заказчиков пусковых услуг предъявляемые к чистоте воздуха окружающего КА и РН «Днепр» и чистоте поверхности КГЧ. В последнее время наблюдается тенденция ужесточения требований по чистоте потенциальными заказчиками пусковых услуг к ракете-носителю и одновременно стремление подрядчика к проведению доработки КГЧ только на космодроме с целью сокращения затрат на подготовку к пуску. В докладе проводится анализ возможности выполнения требований по чистоте при различных вариантах проведения доработки КГЧ и рекомендации по достижению требуемых уровней чистоты КГЧ. Также отражены полученные результаты в ходе пусковых миссий в условиях космодрома по запыленности воздуха и скорости осаждения молекулярных загрязнений по программе «Днепр».

УДК 62-53-533

А.А. Зайцев, инженер-конструктор,
А.И. Клименко, инженер-конструктор,
Д.А. Любимов, начальник отдела
ОАО «УКРНИИТМ»
E-mail: nio7@ukrniitm.dp.ua

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСТВОРОВ В ВАННАХ БОЛЬШИХ МОЩНОСТЕЙ

Разработана система регулирования температуры водного раствора в ванне анодирования объемом 10 м^3 для поддержания температуры в диапазоне 20-98 °С. Суммарная мощность тэнов в ванне составляет 192 кВт. Регулирование в системе осуществляется по ПИД-закону двухканальным регулятором по обе стороны ванны. Для управления мощностью нагрузки были применены тиристорные модули и блоки управления тиристорами, которые управляются сигналом с ПИД-регулятора. В качестве датчиков температуры были применены преобразователи сопротивления типа ТСП. Система снабжена автоматическим пуском, что было реализовано с помощью недельно-программируемого таймера.

Сложность наладки системы заключалась в выборе оптимальных коэффициентов ПИД-регулирования, так как для щадящего режима эксплуатации тэнов и предотвращения местного вскипания раствора необходимо было отладить определенную кривую ограничения мощности нагрузки на выходе по мере возрастания температуры раствора. Отладка требовала многократного нагрева и охлаждения ванны, а при большой инерционности процесса это занимает немало времени.

УДК 678.074(075.8)

А.А. Заславец, аспирант;
А.В. Кулик, к.т.н.; О.А. Свистельник, д-р экон. наук, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: tp3andrey@ua.fm

ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ОТ АБРАЗИВНОГО И КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА ПРИ ПОМОЩИ РЕЗИНОВЫХ И РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В последние годы в качестве альтернативного материала для изготовления износостойких покрытий, футеровок барабанных мельниц, бункеров, просеивающих и классифицирующих устройств и другого оборудования, подверженного абразивному и агрессивному износу, применяется такой распространенный материал как резина.

Несмотря на достаточно широкое распространение данного эластомера как базового для изготовления деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и коррозионного износа, его существенным недостатком остается недостаточно высокая устойчивость. При превышении определенного предела динамического ударно-абразивного нагружения такие детали начинают разрушаться.

Комбинированные детали (вязкий эластомер–износостойкий чугун или сплав) могут более эффективно противостоять ударно-абразивно-коррозионному износу в условиях, при которых надёжность применения монолитных деталей из белых износостойких чугунов или же эластомера (резины) невелика из-за возможности отдельных сильных ударов в процессе работы. В этих случаях сочетание вязкости и пластичности эластомерной основы с твёрдостью, износостойкостью и коррозионной стойкостью армирующих вставок из белого износостойкого чугуна (или другого износостойкого сплава) обеспечивает надёжную защиту стенок барабанной мельницы первой стадий измельчения (что на сегодняшний день является проблемой), мельниц, просеивающих и классифицирующих устройств и другого оборудования, подверженного ударно-абразивному и агрессивному износу.

Создание комбинированных деталей такого типа включает рациональный выбор пары материалов эластомерная (резиновая) основа — металлическая вставка, причем, на всех этапах выбора конструктивных решений важная роль принадлежит технологическим соображениям.

Для определения эффективных материалов, предназначенных для изготовления указанных деталей, был проведен комплекс исследований, направленных на получение экономнолегированных сплавов, в структуре которых достигается образование благоприятного в плане повышения износостойкости сочетания структурных составляющих. Проведен сравнительный анализ износостойкости полученных сплавов и образцов резиновых смесей.

На основании полученных результатов исследований сделан выбор оптимальных материалов для создания комбинированных резинометаллических деталей для противостояния интенсивному ударно-абразивному износу.

УДК 621.76.002 (075.8)

А.В. Зевако, студентка
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Nastya03-90@mail.ru

КОНСТРУКТИВНО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОЙКИ ТОПЛИВНЫХ ОТСЕКОВ РАКЕТО-НОСИТЕЛЕЙ

Изготовление топливных баков для РН, есть очень трудоемким процессом, состоящим из ряда сложных операций требующих строгой последовательности и максимальной точности выполнения. Одним из основных потенциально опасных факторов, которые влияют на функционирование баков, есть их загрязнение в процессе выполнения технологических операций. По этому в технологическом процессе изготовления баков обязательной операцией есть мойка внутренней полости.

Основным способом обеспечения чистоты внутренних полостей топливных баков, является процесс их струйной мойки. Этот способ, заключается в механизированной и технологичной очистке бака, с наименьшими экономическими затратами. Основным конструктивным элементом струйной мойки есть моющая головка (МГ), единственная в своём роде и впервые спроектированная и отработанная сотрудниками конструкторско-технологических отделов ОАО «УкрНИИТМ». В основу конструкции МГ, были положены требования к чистоте бака, максимально исключающие участие человека в процессе мойки.

Принцип работы МГ состоит в подаче моющей жидкости(0,01-0,02% раствор хромпика калия $K_2Cr_2O_7$ в воде) через гибкий подающий шланг в ее корпус, где находится гидромотор. Устройство гидромотора позволяет вращать МГ вокруг ее продольной оси, трансформируя часть кинетической энергии поступательного движения моющей жидкости в кинетическую энергию вращательного движения МГ. Рабочее давление на входе обычно составляет Р=6,0-6,5 кгс/см2.

Процесс очистки внутренней полости бака от механических загрязнений происходит в вертикальном положении на специальном стенде гидравлических испытаний. Контроль качества очистки осуществляется по массе отходов, которые задерживаются фильтром на выходе моющей жидкости из бака.

Для реализации изготовления МГ, мною были разработаны технологические процессы изготовления основных деталей ее конструкции.

Результаты, полученные после проектирования, изготовления и опытной отработки МГ позволяют сделать вывод о том, что новая конструкция моющей головки решает целый ряд задач связанных с обеспечением чистоты внутренних полостей топливных баков. В первую очередь это возможность помыть в самых трудно доступных зонах, с высоким качеством и максимально исключает участие человека в процессе мойки.

УДК 621.9.048.4

В.В. Земляна, аспірантка; О.В. Карпович, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: viktoriyaz@ukr.net

ВИБІР МАТЕРІАЛУ ЕЛЕКТРОДА ДЛЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

Для сучасного рівня розвитку техніки характерне використання в конструкціях машин і апаратів матеріалів з покращеним комплексом механічних властивостей. Титанові сплави є перспективним матеріалом для багатьох областей машинобудування завдяки їх високій питомій міцності, опору втоми, в'язкості руйнування і корозійної стійкості, відносно низькій питомій вазі.

Завдяки цим властивостям титанові сплави знаходять все більш широке застосування в авіаційно-космічній промисловості. В умовах жорсткої конкуренції підвищення льотних характеристик літальних апаратів є актуальним завданням, вирішення якого забезпечується, зокрема, і застосуванням сучасних матеріалів. Застосування традиційних операцій механічної обробки для виготовлення деталей з титанових сплавів пов'язане із значною витратою ріжучого інструменту, високою трудомісткістю, а, в деяких випадках, і з неможливістю отримати необхідну конфігурацію або якість обробленої поверхні.

Для забезпечення необхідної точності та якості деталей з титанових сплавів виникла необхідність в проведені експериментальних досліджень режимів електроерозійної обробки з урахуванням властивостей оброблюваного матеріалу й використаного інструменту.

Експерименти проводились на прошивному електроерозійному верстаті графітовим і мідним електродами. Досліджувався вплив максимального струму й матеріалу електрода на шорсткість оброблюваних поверхонь і відносний знос електрода.

Аналіз отриманих результатів показав, що з техніко-технологічної точки зору деталі з титанових сплавів найбільш раціонально обробляти мідним електродом. Графітовий електрод не забезпечує необхідну якість оброблюваної поверхні (шорсткість $Ra < 1$ мкм), а також в процесі обробки спостерігається занадто великий відносний знос (при чорновій обробці 12 – 40 %), особливо при чистовій обробці (50 – 60 %). В той же час чистова електроерозійна обробка титанового сплаву мідним електродом забезпечує високу якість поверхні (Ra 0,32 мкм) при відносному зносі електрода 15 %.

Тобто, застосування мідних електродів для обробки деталей з титанових сплавів забезпечить високу якість оброблених поверхонь при мінімальному відносному зносі електрода.

УДК 678.685(088.8):678.632:620.184.4
О.А. Карпикова, инженер-технолог
«Украинский научно-исследовательский институт технологии машиностроения»
E-mail: scncmishals@mail.ru

АРМИРОВАННЫЕ ПЛАСТИКИ С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Получение армированных материалов с улучшенными характеристиками на базе имеющегося сырья и оборудования является одним из наиболее перспективных направлений в технологии переработки полимерных композиционных материалов (ПКМ) конструкционного назначения.

Задача решалась за счет оптимизации режима термообработки полимерных композиционных материалов с использованием электрофизического метода и введением целевых добавок (ЦД).

Это позволило получить беспористый ПКМ и интенсифицировать режим термообработки.

Установлено, что структурное изменение в олигомерной системе обусловлено увеличением однородности надмолекулярной структуры за счет оптимизации процесса удаления летучих из матрицы, а введение ЦД способствует образованию катенаноподобных сетчатых полимеров.

В качестве ЦД используются комплексы из числа координационных соединений галогенидов рения с органическими циклическими лигандами разного строения, обеспечивающие необходимую структуру и свойства сетчатого полимера.

Авторами выбран состав ЦД – комплексное соединение рения (V) с лигандом 1-фурфурилиден-амино-1,3,4-триазолом и изучено его влияние на процесс отверждения полимерных связующих марок ЛБС-4, БФОС, ЭНФБ.

Введение ЦД в связующее в количестве 0,01 % от их массы оказывает влияние на формирование структуры и свойства полимера.

Проведены сравнительные исследования связующих с ЦД и без нее электрофизическим методом путем измерения параметров электропроводимости и тангенса угла диэлектрических потерь полимера.

Установлено, что связующие без добавки комплекса $[ReO(OH)LCl_2]$ имеют однородный вид лишь на низкой скорости нагрева 0,5^{0}С/мин., во всех остальных случаях наблюдалось вспучивание, что приводило к появлению в материале воздушных включений и пор. Наиболее интенсивный процесс вспучивания наблюдался при скоростях нагрева 2-2,5^{0}С/мин. В тоже время связующее с добавкой комплекса на всех скоростях подъема от 0,5-2,5^{0}С/мин. (с шагом 0,5^{0}С/мин.) получалось однородным. Для интенсификации процесса термообработки связующих с ЦД выбрана скорость нагрева 2,5^{0}С/мин. до температуры максимального отверждения.

Добавка 0,01% от массы связующих комплекса $[ReO(OH)LCl_2]$ в совокупности с оптимизацией режима и контроля всех стадий процесса термообработки позволила снизить время полного отверждения связующих: ЛБС-4 с 7 ч. до 3 ч.; БФОС – 8 ч. 45 мин. до 2 ч. 28 мин.; ЭНФБ – с 10 ч. 15 мин. до 2 ч. 2 мин.

УДК 621.454

Ю.Г. Каторгина, студент, Л.В. Литовченко, к.т.н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: wonta@mail.ru

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ НА РЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ

Целью работы является разработка методики реализации процесса осаждения алмазоподобной пленки на поверхности режущего инструмента. В соответствии с этим определяется общая задача: разработка научно-обоснованных положений, обеспечивающих оптимизацию режимов осаждения АПП и разработка специализированного технологического источника.

Алмазоподобные (DLC) покрытия представляют собой тонкие аморфные пленки на основе углерода. Микроструктура материала включает полимерную сетку (sp2 фракция) и тетраэдрическую структурную сетку (sp3 алмазоподобная фракция). Наличие алмазоподобной фракции определяет высокую микротвердость DLC покрытий. Эти покрытия используются для увеличения долговечности режущего инструмента.

Такие пленки обладают уникальными свойствами, которые характеризуются низким коэффициентом трения, высокой химической стойкостью, термической стойкостью, механической прочностью и износостойкостью рабочих поверхностей режущего инструмента. Кроме высокой твердости, алмазоподобные пленки имеют высокую теплопроводность и обладают хорошими электроизоляционными свойствами.

Предложен технологический цикл упрочнения режущего инструмента, который состоит из следующих операций: 1) многоступенчатая подготовка инструмента; 2) загрузка партии инструмента; 3) обеспечение вакуума в камере; 4) ионная очистка, подогрев и осаждение упрочняющих покрытий; 6) охлаждение инструмента; 7) открытие камеры, удаление паров и металлической пыли, съем и выгрузка инструмента.

УДК.62-52-523.
А.И. Клименко, инженер-конструктор; О.С. Надха, ведущий инженер;
Д.А. Любимов, начальник проектно-конструкторского отдела
ОАО «УКРНИИТМ»
E-mail: nio7@ukrniitm.dp.ua

РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПЕРФОРАЦИИ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ

В связи с необходимостью своевременно осваивать новые технологии автоматизации техпроцессов, было принято решение о разработке специализированного логического контроллера для управления технологическим процессом перфорации полимерной пленки. Для обеспечения совместимости с периферийным оборудованием требования к сигналам контроллера обозначились следующим образом: питание устройства должно питаться от стабилизированного источника питания 24В, уровень входных сигналов 24В, уровень выходных сигналов 24В, ток до 150мА. Все выходы используются для управления электромагнитными реле.

В качестве центрального микропроцессора был выбран микроконтроллер PIC16F628. Т.к. параметры его входных и выходных сигналов не соответствуют требуемым, пришлось для входных цепей добавлять делитель напряжения, а для выходных – усилительный каскад.

Написание программного обеспечения выполнялось на языке С. Алгоритм работы прибора предполагал использование таймера для замера времени между перфорированием, в случае если по каким-то причинам процесс перфорирования не был закончен, механические узлы не вернулись в исходное положение в течении 10 секунд, работа установки прекращается и на выходе контроллера устанавливается аварийный сигнал. Для реализации используется т.н. прерывание по переполнению таймера. Таймер в микроконтроллере может быть сконфигурирован таким образом, что прерывание возникает 1 раз в секунду, а чтобы действие выполнялось через 10 секунд после включения таймера, в обработчик прерывания добавляется счетчик, который отсчитывает количество пройденных секунд. При достижении значения счетчика 10-ти, выполняется выход контроллера в аварийное состояние, но счетчик обнуляется если установка вышла в исходное состояние менее чем за 10 секунд. Таким образом при нормальной работе установки выхода в аварийный режим не происходит.

Для испытания и отладки программы использовалась среда симуляции Proteus. После чего был изготовлен и испытан опытный образец прибора.

УДК 621.00

В.А. Клименко, инженер; С.А. Зюзин, к.т.н., начальник сектора
«УкрНИИТМ»
E-mail: oao@ukrniitm.dp.ua

ВЫБОР ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Современные требования к качеству выпускаемых изделий в отрасли, содержат целый ряд составляющих, связанных с организацией процессов производства, как основного, так и вспомогательного. Производственный процесс оценивается набором показателей качества, перечень которых постоянно увеличивается. Сюда часто относят: класс точности основного и вспомогательного технологического оборудования, надёжность оборудования, квалификацию персонала, обслуживающего оборудование, наличие высокоточных измерительных средств и т.д. Ужесточение требований качества для обеспечения высоких ТТХ изделий приводит к необходимости модернизации технологического оборудования, формированию новых схем производства, как для основных, так и вспомогательных процессов, что связано с поиском новых организационных и технологических решений. Две проблемы неизменно привлекают внимание при выборе проекта реконструкции предприятия для изготовления новых изделий – проблема минимизации производственных затрат и проблема обеспечения сроков сдачи изделий Заказчику. Отсюда вытекает актуальность темы публикации, в которой рассматривается метод поиска рациональных решений по обеспечению качества основного и вспомогательного процессов производства изделий, основанный на прецедентном подходе.

Проведение реконструкции осуществляется на основе существующего опыта в области обеспечения качества основного и вспомогательного процессов производства. Для этого строится база знаний в виде упорядоченного множества прецедентов, которые состоят из информационных блоков, содержащих значения показателей качества и готовые организационно – технологические решения. Новая проблемная ситуация сравнивается с существующими с учётом значений показателей качества. Выбор рационального варианта реконструкции осуществляется с учётом требований по затратам, времени и рискам. Для большего количества сравниваемых вариантов используется метод многокритериальной целочисленной оптимизации.

УДК 621.791.1

А.С. Козаченко, студент; И.И. Карпович, ст. преподаватель
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Capitanudachi@mail.ru

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ

Степень автоматизации производственных процессов показывает общий уровень развития и использования передовых научных технологий в машиностроении. В ракетной техники необходимо в большей мере прибегнуть к механизации и автоматизации, чтобы уменьшить влияние «человеческого» фактора на качество выпускаемой продукции или проводимого процесса.

Примером частичной механизации и автоматизации может быть процесс дуговой сварки с использованием сварочных аппаратов с постоянной и управляемой скоростью подачи электродной проволоки. Данном случае механизированы подача электродной проволоки, перемещение электрода вдоль линии свариваемого стыка, подача защитного газа (флюса), автоматизирован процесс регулирования напряжения дуги.

Доукомплектация сварочного аппарата следящей системой за стыком и средствами регистрации и контроля параметров режима позволяет перейти к стадии более полной автоматизации производственного процесса. За оператором остаются функции предварительной настройки процесса сварки, включения оборудования и наблюдения за ходом процесса сварки.

Автоматизированные дуговые сварочные установки используют в поточно-механизированных и автоматических линиях по производству труб, изделий тяжелого машиностроения. Наиболее широко их используют в ракетной технике для изготовления и сварки баков, обечаек, днищ, элементов арматуры и другого.

Отдельно можно выделить получение соединений из разнородных материалов, которое проводят специальными методами сварки трением или диффузионной сварки. Переходники также могут изготавливать из биметаллических листов, однако при этом маленький коэффициент использования материала.

Любая автоматизация сварки выгодна при достаточно больших объемах выпуска деталей и длине сварных швов. При изготовлении биметаллических переходников был предложен метод диффузионной сварки по охватываемой поверхности в солях. Для этого цилиндрические детали запрессовывались, используя разность физико-механических свойств двух материалов и обоймы при температуре сварки поднимали давление до требуемого уровня. Испытания на прочность и герметичность показали хорошие результаты. Автоматизация была введена в управлении температурными режимами. Управляющими параметрами были также геометрия стыка и давление запрессовки, от которых зависит прочность соединения. Была создана математическая модель с целью исследования. оптимизации и управления сварочными процессами, которая подтвердилась экспериментально.

УДК 621.763

А.А. Козлобаева, магистрант
Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: fallaxy@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО

На данном этапе развития технологий производства изделий из композиционных материалов одной из проблем является получение однородной структуры смеси связующего. Неоднородность связующего в уже готовом изделии создает локальные концентраторы напряжения, что приводит к снижению прочностных характеристик. Таким образом, качество детали в конце производства не соответствует прогнозируемому.

Применение ультразвука позволяет получать однородные высококачественные смеси компонентов. Такие результаты обоснованы следующими эффектами ультразвука:

– ультразвуковое эмульгирование – способствует растягиванию капель дисперсной фазы и их распад на ряд очень мелких капель, которые создают стойкие эмульсии. Благодаря этому, можно создавать связующие с более равномерным распределением компонентов;

– процесс ультразвуковой дегазации – позволяет удалят пузырьки воздуха, которые в последующем могут являться концентраторами напряжений.

Преимущества такого способа изготовления связующего следующие:

– однородность смеси связующего;

– энергосбережение;

– экономический эффект (уменьшение времени на подготовку оборудования к использованию);

– скорость изготовления связующего;

– возможность изготовления небольших объемов связующего.

УДК 629.78.002.72: 621.375.826

А.В. Кондратьев, к.т.н., старший преподаватель; А.И. Костенко, аспирант
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: kondratyev_A_V@mail.ru

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО РАСКРОЯ ЗАГОТОВОК ПАНЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В докладе приводятся данные о преимуществах технологии лазерного раскроя заготовок панелей перед традиционными процессами фрезерования: снижение трудоемкости, сокращение производственного цикла, высокая производительность, возможность получить качественный срез, не требующий дополнительной обработки и др.

К недостаткам лазерной технологии относится наличие узкой зоны термического влияния (ЗТВ) вдоль границы среза, провоцирующей в случае некоторых материалов снижение долговечности (ресурса) при повторно-переменных силовых нагрузках на панельные конструкции в процессе эксплуатации летательного аппарата (ЛА).

Для космических ЛА к таким воздействиям относятся циклическая смена температур, приводящая к возникновению соответствующего напряженно-деформированного состояния панелей.

В связи с этим в докладе приведены результаты микроструктурного анализа ЗТВ после лазерной резки образцов листовых материалов из алюминиевых сплавов и сталей, а также данные об их испытаниях на знакопеременные нагрузки (усталость).

На основе проведенных исследований разработан экспериментально-теоретический метод и реализующий его алгоритм оптимизации режимов лазерного раскроя заготовок панелей ЛА по критерию максимальной долговечности.

Приводятся также модификации критерия экономической эффективности Д.Л. Томашевича применительно к исследуемому технологическому процессу, охватывающие имеющие место в практике сочетания факторов, предопределяющих снижение долговечности у различных типов конструкционных материалов.

В заключении приводятся данные о реализации технологии лазерного раскроя на Харьковском Государственном авиационном производственном предприятии.

УДК 612.9.06

Р.В. Коротков, аспірант; А.М. Тіхонцов, д.т.н., професор
Дніпродзержинський державний технічний університет
E-mail: roma-k@ukr.net

МОДЕЛЮВАННЯ МЕТАЛООБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Сучасне машинобудівне виробництво передбачає використання різноманітних верстатів з ЧПК, а також створених на їх основі гнучких виробничих модулів, автоматизованих ліній та дільниць. Ефективність роботи верстатів і виробництв у цілому залежить від якості виконання робіт з технологічної підготовки і, зокрема, якості керуючих програм.

Відомо, що навіть декілька однотипних верстатів з ЧПК, можуть мати «індивідуальні особливості», які можуть впливати на точність обробки. Наприклад, виникнення нещільності в окремих вузлах, пластичні деформації деталей у вузлах під час можливих аварій, не одинакові пружні деформації і т. ін.

На етапі підготовки керуючої програми технолог-програміст володіє початковою інформацією про деталь з її креслення (вимоги щодо геометричної точності, шорсткості поверхонь), керуючись якою приймаються рішення про призначення технологічних переходів, виконують розрахунки режимів різання. Кінцеві результати технологічного проектування засобами автоматизації записують в керуючій програмі. У процесі обробки деталі, при необхідності, вносять відповідні корективи, що відображають відхилення теоретичних розрахунків від дійсних.

Зменшення затрат часу та зусиль при виконанні робіт з технологічної підготовки, і, зокрема, на стадії підготовки керуючої програми з використанням систем автоматизованого програмування є реальна можливість значно підвищити ефективність експлуатації верстатів з ЧПК. Для вирішення такої задачі необхідно шляхом моделювання обробки на ЕОМ визначити усі можливі відхилення від теоретичного процесу. Якість цього процесу суттєво залежить від точності інформації про реальні умови обробки, де враховані «індивідуальні» дані верстату та інші тонкощі.

Для збору такої інформації шляхом виконання експрес-дослідження верстатів з ЧПК у виробничих умовах розроблено діагностичне пристосування. Шляхом імітації процесу обробки на верстаті визначаються характерні особливості верстату, які можуть бути враховані в керуючій програмі обробки.

Розроблена методика може бути найбільш ефективна при обробці деталей складної форми. У таких випадках час для підготовки та налагоджування програми на верстаті може бути суттєво скорочений, що дозволяє значно підвищити ефективність обробки.

1. **Проников А.С.** Программный метод испытания металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1985.-288с.

УДК 658.511.4:621.91

О.С. Лапіга, аспірант; С.П. Вислоух, к.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: lapich@meta.ua

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВІ СТАНДАРТІВ STEP

На сьогодні в системах автоматизованого проектування технологічних процесів початкова інформація, що характеризує форму і розміри поверхонь деталі, для розробки керуючих програм задається проектувальником в режимі діалогу. Це потребує значних витрат часу та відповідної кваліфікації проектувальника. Тому поставлена задача розробки модуля CAD/CAM системи, що дозволяє в автоматизованому режимі розроблену технологію обробки поверхонь деталі передати в автоматизовану систему проектування керуючих програм для верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Запропонований модуль ґрунтується на інформаційній моделі деталі, що створена на попередньому етапі технологічного проектування в рамках комплексу стандартів STEP. Ці стандарти рекомендують поєднати в одній інформаційній моделі конструкцію деталі в вигляді сукупності поверхонь, технологію обробки окремих поверхонь та деталі в цілому й керуючі програми обробки на верстатах з числовим програмним керуванням. Методика проектування за допомогою даного модуля CAD/CAM-системи складається з декількох етапів. Спочатку створюється у CAD-системі 3D-модель деталі, яка зберігається в обмінному форматі STEP. Далі цей формат зчитується модулем CAD/CAM-системи. Для кожної із поверхонь із обмінного файлу STEP вибираються її геометричні параметри, дані про матеріал деталі тощо. В залежності від форми поверхонь в автоматизованому режимі визначаються вид операції, кількість переходів, розраховуються припуски на обробку і міжопераційні розміри, призначаються режими різання тощо. При цьому враховуються такі фактори, як можливості виробничого обладнання, продуктивність обробки, точність та якість поверхні, що обробляється. Оскільки в сучасному виробництві операційна технологія нероздільно пов'язана з етапом розробки керуючих програм для верстатів з ЧПК, то для кожної з поверхонь деталі, що проектується, створюється керуюча програма. Таким чином отримується інформаційна модель деталі, що містить всі необхідні для її виробництва дані, які є взаємозв'язаними так, що зміна одних призведе до зміни інших. Це дозволить уникнути помилок безпосередньо при виробництві деталі. Результатом роботи запропонованого модуля є технологічна документація та файл даних з керуючими програмами для верстатів з ЧПК для кожної з поверхонь деталей.

Перевагою даного модуля є зручність, наочність представлення форми та видів поверхонь, їх параметричне налаштування, точність розрахунків, а також відсутність необхідності виконувати користувачу інформаційний пошук при проектуванні. Крім того, при використанні створюваного модуля підвищується продуктивність праці технологів за рахунок зменшення часу на пошук потрібної інформації та її обробки, знижуються витрати інструментального матеріалу і матеріалу, що обробляється, підвищується точність результатів проектування за рахунок систематизації довідково-нормативної інформації та усунення суб'єктивних факторів.

УДК 621.01.001.2

А.С. Моисеев, инженер-конструктор II категории
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

О РАЗМЕРНОМ АНАЛИЗЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СТАРТОВОГО КОМПЛЕКСА РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Технологическое оборудование, монтируемое на стартовом комплексе ракеты-носителя космического назначения, представляет собой продукцию кооперации большого числа предприятий-изготовителей. Кроме того, большинство агрегатов являются уникальными и изготовлены в одном или нескольких экземплярах.

В процессе подготовки к пуску РКН технологическое оборудование стартового комплекса должно обеспечивать четкое и безукоризненное выполнение операций согласно циклограмме работ, поэтому к эксплуатации оборудование допускается только после наладки и испытаний по специальным программам-методикам.

Учитывая то, что исполнительные элементы механического наземного технологического оборудования (МНТО) в процессе подготовки к пуску должны иметь четкое и заранее известное пространственное положение, систему «МНТО-РКН» необходимо подвергать размерному анализу на всех этапах проектирования, производства, экспериментальной отработки и штатной эксплуатации.

Разработка специальной методики, при помощи которой можно увязать размерные цепи РКН и МНТО на всех этапах жизненного цикла (от проектных проработок до штатной эксплуатации), позволит существенно сократить временные и финансовые затраты на доработку конструкции изделий и минимизировать количество нештатных ситуаций в процессе подготовки и пуска РКН.

УДК 669.715

В.В. Ненасин, студент;
А.Ф. Леднянский, к.т.н., доцент; О.В. Бондаренко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: kjoker@yandex.ru

ПРОИЗВОДСТВО ПОКОВОК ИЗ ПОРОШКОВЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В настоящее время в Украине практически отсутствует производство деформируемых алюминиевых сплавов. Приобретение полуфабрикатов из таких сплавов сопряжено со следующими трудностями: ограниченность их поставок на мировой рынок и не всегда достаточно высокое качество из-за использования сырья, содержащего вредные для алюминиевых сплавов примеси. Имеются несколько способов производства деформируемых алюминиевых сплавов. Один из них – порошковая металлургия с использованием водораспыленных порошков. Отличительной особенностью порошковой металлургии, особенно основанной на использовании водораспыленных порошков алюминия и его сплавов, является возможность использования сырья, содержащего в больших количествах такие вредные для деформируемых сплавов примеси как железо. Целью исследования являлось определение возможности получения поковок из порошковых алюминиевых сплавов на имеющемся в Украине технологическом оборудовании, а также выработка требований к новому оборудованию.

На основании проведенных в Днепропетровском национальном университетет имени Олеся Гончара исследований, а также анализа литературных данных были разработаны маршрутные технологические процессы, определены операционные размеры поковок в зависимости от характеристик применяемого оборудования, сформулированы требования к оборудованию. Анализ применяемого на отечественных предприятиях кузнечно-прессового и нагревательного оборудования показал, что производство поковок как в качестве заготовок для последующей ковки, штамповки, механической обработки, так и в качестве заготовок под прокатку листа, прессование профилей или панелей возможно, необходимо только изготовление соответствующей пресс-оснастки. Также получены зависимости площади поперечного сечения поковки от величины рабочего усилия пресса и температуры прессования, высоты заготовки от размеров рабочего пространства (открытой высоты) пресса.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что имеющийся в Украие парк кузнечно-прессового оборудования позволяет развернуть производство поковок из порошковых алюминиевых сплавов в интересах как единичного так и массового машиностроительного производства.

УДК 669.715

П.В. Новікова, студентка; С.В. Манжеліївський, ст.викладач
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: polina_new.91@mail.ru

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ЕКСИМЕРНИХ ЛАЗЕРІВ

В наш час широке застосування знайшли ексимерні лазери. Це різновид газових, в яких на відміну від лазерів на CO_2, CO або N_2, генерація відбувається не на переходах поміж різними коливально-обертальними станами, а поміж різними електронними станами молекул. Умовно існують два види ексимерних лазерів: створені частками однієї й тієї ж речовини та частками двох різних речовин. У відповідності з цим активні середовища можна назвати «ексимери» (excimer, excited dimmer – збуджений регулятор світла) та «ексіплекси» (exciplex, excited complex – збуджений комплекс).

Випромінювання ексимерних лазерів в спектральному діапазоні займає проміжок від 126 до 558 нм. Завдяки малій довжині хвилі випромінювання ексимерних лазерів може бути сфокусоване в пляму маленького розміру. Їх потужність досягає кількох кВт. Ексимерні лазери відносяться до імпульсних джерел випромінювання. Частота повторення імпульсів сягає до 500 Гц. Цей вид лазерів має високий квантовий вихід і, як наслідок, достатньо високий коефіцієнт корисної дії – до 4-6%.

Завдяки таким характеристикам, ексимерні лазери знайшли своє використання у багатьох сферах народного господарства: лазерний відпал при виробництві тонкоплівкових транзисторів (TFT) для плоских кольорових екранів великого розміру; мікролітографія при виробництві мікропроцесорів і мікросхем пам'яті; поверхнева обробка для покращення властивостей матеріалів – в автомобільній, авіаційній промисловості та у виробництві медичного обладнання; мікрообробка матеріалів методом лазерної абляції та модифікація поверхневої структури (наприклад, при лазерному свердлуванні сопел струминних принтерів або в технології виробництва великих інтегральних схем); маркування виробів з кераміки, скла, полімерів, фторопластів, кристалів шляхом вилучення матеріалу або фотохімічне маркування за рахунок зміни кольору; застосування в медицині, такі як лазерна хірургія, корекція зору, лікування зубів тощо; вимірювальна техніка – індукована лазерна флюоресценція.

Проте ексимерні лазери мають суттєвий недолік – високу вартість, обумовлену деякими технічними труднощами при виготовленні, вивченню яких і присвячена ця робота. Наприклад, при високій потужності випромінювання необхідно запобігти виникненню дуги в активній газовій суміші, для цього необхідно ускладнити механізм накачування з метою скорочення терміну її імпульсу. Короткохвильове випромінювання ексимерних лазерів потребує використання спеціальних матеріалів і покриттів у конструкціях резонаторів, а також в оптичних системах для перетворювання їх випромінювання.

УДК 621.7.044.2

В.В. Остапчук, старший преподаватель
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: o.valechka@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ВЗРЫВНОГО НАГРУЖЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Совершенствование технологии производства летательных аппаратов требует использование прогрессивных технологических процессов. К таким процессам относится ряд методов обработки давлением с использованием импульсных источников энергии, в том числе взрывная штамповка и калибровка. Технологический процесс деформирования взрывом характеризуется такими параметрами, как тип и масса взрывчатого вещества, дистанция взрыва, передающая среда, используемое оборудование. Эти чисто технологические параметры определяют качество готовых деталей. Однако трудно проследить влияние этих факторов на механизм деформации и характер упрочнения. Процесс деформирования взрывом характеризуется также такими параметрами, как величина давления, скорость деформации и температура. Именно эти факторы определяют структуру и свойства металлов, формирующиеся в процессе пластической деформации.

Для исследования характера изменения структуры и механических свойств металлов при воздействии импульсного нагружения выбрана широко применяемая при производстве летательных аппаратов нержавеющая сталь 10Х18Н10Т. С целью изучения структуры после взрывного нагружения изготовлены микрошлифы, травление которых производилось царской водкой (2 части HCl и 1 часть HNO_3). Анализ микроструктуры образцов проводился с использованием металлографического микроскопа ZEISS NEOPHOT 21. Микротвердость измерялась с использованием твердомера ПМТ-30. Исследования микроструктуры показали, что в условии высокоскоростного нагружения зерна аустенитной стали, 10Х18Н10Т сильно деформируются, в них появляется много пресекающихся линий скольжения. С ростом скорости деформации возрастает число линий скольжения, появляется несколько систем скольжения, наблюдается пересечение полос скольжения различных систем. При более высоких скоростях деформации увеличивается количество двойников, а также наблюдается скольжение у границ зерен. Следует отметить, что возможность механического двойникования в нержавеющей аустенитной стали, была обнаружена лишь при низких температурах, а также в условиях деформации взрывом. Исследование микротвердости показало, что в зонах максимальной деформации H_{50} составила 58, а в зонах с минимальной остаточной деформацией – 21.

Таким образом, при взрывном деформировании наблюдается как скольжение, так и двойникование, чего нет при статическом деформировании; происходит изменение структуры, а, следовательно, и свойств металлов. Знание особенностей изменения структуры и свойств металлов является необходимой предпосылкой для решения инженерных задач, связанных с обеспечением требуемых свойств и качества деталей, получаемых с использованием импульсного нагружения.

УДК 621.989:(681.14:658.512)
А.С. Петренко, студент; Н.Н. Убизький, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: andreu@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВОК ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОФИЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Схема четырехугловой гибки применяется при штамповке профилей, скоб и других деталей преимущественно небольшой высоты в качестве альтернативной по отношению к двухугловой гибке по переходам. Вертикальные стенки детали формируются из материала, подвергшегося изгибу и выпрямлению в условиях плоской деформации. Подобная схема имеет место также при вытяжке коробок, за исключением скругленных углов. Перемещение материала по кромкам матрицы сопровождается его утонением, особенно значительным при малом относительном радиусе кромки.

Выбор варианта технологического процесса и определение размеров развертки детали основываются на расчете утонения и сопоставлении результата с техническими требованиями к детали. Применяемые для расчетов аналитические зависимости дают завышенный результат и, как следствие, весьма грубую оценку утонения, так как не учитывают: уменьшение изгибающих моментов под действием продольных сил; упрочнение материала; давление кромок матрицы и радиальные напряжения.

Получены решения и рассчитаны значения толщины материала после изгиба и выпрямления в зависимости от относительного радиуса матрицы и силы прижима с учётом уменьшения изгибающих моментов под действием продольных сил; упрочнения материала; давления кромок матрицы, радиальных напряжений. Дана оценка влияния различных факторов на утонение материала, перемещающегося по кромке матрицы. Приведенные зависимости позволяют прогнозировать утонение материала при четырехугловой гибке с учетом всех значимых факторов и достоверно определять размеры разверток деталей.

УДК 621.983

С.Г. Сергиенко, студент; Н.Н. Убизький, к.т.н., доцент.
Днепропетровский национальный университет
E-mail: serezha.sergienko@yandex.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ТОНКИХ СТЕНОК ПРОФИЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ШПАНГОУТОВ ПРИ ИЗГИБЕ

Для радиусов гибки, профиль имеющий стенку $h_0 / L > 10$ (h_0 - толщина стенки; L- ширина стенки), относится к разряду тонкостенных Необходимо оценить возможность потери устойчивости стенки – появление гофр на стенке. Это необходимо для того, чтобы на стадии согласования технологической документации внести соответствующие изменения в конструкцию, если потеря устойчивости стенки шпангоутов не допускается. Если же следы волн допускаются, следует предусмотреть калибровку в штампах, которая почти полностью устраняет волны, но в этом случае необходимо на стадии технологической подготовки производства предусмотреть проектирование и изготовление калибровочных штампов. Исследована устойчивость цилиндрических и конических стенок, профилей, расположенных в зоне сжимающих тангенциальных деформаций. При определенном соотношении геометрических размеров, механических характеристик материалов и кривизны нейтрального слоя профиля, стенки теряют устойчивость. На стенках могут появиться гофры с определенной длиной полуволны a^* и максимальным прогибом при выпучивании ω_0. Согласно энергетическому критерию устойчивости уравнение критического состояния равновесия имеет вид: $\int_0^a \int_0^{a^*} \left[W + 0,5 d \sigma_\beta \left(\frac{\partial \omega}{\partial z_1} \right)^2 \right] d\alpha dz_1 = 0$. Где: α, β, γ – направления соответственно: меридиональное направление в стенке; тангенциальное направление гибки; oz_1 - ось, совпадающая с направлением касательной к оси $o\beta$; W - потенциал изгибающих и крутящих моментов, обусловленных гообразованием; в результате потери устойчивости; a и d – соответственно ширина стенки и толщина тонкой стенки профиля; σ_β - тангенциальное напряжение при изгибе; ω – функция аппроксимирующая форму гофра; a^* – длина полуволны.

Расчетным путем и экспериментально установлены значения критического радиуса изгиба для некоторых видов профилей. Относительная погрешность экспериментальных и расчетных значений критических радиусов гибки не превышает 10%.

Предложенный метод математического прогнозирования потери устойчивости тонких стенок при изгибе профилей позволяет обоснованно выбирать способ гибки, а также на стадии технологической подготовки производства определить потребность в калибровочных штампах.

УДК 621.00

Е.О. Сиволап, студент[1]; М.Б. Брынза, инженер 2-ой категории[2],
В.К. Москалец, вед. инженер[2]
[1]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2]ГП «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля»

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В современной промышленности имеется необходимость в обработке крупногабаритных деталей типа «тел вращения» из ПКМ, таких как газоразделительные цилиндры трансформаторов, фюзеляжи самолетов, сопловые блоки ракетных двигателей, имеющих значительную протяженность обрабатываемой поверхности.

Наиболее универсальными материалами режущей части инструментов для обработки композиционных материалов, являются твердые сплавы на основе карбида вольфрама (ВК-6, ВК-8). Однако при обработке крупногабаритных деталей с протяженной обрабатываемой поверхностью, период стойкости режущего инструмента недостаточен для обработки детали. Поэтому обработка таких деталей ведется при неоднократной смене и переточке режущего инструмента, что ведет к снижению качества обработки.

При резании ПКМ изнашивание инструментов независимо от вида обработки, геометрических параметров инструментов и режимов резания происходит по задним поверхностям режущего инструмента.

Инструменты из твердых сплавов при низких скоростях резания изнашиваются в результате абразивно-механического изнашивания, а при высоких скоростях резания, больших значениях подач и глубин резания происходит термомеханическое изнашивание инструмента.

Выходом из сложившейся ситуации может служить использование вращающихся или ротационных резцов. Конструктивно вращающиеся резцы могут быть выполнены с горизонтальной и вертикальной осью вращения режущей части. Для обработки деталей типа «тел вращения» с криволинейной образующей применяются вращающиеся резцы с вертикальной осью вращения режущей части. При диаметре режущей кромки 40-50 мм стойкость режущего инструмента возрастает примерно в десятки раз по сравнению с обычными резцами. Это позволяет обрабатывать крупногабаритные детали из ПКМ с высокими требованиями по выполнению точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

УДК 629.73.001

О.С. Сидоренко, студентка; Р.Д. Краснікова, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ КРИЛА ЗІ СТІЛЬНИКОВИМ ЗАПОВНЮВАЧЕМ

У зв'язку з розробкою в останній час ракетно – космічних систем з повітряною схемою старту зросла увага до крила, яке є важливим елементом конструкції РН. Його масова ефективність, аеродинамічні, демпфуючі характеристики суттєво впливають на масову ефективність і надійність РН в цілому.

Розглянуто тришарове крило, обшивка якого виготовляється з композиційного матеріалу, а заповнювач – стільниковий. Така конструкція характеризується високою жорсткістю і міцністю, високими демпфуючими властивостями, гладкістю поверхні обшивки, масовою ефективністю.

Побудовано алгоритм проектного розрахунку крила мінімальної маси:

вибір товщини та схеми армування обшивки, параметрів стільникового заповнювача.

При побудові алгоритму було розглянуто можливі форми руйнування тришарової стільникової конструкції та забезпечено міцність і стійкість обшивки, міцність і стійкість елементів заповнювача, міцність з'єднання заповнювача з несучими шарами. При цьому було враховано сполучність матеріалів обшивки і заповнювача , а також існуючі типорозміри стільникових заповнювачів.

В процесі аналізу маси крила в залежності від параметрів і матеріалу заповнювача в рамках існуючих типорозмірів виявилось що: з одного боку використання заповнювача з більшим розміром чарунки і меншою товщиною стінки чарунки і, як наслідок, меншою щільністю, маса крила зменшується. Але, з другого боку, не виконується умова міцності заповнювача, пов'язана з місцевою втратою стійкості елементів чарунки як пластин (потрібна більша товщина стінки та менший розмір).

Враховуючи ці дві проблеми було проведено пошук оптимального варіанту стільникового заповнювача з параметрами, які забезпечують його міцність та мінімальну масу крила в цілому. Виграш по масі становить 25%.

Виконано порівняння розглянутого варіанту крила з металевим стільниковим, а також з металевим та композитним крилом лонжеронного типу. Проаналізовано масову ефективність розглянутих варіантів.

УДК 621.9.044

В.Ю. Сільченко, студент; В.А. Держук, к.т.н., доцент
Національний технічний університет України «КПІ»
E-mail: patriot@email.ua

ЕФЕКТИВНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ СУХЕ РІЗАННЯ МЕТАЛІВ

У сучасних машинобудівних виробництвах значну частку трудомісткості при виготовленні деталей становить традиційна обробка металів різанням, яка характеризуються створенням і впровадженням нових оброблюваних матеріалів, інноваційних конструкцій деталей і виробів, постійним ростом вимог до точності і якості обробки, а також зниженню техногенного впливу на навколишнє середовище. Тим часом, розробка й використання нових технологічних процесів із застосуванням високих і надвисоких швидкостей різання характеризується зменшенням проникаючої здатності змащувально-охолоджувальних рідин навіть при їхній інтенсивній подачі в зону обробки й відповідним зниженням основних фізичних ефектів. Крім того, застосування змащувально-охолоджувальних технологічних середовищ (ЗОТС) приводить до помітного росту витрат виробництва. У деяких випадках витрати на ЗОТС із урахуванням непрямих витрат, пов'язаних з ефектами її шкідливого впливу на навколишнє середовище й здоров'я персоналу, а також утилізацію, становить до 30% загальних виробничих витрат. Тому очевидною стратегією розвитку виробничих процесів є створення технологій обробки без застосування змащувально-охолоджувальних рідин (сухе різання) із частковою або повною компенсацією їх фізичних ефектів.

Для вирішення цієї проблеми є необхідним системний підхід по створенню ефективної системи, що зможе забезпечити виконання показників технології обробки з використанням ЗОТС, а згодом і взагалі перевершити їх.

Відомо, що при введенні ЗОТС у зону обробки проявляються декілька паралельно діючих ефектів, що спричиняють досить сильний вплив на трансформацію основних фізико-хімічних явищ різання, серед яких основними є: охолоджувальні, змащувальні, диспергуючі, миючі.

Компенсувати охолоджувальні, змащувальні та пластифікуючі ефекти ЗОТС можливо з впровадженням ефективної системи подачі в зону різання іонізованого повітря, збагаченого озоном, який має високі охолоджувальні та пластифікуючі здатності. Авторами була розроблена така система, в якій для інтенсифікації різання існує джерело напруги, підключене до сопла повітроводу озонатора, і додатково містить фільтри грубої та тонкої очистки повітря, циклонний сепаратор для осушення повітря, вихрову трубу для охолодження повітря, а також має особливу конструкцію сопла повітроводу озонатора з восьмипелюстковою за перерізом будовою електродів, обидва з яких покриті шаром діелектрика, та зазором між електродами, який безперервно зменшується у направленні течії повітря, а також в сопло озонатора вбудований датчик озону.

Повітря, проходячи через сопло озонатора, ефективно збагачується озоном і за рахунок високої концентрації озону, заряджених часток іонів, зі збільшеною швидкістю їх дифузії в зону пластичної деформації, та за рахунок прискореної пасивації, отриманий повітряний потік ефективно знижує температуру в зоні різання і підвищує зносостійкість ріжучого інструмента. Пристрій запатентовано.

УДК 520.6.04/.08:520.3

А.А. Сутырин, инженер 2 кат.;
Г.Г. Вокин, доктор технических наук, профессор, начальник аспирантуры;
М.С. Бородин, начальник отдела; М.В. Хмельщиков, начальник отдела
ГКНПЦ им М.В. Хруничева
E-mail: asutirin@gmail.com

АППАРАТУРА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

При создании различных элементов РКТ (топливных баков, двигательных установок и т.п.), контактирующих с компонентами криогенного ракетного топлива поверхностная плотность масляных загрязнений, образующихся после механической обработки, не должна превышать 100 мг/м^2. Существующая методика измерения плотности загрязнения заключаются в снятии проб (смывок) с контролируемой поверхности и последующим анализом на флюориметре в лабораторных условиях. Недостатками методики являются: высокая продолжительность по времени, трудоёмкость и применение расходных материалов.

Проведённые исследования показали возможность создания методики и аппаратуры свободной от указанных недостатков. При этом были решены следующие задачи:

– оптимизация энергетических и спектральных характеристик возбуждающего излучения и выбор соответствующей элементной базы для излучателя и приёмника излучения;

– определение зависимости интенсивности флуоресценции от количества масла и её повторяемости;

– разработка алгоритмов проведения измерений и обработка их результатов с помощью встраиваемого микроконтроллера.

В качестве излучателя были использованы УФ-светодиоды с прямым током в импульсном режиме до 1 А, а высокая чувствительность для обнаружения флуоресценции масляных загрязнений была обеспечена применением матричных лавинных фотодиодов с усилением до 10^6, допускающих засветку во включённом состоянии.

Разработанный компактный макет измерителя массой не более 2 кг позволяет оперативно проводить контроль чистоты путём непосредственных измерений на поверхности изделия за несколько секунд.

УДК 621.983

А.В. Трофимов, студент; Н.Н. Убизький, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: traffic-@i.ua

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОБЕЧАЕК ГИБКОЙ – ПРОКАТКОЙ ЛИСТОВ И ПЛИТ

В качестве элементов конструкции изделий ракетно-космической техники широко используются цилиндрические обечайки и обшивки различных габаритных размеров, получаемые из плит и листов различной толщины. Одним из способов пластического формообразования, а для крупногабаритных обечаек практически основным, является гибка – прокатка на трехвалковых или четырёхвалковых гибочных станках. Исходя, из конструктивных или технологических соображений цилиндрические обечайки могут иметь один или несколько продольных сварных швов, расположенных вдоль образующей цилиндрической стенки обечайки. В этом случае технологический процесс предусматривает формообразование отдельных частей обечайки с последующей их сваркой вдоль образующей обечайки, т.е. сварной вариант изготовления обечаек. Одной из основных проблем при формообразовании гибкой листов и плит в цилиндрические элементы одинарной кривизны является правильное и обоснованное назначение двухсторонних припусков на торцы изготавливаемых обечаек или их частей с целью обеспечения их диаметральных стыковочных размеров при сборке, которые удаляются последующей механической обработкой, предусматриваемой технологическим процессом изготовления. В научно – технической литературе и периодических изданиях отсутствуют обоснованные рекомендации по величине этих припусков. Это в полной мере относится и к справочным изданиям, так как недостаточно исследованы вопросы связанные с изменением формы исходного прямоугольного сечения широких листов и плит при изгибе. Существует ряд предпосылок и доводов в пользу получения аналитического решения задачи: простота задания размеров поперечного сечения; несущественная зависимость искажения поперечного сечения от упрочнения материала; требования практики в отношении точности расчета указанного искажения, допускающие в ряде случаев значительную погрешность.

Получены аналитические и графические зависимости, которые применимы к расчетам гибки заготовок произвольной ширины B и толщины H, за исключением узких заготовок у которых B<H, например, полос изгибаемых на ребро. Как показали исследования срединная поверхности весьма широких заготовок практически прямолинейна при $z < B/H - 7{,}5H$, т.е. поперечное сечение искажается только по краям, причем на форму этих краев ширина заготовки заметно не влияет. Следовательно, плоское деформированное состояние листов и плит при изгибе имеет место на расстоянии от краев поперечного сечения, превышающем 7,5 толщины листа. Припуск на торцах гнутых обечаек должен составлять от 2,5 до 7,5 толщины листа или плиты. При меньшем значении рекомендуемого припуска обрезается вывернутый наружу торцевой край обечайки, а при большем – удаляется вся нецилиндрическая часть изогнутой заготовки.

УДК 629.78.083

А.И. Фроленко[1], студент; М.П. Грибок[2], руководитель группы;
А.В. Кулик[1],к.т.н., доцент
[1]Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
[2]ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: snuk@ua.fm

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ СБОРКИ ГОЛОВНЫХ БЛОКОВ РН В УСЛОВИЯХ КОСМОДРОМА

На сегодняшний день в мировой практике известны различные подходы и способы сборки головных блоков (ГБ) космических ракет-носителей. Но, как и в любой отрасли промышленности, так и в космической, необходимо достичь оптимальных затрат денежных средств, рабочей силы, времени, и при этом обеспечить работоспособность, надежность конструкции, точность и технологичность её сборки.

Каждый процесс сборки схож друг с другом, и это понятно, так как в любом случае стоит задача сборки и испытания ГБ. При этом используется подобное технологическое и вспомогательное оборудование, но в зависимости от используемого оборудования можно выделить следующие виды сборки:

- горизонтальная;
- вертикальная;
- вертикально – горизонтальная.

Также свои коррективы вносит конструкция головного обтекателя, который может быть монолитным или состоять из двух створок.

При разработке технологического процесса сборки ГБ необходимо учитывать множество факторов, в том числе:

-анализ существующих технологий;

-стоимость стендов, стапелей, обслуживающих ферм и возможность их разработки и изготовления;

-возможность и варианты размещения технологического оборудования в монтажно-испытательном комплексе;

В работе рассматривается на сколько новая технология повысит технологичность сборки, уменьшит затраты времени, что очень актуально для Украины, т.к. она не имеет собственного космодрома.

УДК 621.454.2.02

А.В. Хрипков, инженер II кат.,
Ю.И. Мельник, к.т.н., ведущий научный сотрудник
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ СТАЛЬНЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОНСТРУКЦИИ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ ВЕРХНИХ СТУПЕНЕЙ РН

Для гарантированной работы в условиях невесомости корректирующих двигателей многократного включения верхних ступеней РН необходимо обеспечение сплошности компонентов топлива (отсутствие газовых включений) в расходной магистрали. Это требование реализуется при помощи установленных в баках стальных капиллярных (сотовых) накопителей, удерживающих остатки компонентов до полного окончания цикла работы двигателей. Удерживающая способность капиллярных накопителей в значительной мере зависит от чистоты ячеек – степени их очистки от молекулярных (жировых) загрязнений.

Поэтому вопросы обеспечения чистоты стальных капиллярных накопителей системы обеспечения сплошности компонентов топлива с заданными показателями по удерживающей способности являются весьма актуальными.

Целью исследований, проведенных работниками ГП «КБЮ» и ГП ПО ЮМЗ, являлась разработка опытно-промышленной технологии обеспечения чистоты стальных капиллярных накопителей топливных баков III-й ступени РН «Циклон-4». В качестве объектов исследований использовались опытные образцы и натурные сотоблоки баков «О» и «Г».

В исследованиях использовался люминисцентный, оптический и весовой методы контроля чистоты поверхностей ячеек, математические методы планирования и обработки результатов.

В качестве молекулярных загрязнителей использовались масла и смазки, используемые в процессе изготовления и эксплуатации накопителей (консервационная смазка, масла компрессорное и индустриальное и др.).

На первом этапе были проведены работы по определению влияния различных способов очистки и моющих средств на степень обезжиривания ячеек капиллярных накопителей. В качестве средств исследовались водно-моющие, кислотно-щелочные составы и органические растворители. В процессе исследований варьировались такие технологические параметры как температура, концентрация раствора, время выдержки образцов в моющем средстве.

На втором этапе проводились работы на образцах фрагментов сотоблоков с целью изучения кинетики растворения жировых загрязнений моющими средствами путем взешивания на аналитических весах фрагментов сотоблоков в начале и в процессе очистки.

По результатам проведенных работ была разработана методика проведения очистки и контроля фрагментов сотового накопителя, служащая основой для разработки опытно-промышленной технологии обеспечения чистоты накопителей баков «О» и «Г» III-й ступени РН «Циклон-4».

УДК 621.76.002 (075.8)

И.А. Шарай, инженер-технолог; М.Н. Хвостов, ведущий научный сотрудник
ОАО «УкрНИИТМ»
E-mail: nio1@ukrniitm.dp.ua

ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМОВ (ЁМКОСТЕЙ РКТ) ГАЗОВЫМ МЕТОДОМ

Одной из основных характеристик, влияющей на надёжность функционирования ракето-космических систем, является определяемая с высокой степенью точности величина полных объёмов полостей топливных баков и отсеков. В связи с конструктивными особенностями ряда топливных баков, не допускающих в процессе изготовления и испытаний контакта с жидкостью, определение их полных объёмов может быть проведено лишь газовыми методами.

К настоящему времени при производстве ракет-носителей и космических аппаратов разработан ряд безжидкостных методов измерения величины внутреннего объёма закрытых герметичных ёмкостей, отличающихся друг от друга по принципу измерения параметров и достигаемой точности.

Одним из наиболее приемлемых по достигаемой точности измерений и сравнительной простоте реализации является компрессионный метод, Заключающийся в создании разности давления газа в замкнутой системе «измеряемый объект – эталонная емкость», последующем перепуске газа из одной полости в другую до выравнивания давления в них, измерении параметров газа до и после перепуска и аналитическом вычислении искомого объема.

На основании проведенных работ установлены математические зависимости для измерения объема компрессионным методом и определения погрешности измерений и предложены оптимальные значения соотношения величин эталонных емкостей и измеряемых объектов, а также создаваемых начальных давлений в них при различных вариантах перепуска газа.

УДК 621.78

Д.Г. Шерстюк, аспірант[1]; Є.О. Джур, д.т.н., проф.[1];
О.В. Кулик, к.т.н., доцент[1], А.А. Фокін,к.т.н. [2]
[1]Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
[2]ВАТ «Український науково-дослідний інститут технології машинобудування»

ТЕРМОКАЛІБРУВАННЯ ЗАГОТІВОК ОБИЧАЙОК ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ АЕРОДИНАМІЧНОГО ОБТІЧНИКА РАКЕТИ-НОСІЯ «ЦИКЛОН-4»

Питання термокалібровки, як способу точної доводочної операції деталей різної конфігурації й розмірів актуальна для різних галузей машинобудування, тому що розробка й налагодження технологічних процесів термічної обробки є складовою частиною технологічної підготовки виробництва, що полягає в проектуванні раціональних і прогресивних способів виготовлення окремих деталей складальних одиниць, забезпеченні прямоточності технологічних маршрутів при максимальному використанні устаткування й виробничих площ.

Процес термокалібровки у галузі ракетобудування для конструкцій головних обтічників ракети-носія «Циклон 4» раніше не проводився. Теоретичний метод розрахунку основних параметрів термокалібровки, технологічні прийоми та оснащення для подібних конструкцій є повністю або частково новими.

Основною проблемою розробки методики й розрахунку параметрів оправки для термокалібрування заготівок обичайок аеродинамічного обтічника є урахування сил та навантажень, що діють зі сторони оправки на заготівку та сили термопластичного розширення обичайки та балки функціонального стику, їх комплексна взаємодія. Для вирішення основної проблеми були виведені універсальні співвідношення для зусилля, що діє на технологічне оснащення, формули розрахунку розмірів оснащення для конічних обичайок.

В роботі досліджуються процеси термокалібровки з урахуванням фізико-хімічних властивостей оброблюваних сплавів алюмінію.

Особлива увага в роботі приділяється процесам згинання та зварювання при яких виникають значні напруги й мають місце відхилення від розмірів, заданих конструкторською документацією. При виготовленні багатосекційних зварених деталей ажурної форми після зварювання елементів конструкції теплові напруги приводять до відхилень по площині і відхиленню розмірів, що центрують.

Застосування термічного відпалу для зварених деталей і вузлів у сполученні з термокалібровкою є надійним методом, що забезпечує оптимальні фізико-механічні властивості й високу точність деталей без трудомістких ручних робіт.

УДК 658.56

Є.М. Щербаков, студент; М.В. Філіппова, к.т.н., старший викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: sherbakov_e@inbox.ru

МЕТОДИКА СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

В основі вирішення проблеми забезпечення якості продукції у сфері виробництва лежить підвищення технічного і організаційного рівнів виробництва на базі широкого впровадження сучасних прогресивних видів технологій, технологічного обладнання, форм організації виробництва і широкого використання міжнародних стандартів ISO серії 9000.

Важливе значення у вирішенні проблем якості набуває забезпечення точності та стабільності технологічних процесів, особливо тих параметрів, які мають істотний функціональний вплив на експлуатаційні показники продукції, що випускається.

Технологічний процес виробництва (ТП) узагальнено може бути представлений моделлю, що включає: вхідні параметри; регульовані параметри; нерегульовані параметри; вихідні параметри.

Основною метою статистичного аналізу точності і стабільності технологічного процесу є отримання та обробка систематизованої безперервної інформації про якість продукції, необхідної для подальшого удосконалення технологічного процесу, а також для визначення оптимальних параметрів його статистичного регулювання.

Одним з основних, факторів, що визначають виконання експлуатаційних показників продукції, є точність функціональних параметрів. Застосування статистичних методів у виробництві полягає у визначенні ступеня впливу функціональних параметрів на експлуатаційні показники з урахуванням них допускаються рівнів дефектності, які повинні забезпечуватись, не викликаючи при цьому відхилень у нормальному функціонуванні продукції при її експлуатації.

Звідси і важливість вибору параметрів для статистичного аналізу з метою подальшого вибору методів і засобів для їх контролю. Класифікації підлягають геометричні, фізичні параметри, а також до якості поверхонь, їх зовнішнього вигляду і т.д.

До геометричних параметрів відносяться лінійні та кутові розміри, параметри різьб, форми й розташування поверхонь і т.д.

До фізичних параметрів належать електричні, магнітні, механічні, хімічні та інші характеристики фізичних властивостей матеріалів, заготовок, деталей, складальних одиниць, покупних і комплектуючих виробів.

Основним документом при статистичному аналізі стану технологічних операцій (процесу) є «карта виміряних даних» і «карта статистичної обробки результатів вимірювань» .

Отримані результати статистичного аналізу дозволяють дати аргументовану оцінку стану технологічних процесів і запропонувати рекомендації по їх удосконаленню.

15
Радиоэлектронная аппаратура ракетно-космических систем

Координаторы:
Городничий Валерий Васильевич,
доцент кафедры РЭА ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара,
кандидат технических наук, доцент
Паслен Владимир Владимирович,
зам. декана факультета радиотехники и специальной подготовки ДонТУ, доцент кафедры радиотехники и защиты информации, кандидат технических наук, доцент

УДК 621.396.677.32

М.В. Доронина, магистрантка; В.В. Паслён, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: aquamarin2402@mail.ru, paslen@yandex.ru.

АНТЕННА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Радиотехнические комплексы, которые имеют в своем составе антенны, нуждаются во всё более совершенных с точки зрения конструкции и энергопотребления антеннах.

Антенна вертикальной поляризации состоит из директора, рефлектора и вибратора.

В данной антенне обеспечивается оперативное изменение поворота диаграммы направленности в горизонтальной плоскости на произвольный угол, не используя вращающегося сочленения, что приводит к расширению области применения антенны.

Конструкция антенны вертикальной поляризации выполнена с возможностью перемещения рефлектора и директоров вокруг оси вибратора, который в свою очередь неподвижен. Это возможно, если рефлектор и директоры будут укреплены своими серединами к металлической стреле, которая перпендикулярна середине четвертьволновому вибратору. При этом рефлектор, директор и вибратор находятся в одной плоскости.

Вибратор, рефлектор и директоры расположены в вертикальной плоскости параллельно друг другу, при этом расстояние между облучателем, рефлектором и директорами выбирают таким образом, чтобы поле вибратора в вертикальной плоскости позади рефлектора ослабевало, а за директорами – усиливалось. Таким образом, вращая рефлектор и директоры вокруг облучателя, происходит сканирование диаграммы направленности в горизонтальной плоскости.

Антенна вертикальной поляризации обеспечивает оперативное изменение поворота диаграммы направленности в горизонтальной плоскости на произвольный угол, с минимальными потерями не использую вращающего сочленения, что приводит к расширению области применения антенны.

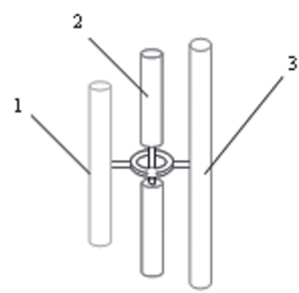


Рис. 1. Антенна вертикальной поляризации.
1 – директор; 2 – активный вибратор; 3 – рефлектор.

УДК 621.396.677.45

И.А. Ершова, магистрант; В.В. Паслен, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: iriska_09@bigmir.net, paslen@yandex.ru.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ НЕНАПРАВЛЕННОЙ СПИРАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Антенная техника в настоящее время достигла уровня зрелости и ее развитие в последние годы идет главным образом не по пути создания принципиально новых типов антенн, а по пути улучшения их характеристик и новых методов использования. При этом появление новых идей в области антенной техники стимулируется потребностями создания радиосистем с теми или иными характеристиками.

Спиральная антенна – диапазонная антенна бегущей волны, излучающая (принимающая) электромагнитные волны с эллиптической или круговой поляризацией . Спиральные антенны применяют преимущественно в дециметровом и сантиметровом диапазонах длин волн — как самостоятельно, так и в качестве облучателей зеркальных и линзовых антенн (например, в системах космической связи), в системах радиосвязи с самолетами, не ориентированными в пространстве спутниками, в системах радиоразведки, опознавания и т.д.

Основным преимуществом спиральных антенн является круговая диаграмма направленности. Наиболее наглядной широкополосной антенной, использующей принцип углов, является логарифмическая спиральная антенна. Диапазонность определяется соотношением максимального и минимального радиусов витков. Так как относительный размер излучающей части антенны постоянен, ДН при изменении λ практически не изменяется. Ее ширина для таких антенн составляет $40 – 50^{o}$. Плоская спиральная антенна излучает в обе стороны от плоскости антенны. Чтобы создать однонаправленное излучение, с одной стороны антенны устанавливают экран, часто в виде резонатора. При этом фазирование отраженного от экрана поля и основного поля излучения уже происходит только на дискретных частотах, т.е. теряется главное свойство антенны – ее широкополосность. Чтобы избежать потери широкополосности, необходимо поглотить мощность, излучаемую в резонатор. В направлении нормали к антенне излученное поле имеет почти круговую поляризацию. Рабочая часть антенны излучает почти всю подводимую мощность, и в антенне происходит автоматическая отсечка тока. Витки, расположенные за рабочей частью, практически не излучают, и конечные размеры антенны мало влияют на ее ДН.

Увеличение числа заходов спирали свыше двух позволяет путем соответствующего питания каждой ветви изменять ДН. Например, от четырехзаходной спиральной антенны можно получать и излучение по нормали к антенне, и воронкообразную ДН.

В настоящее время на кафедре «Радиотехники и защиты информации» ДонНТУ ведется разработка и исследование синфазных плоских спиральных антенн.

УДК 621.396

Е.А. Киселёва, студентка; А.М. Кулабухов, к.т.н., доцент;
Е.А. Кулабухова, ст.пр.; А.А. Лантушенко, студентка
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: SolnEschko@ukr.net

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ РАДИОЛИНИЯ СПУТНИКА

Системы передачи телеметрической информации (ТМИ) объединяют бортовую и наземную телеметрические системы. А также радиолинию космический аппарат – Земля.

Бортовая телеметрическая система обеспечивает сбор информации от различных служебных и научных датчиков, преобразует выходные сигналы этих датчиков в цифровую форму, обеспечивает хранение информации в период между сеансами связи и формирование единого цифрового потока двоичных данных.

Для сбора и передачи информации в системах телеметрии могут использоваться как последовательные протоколы RS-232, RS-485, CAN, так и различные сетевые протоколы TCP/IP, Ethernet.

ТМИ передаётся кадрами. Обычно каждый кадр состоит из 128 8-ми разрядных слов, в начале каждого кадра передаётся синхропосылка (СП), как правило, состоящая из 4-х слов. Первое слово после СП несёт в себе значение номера ТМ кадра, в которую входит номер цифрового массива (ЦМ), передаваемого в структуре ТМ кадра. После идет информация о бортовом времени. С 8-го по 127-е слово передаётся ТМИ.

Последнее слово в кадре – контрольная сумма. Она получается суммированием двоичных слов всего кадра с учётом СП без переноса бита переполнения 8-ми разрядной сетки.

Поступающий на вход радиолинии цифровой массив разделяется на стандартные кадры по 1024 бита. В каждом кадре имеется СП.

Диапазон мощностей при радиопередаче ограничен пределами 1-10 Вт, поскольку для более высоких мощностей требовались бы передатчик слишком большого размера и массы, а также использование батарей. Сегодня для спутников существует эмпирическая формула: «1 кг, 1 Вт, 1 литр», которая означает, что объем спутника массой в 1 тонну составит около 1 кубометра, а его система энергопитания способна достичь мощности 1 киловатт.

Главный параметр любой системы связи — скорость передачи информации. Она определяется не столько мощностью сигнала, сколько соотношением его амплитуды с шумами, которые мешают приему. Шум возникает в аппаратуре приемника и передатчика из-за теплового движения атомов. А в космическом радиоэфире «шумит» реликтовое микроволновое излучение, оставшееся от Большого взрыва.

Шум отфильтровывается статистически за счет его случайного характера. Чтобы избавиться от длительных помех, передачу информации дублируют на разных частотах. А от коротких импульсных помех, которые искажают несколько битов в передаче, спасают особые методы кодирования, позволяющие выявлять и даже автоматически исправлять ошибки.

УДК 681.3

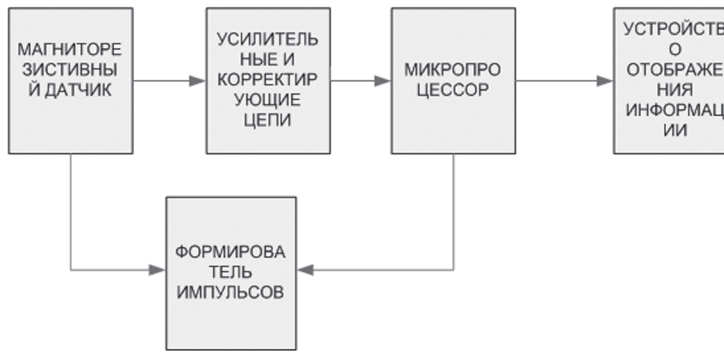
А.С. Литвиненко, студент, А.Г. Михайлов к.т .н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: nirsxai@yandex.ru

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Магнитометрические системы нашли широкое применение в геологии, при поиске полезных ископаемых, в археологии, при археологических раскопках, в астрофизике, в навигации и сейсмологии.

В основе такой системы лежит магниторезистивный датчик фирмы Honeywell, который предназначен для определения курса объекта по магнитному полю Земли.

Структурная схема (рис.) содержит элементы. Микропроцессор — главный вычислительный элемент, который вычисляет любую, поступающую в компьютер информацию. Устройство отображения информации – обеспечивает представление информации (обычно результатов обработки вводимых данных) в форме, удобной для зрительного (визуального) восприятия человеком. Усилитель – усиливает сигнал. Формирователь импульсов – формирует управляющие импульсы.



Предложенная структурная схема может использоваться в лабораторном стенде для определения магнитной составляющей.

УДК 681.3

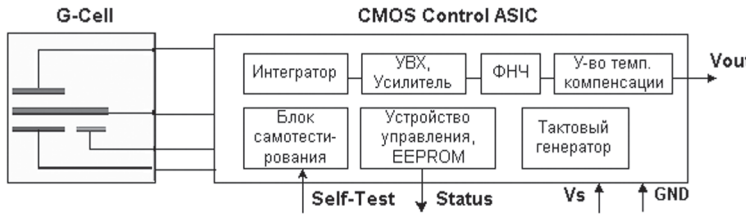
А.И. Лукьяненко, студент, А.Г. Михайлов к.т .н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
Email: nirsxai@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ДАТЧИКА УСКОРЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ СТЕНДЕ

В настоящее время одним из наиболее динамично развивающихся направлений в области элементной базы измерительных систем является разработка полупроводниковых датчиков. Совершенствование полупроводниковых технологий открывает новые возможности для миниатюризации компонентов и реализации интегрированных решений для широкой номенклатуры изделий. Это приводит с одной стороны к удешевлению датчиков, а с другой – делает их более удобными и простыми в использовании.

Встроенная измерительная цепь выполнена на переключающихся конденсаторах и содержит интегратор, усилитель, ФНЧ, устройство температурной компенсации, тактовый генератор. (см. рис).

Данная структурная схема датчика Будет использована в учебном лабораторном



стенде измерения ускорений и будет отличаться меньшими габаритами.

УДК 681.327.8

С.В. Малый, студент; Ю.Б. Починок, инженер; Ю.М. Чашка, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: serg.maliy@gmail.com

СИСТЕМА СБОРА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОГО НАНОСПУТНИКА

Студенческий спутник имеет сложную многоуровневую архитектуру. Работа всех его подсистем должна координироваться для обеспечения максимальной эффективности их функционирования. В структуре системы сбора телеметрической информации определены точки подключения к БЦВК, к контрольным точкам и соответствующим регистраторам и к оборудованию телеметрического радиоканала. Минимизация числа контролируемых параметров была проведена по условию ранжирования наиболее критично влияющих факторов и комплексной обработки данных для различных приложений. Всего контролируется 60 различных величин. К ним относятся:

– энергетические показатели солнечных батарей;

– контроль напряжений питания, входящих в состав сетки, выдаваемой системой энергоснабжения и токов потребления отдельных устройств;

– флаги, показывающие текущее состояние подсистем – ошибка, нормальная работа;

– датчики раскрытия солнечных батарей и температуры в различных точках спутника.

В качестве аппаратной платформы для системы сбора телеметрической информации выбрана архитектура распределенного вычислительного комплекса. Такое решение позволяет, используя избыточность элементной базы других подсистем спутника, уменьшить вероятность одновременного выхода из строя всей системы и снизить энергопотребление за счет минимального количества дополнительных элементов.

Формат телеметрических кадров соответствует международным стандартам систем телеметрии CCSDS, которые подразумевают структуру кадра соответствующую эталонной модели взаимодействия открытых систем (BOC, или OSI – Open System Interconnection). Длина кадра с учетом заголовков и контрольной суммы CRC16 составляет $N = 16 + n$ байт, где n – число байт телеметрической информации. Между сеансами связи с Землей кадры хранятся в области памяти спутника объемом 5 Мб, в состав которой входит буферная память, которая содержит информацию для передачи и необработанную первичную информацию, ожидающую обработки. Память построена по принципу базы данных, где кадры хранятся в привязке к бортовому времени спутника. Сеансы связи происходят раз в сутки по каналу с пропускной способностью 9,6 Кбит/с, что позволяет формировать телеметрические кадры с максимальной периодичностью в 4,5 секунды.

Использование международного стандарта CCSDS позволяет использовать данными телеметрического контроля в рамках международного сотрудничества.

Система позволяет регулировать энергетический баланс на борту спутника, а также проводить комплексирование датчиков угловой ориентации – магнитометров – при помощи показателей, снимаемых с солнечных батарей спутника.

УДК 53.087.92

М.Н. Мальцев, студент; В.Н. Прошкин, к.т.н., доцент;
М.В. Серебряков, студент, Е.Н. Митрофанов, студент
Пензенская государственная технологическая академия
E-mail: lt301@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

В настоящее время продолжается совершенствование магнитострикционных преобразователей угловых перемещений (МПУП) для систем управления и контроля аэрокосмической техники, основанное на придании измерительному преобразователю (ИП) с акустическим волноводом определенной геометрической формы [1]. Известные преобразователи имеют следующие недостатки: ограниченный диапазон угловых измерений; сложную конструкцию ИП; низкую точность, надежность, помехоустойчивость и технологичность. Кроме того, известные преобразователи имеют ограничения по температурному и вибрационному диапазонам. Для устранения указанных недостатков в рамках НИРС Пензенской государственной технологической академии проведены теоретические и экспериментальные исследования по совершенствованию и созданию МПУП. Предложен ряд принципиально новых технических решений, основанных на придании определенной геометрической формы не акустическому волноводу как в известных преобразователях, а магнитному элементу позиционирования. Расширение температурного и вибрационного диапазона работы МПУП достигается за счет введения в конструкцию ИП дискретных сред, новых конструкций акустоэлектрического преобразователя, акустических демпферов и акустического волновода с точкой Кюри +960 °С; переноса электронных компонентов из ИП во вторичный преобразователь. По данному техническому направлению поданы заявки на предполагаемые изобретения и получен патент [2, 3]. Принцип действия МПУП основан на представлении углового перемещения временным интервалом, образованным временем пробега магнитоакустической волны в акустическом волноводе между магнитным элементом позиционирования и неподвижным приемным трактом (акустоэлектрическим преобразователем). Полученный временной интервал на последующем этапе во вторичном преобразователе отображается требуемым цифровым или аналоговым эквивалентом. Магнитострикционный преобразователь угловых перемещений, выполненный согласно новому направлению устраняет целый ряд недостатков, имеющих место в известных преобразователях. Это позволит значительно расширить область его применения и обеспечить конкурентные преимущества по сравнению с преобразователями угловых перемещений реализованных на других физических принципах.

1. **Демин С.Б.** Информационные измерительные системы с использованием магнитострикционных приборов: Дис...док. техн. наук. – Пенза, 2003. – 443 с.
2. Патент 2343645 РФ. МПК: H04R 15/00, G01B 17/00. Магнитострикционный датчик перемещений / В.Н. Прошкин и др. // Опубл. 10.01.2009. – Бюл. № 1.
3. Заявка на выдачу патента № 2010127905 РФ. МПК: H04R 15/00, G01B 17/00. Магнитострикционный датчик перемещений / В.Н. Прошкин, М.В. Мальцев, М.В. Серебряков, Б.В. Кузнецов // 01.09.2010.

УДК 658.512

Н.М. Мишук, студентка; М.В. Філіппова, старший викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: natalja007@ukr.net

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Підвищення ефективності сучасного приладобудівного неможливе без автоматизації технологічного проектування. Використання систем автоматизованого проектування дозволить скоротити собівартість і терміни впровадження у виробництво нових проектний конструкторських рішень.

Системи автоматизованого проектування повинні діяти в умовах великої різноманітності завдань на проектування, у зв'язку з чим, найбільш перспективним в галузі автоматизованого проектування є напрям, що виник на стику технології і математичного моделювання, в основі якого знаходиться механізм побудови технологічних понять і їх дослідження.

Технологія складання в першу чергу залежить від конструкції виробу, технологічних методів і способів, необхідних для його складання. Логіка формальних рішень, що реалізовується на ЕОМ при автоматизованому проектуванні технологічних процесів, полягає в аналізі властивостей і відносин деталей у виробі, на підставі якого визначаються такі відносини, що забезпечують виконання всіх заданих властивостей.

За змістом задач проектування технологічного процесу складання розділяється на три етапи: вибір схеми базування і складу оснащення складання; визначення послідовності установки елементів складальної одиниці; та проектування власне технологічного процесу складання.

Вказані задачі розв'язуються за умови, що склад складальної одиниці і схема її складання вже визначені. Проте вибір схеми технологічного поділу та складання пов'язаний з проектуванням технологічного процесу складання. Дійсно, можлива тільки така схема технологічного поділу вироби і така схема складання, при яких технологічний процес складання може бути реалізований. Якщо для складальної одиниці існує хоч би один варіант технологічного процесу складання, то така схема технологічного поділу виробу можлива. Для вибору оптимальної схеми технологічного поділу порівнюють різні схеми по техніко – економічним показникам, прийнятим як критерій оптимальності. В цьому випадку необхідний аналіз всіх можливих варіантів технологічних процесів складання для кожної складальної одиниці виробу. Таким же чином пов'язаний з проектуванням технологічних процесів складання вибір схем складання, базування і оснащення складальних робіт. Тому всі ці завдання повинні зважаться комплексно, на основі єдиної системи математичного моделювання конструктивно-технологічних властивостей виробу, властивостей технологічних процесів і оснащення складальних робіт.

При такій постановці завдання проектування технологічного процесу складання для автоматизованого проектування необхідно задати конструкцію виробу у вигляді опису креслення і технічних умов, розробити модель виробу (схему складального складу) і технологічного процесу складання.

УДК 532.5

Д.И. Сафиуллин, студент; Г.М. Макарьянц, к.т.н., доцент
Самарский государственный аэрокосмический университет
им. академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
E-mail: sdidem@yandex.ru

УСТРАНЕНИЕ АВТОКОЛЕБАНИЙ В ДРЕНАЖНО-ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОМ КЛАПАНЕ ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

Один из часто встречающихся дефектов дренажно-предохранительного клапана (ДПК) – шум и вибрации. Он возникает из-за автоколебаний, происходящих в запорно-регулирующем элементе (ЗРЭ). Причиной автоколебаний является неустойчивое положение равновесия тарели клапана на определенных высотах подъема. Высоты, на которых реализуются неустойчивые положения равновесия, можно определить из силовой статической характеристики (зависимости подъемной силы, действующей на тарель, от высоты подъема тарели). Целью исследования является создание такой конструкции ЗРЭ, которая обеспечит работу ДПК без автоколебаний. Для этого необходимо: определить статическую характеристику клапана, определить условия возникновения автоколебаний, исходя из вида статической характеристики, определить влияние изменения геометрии проточной части ЗРЭ на вид статической характеристики, разработать методику выбора геометрических параметров проточной части для обеспечения условия отсутствия автоколебаний.

Для определения подъемной силы, необходимо было получить поля распределений скорости и давления в проточной части ЗРЭ. Для этого использовался метод численного моделирования в программе ANSYS, в частности в программных пакетах ICEM CFD и CFX. В ICEM CFD строилась исходная геометрия проточной части ЗРЭ. Далее эта модель экспортировалась в CFX, где назначались граничные и начальные условия для расчета: давление рабочего тела на входе, параметры рабочего тела и др. Расчет производился методом приближений, по 900 приближений для каждой высоты подъема тарели клапана. Далее строилась силовая статическая характеристика ЗРЭ и накладывалась на характеристику пружины, прижимающей тарель клапана к седлу. Если значение первой производной статической характеристики клапана в каждой точке меньше значения первой производной статической характеристики пружины, то автоколебания не реализовываются.

В итоге были получены: силовые статические характеристики клапанов, определены условия возникновения автоколебаний, определено влияние изменения проточной части на вид статической характеристики, выработана методика выбора геометрических параметров ЗРЭ, обеспечивающих отсутствие автоколебаний. Была разработана геометрия проточной части на основе этой методики.

Численное моделирование позволило разработать методику выбора геометрических параметров проточной части ЗРЭ без создания ДПК «в металле», что убыстряет и удешевляет процесс разработки.

УДК 535.42

Є.А. Сірий, студент; В.Г. Колобродов, проф., д.т.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: yevhenii.sirii@gmail.com

ПРОЕКТУВАННЯ ОПТИЧНОГО КІНОФОРМУ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ДІАПАЗОНУ 8-12 мкм

Тепловізійні системи (ТС) знаходять широке використання для дистанційного моніторингу Землі. Розробкою і удосконаленням таких систем займаються всі науково-розвинуті держави. Однією із складових ТС є оптична система (ОС). На сьогодні розроблені та використовується різні моделі ОС, котрі мають жорсткі вимоги до габаритів і маси, точності обробки поверхонь елементів, що відбивається на складності виготовлення та собівартості.

Розвиток дифракційної теорії дозволяє використовувати принципово новий підхід при проектуванні ОС. Існує можливість керувати хвильовим фронтом за допомогою дифракційних елементів, а не тільки звичними традиційними оптичними елементами – лінзами, призмами, дзеркалами і т.п. (котрі по суті являються частковими випадками дифракційних елементів). До таких елементів відноситься кіноформний елемент. Кіноформні елементи мають значні переваги по відношенню до традиційних елементів: невеликі габарити та вага, відносна простота виготовлення і низька собівартість.

Кіноформ – це фазова голограма, в якій фазова модуляція здійснюється за рахунок рельєфу поверхні (див. рис.1).

Положення і розмір зон розраховуються згідно принципу Френеля:

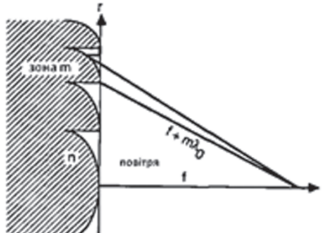


Рис.1. Кіноформний елемент

$$r_m^{\,2} = 2m\lambda_0 + \left(m\lambda_0\right)^2$$

а глибина в межах певної зони – згідно принципу Ферма:

$$h = \frac{r^2}{2f\left(n-1\right)}$$

Були проведені розрахунки кіноформа, який використовується в спектральному діапазоні $8-12$ мкм. В якості матеріалу було обрано германій (Ge), так як цей елемент має відносно невеликі хроматичні характеристики. Розрахунок частки фазової затримки 2π ,що вводиться для різних довжин хвиль, показав, що найбільш оптимальним являється випадок, коли $\lambda_0 = 10$ мкм. Аберраційний аналіз показав, що для відносного отвору $1/5$ в першому дифракційному порядку значення сферичної аберації третього порядку не перевищує $10^{-6} - 10^{-7}$ мм.

Отже, такий елемент можна використовувати в ОС системах. Очевидно, що в будь-якій оптичній системі, яка працює в певному діапазоні хвиль, наявні хроматичні аберації повинні бути виправлені в загальній конструкції, так як це неможливо зробити лише одним кіноформом.

УДК 681.325.55:519.718

А.И. Тимошкин, к.ф.-м.н., ассистент
Национальный горный университет
E-mail: timoh_andrey@ukr.net

КОНТРОЛЕПРИГОДНАЯ СХЕМА ДВОИЧНОГО СУММАТОРА

Одной из наиболее перспективных концепций в технической диагностике цифровых систем, которые изначально учитывают ограниченность временных и аппаратных ресурсов, выделяемых на процедуры контроля и диагностирования на этапах их производства, испытаний и эксплуатации, является концепция обеспечения «константной» контролепригодности цифровых схем. Эта концепция предполагает разработку цифровых схем, обладающих проверяющим тестом фиксированной длины, не зависящей от числа их входов, логических элементов и уровней и являющейся постоянной величиной.

В данной работе предлагается интересная с точки зрения практики разработки больших и сверхбольших интегральных микросхем (БИС и СБИС) контролепригодная функционально-логическая схема двоичного сумматора с последовательным (сквозным) переносом между разрядами. Предлагаемая схема обладает проверяющим тестом длины 4 относительно одиночных константных неисправностей ее сигнальных линий независимо от числа разрядов в ней и требует для своей реализации небольших аппаратурных затрат. Контролепригодная логическая схема полного одноразрядного сумматора представлена на рисунке 1. Контролепригодная схема n-разрядного (где n – натуральное число) двоичного сумматора получается из n контролепригодных схем полного одноразрядного сумматора обычным путем, т.е. соединением выхода переноса P_i i-й схемы со входом переноса p_{i+1} $(i+1)$-й схемы, где $1 \le i \le n-1$.

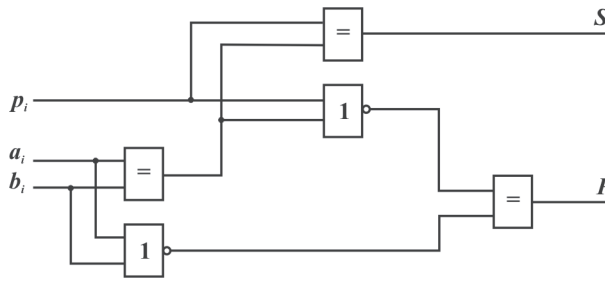


Рисунок 1.

УДК 681.327.8

А.В. Тищенко, студент; Ю.М. Чашка, к.т.н., доцент; Ю.Б. Починок
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Aramaist@gmail.com

АБОНЕНТСКИЙ МОБИЛЬНЫЙ ТЕРМИНАЛ УПРАВЛЕНИЯ

Беспроводные технологии, дополняющие встроенные средства автоматизированных систем управления, широко применяются во многих видах современного оборудования. В случае бытовых приборов пульты дистанционного управления (ДУ) позволяют управлять и получать данные об управляемых параметрах в любой точке зоны действия пульта, за счет этого достигается повышение комфорта и безопасности в помещении.

Неудобство эксплуатации и интеграции таких приборов обусловлено тем, что на рынке большое количества различных фирм-производителей, каждая из которых программирует устройства под свой протокол приёма и передачи данных. При выборе приборов с различными протоколами работы появляется необходимость в нескольких пультах управления. В данной работе создаётся схема универсального пульта ДУ, который исключает необходимость в наличии нескольких пультов, повышая удобство работы.

Данная схема реализована в схемотехническом редакторе для ПЛИС микросхем. Принцип работы заключается в предварительной прошивке пульта через компьютер, за счёт чего записаны на него необходимые протоколы для обмена данными. Для каждого бытового прибора в памяти пульта поставлено в соответствие его протокол работы. Прошивка осуществляется через характерный для ПЛИС микросхем JTAG интерфейс.

В конструкцию пульта входят такие элементы: светодиод, экран, клавиатура, ПЛИС микросхема, ПЗУ, блок питания. На ПЛИС микросхеме выполняются арифметико-логические операции, такие как преобразование команды с пульта в импульсы соответствующие протоколу обмена данными. На ПЗУ хранится информация связанная с приборами автоматизированной системы. Так как протоколы передачи информации могут отличаться и по длине импульсов логических единице и ноля, то в конструкции ДУ входит также генератор импульсов переменной частоты.

Разработанная схема позволяет использовать для построения автоматизированной системы управления широкий диапазон устройств с различными протоколами работы. В данной системе управления достаточно лишь одного такого пульта, способного управлять всеми устройствами.

УДК 621.37

А.В. Фатов, студент; В.В. Паслен, к.т.н., доцент
Донецкий национальный технический университет
E-mail: aleksfatov@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ, СВЕТА, ПЫЛИ, ПЕСКА И УСЛОВИЙ СТАРЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОАППАРАТУРЫ

Биологическая среда (преимущественно плесень), свет, пыль и песок оказывают отрицательно е влияние на элементы радиоаппаратуры. Плесень приводит к наиболее тяжелому разрушительному действию при эксплуатации радиоаппаратуры во влажном тропическом климате. Разрушения, вызываемые плесенью, бывают трех видов: разрушение под действием энзима, под действием побочных продуктов от действия плесени (различных кислот), обволакивание прозрачных материалов. Влага, накопленная в плесени, вызывает коррозию, вследствие чего возрастает сопротивление материала (например, антенн мобильных аппаратов), вследствие чего приходится использовать большие токи для обеспечения качественной связи. Плесень распространяется на клеммных колодках, ламповых панелях, плитах переключателей и изоляционной оболочке проводов. Влияние света на материалы сводится к химическому разложению органических материалов, таких как пластмассы, красители, ткани. Свет также влияет на скорость атмосферной коррозии. В материалах, имеющих низкий молекулярный вес, возникает эрозия поверхности. Результатом старения изоляционных материалов является омыление эфиров, испарение пластифика гора, переход вещества из аморфного состояния в кристаллическое, выделение хлора.

Под воздействием пыли изменяются параметры и характеристики магнитных лент, дискет, магнитных головок, царапается и приходит в негодность магнитный слой. Пыль с поглощенными ею растворами кислот разрушает достаточно быстро даже очень хорошие краски. Влияние пыли, попадающей на металлические части, сводится к ускорению процесса коррозии, потому что в ней содержатся углекислые, сернокислые, хлористые и другие хорошо растворимые соли, которые поглощают влагу из окружающего воздуха. Частицы песка вызывают абразивный эффект. Попадая между вращающимися элементами аппаратуры, частицы песка ускоряют их износ. Слежавшаяся в процессе длительной эксплуатации на поверхности компонентов пыль снижает сопротивление изоляции, особенно в условиях повышенной влажности, приводит к появлению токов утечек между выводами, что очень опасно для микросхем. Диэлектрическая проницаемость пыли выше диэлектрической проницаемости воздуха, что определяет завышение емкости между выводами компонентов и, как следствие, увеличение емкостных помех. Оседающая пыль снижает эффективность охлаждения изделия, образует на поверхностях печатных плат, не защищенных лаковым покрытием, токопроводящие перемычки между проводниками, что приводит к перегреву радиоаппаратуры.

На кафедре радиотехники и защиты информации ДонНТУ ведутся работы по исследованию влияния вышеперечисленных факторов на диаграмму полосковых антенн телефонов мобильной связи.

УДК 621.396
В.Л. Філіпов, студент; А.М. Кулабухов, к.т.н., доцент; О.А. Кулабухов, ст.. викл.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: vitalii.filipov@gmail.com

КОМАНДНА ТА ТЕЛЕМЕТРИЧНА РАДІОЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ НАНОСУПУТНИКА

Розвиток сучасної елементної бази дозволяють розробляти апаратуру корисного навантаження і службових систем КА у малих габаритах.

Створення малогабаритних КА сприяє зменшенню як витрат, так і термінів виготовлення КА, що дозволяє відносно з невисокими витратами вирішувати питання дистанційного зондування Землі, навігації, зв'язку і проведення широкомасштабних досліджень космічного простору, а також дасть поштовх для розробки відносно дешевих авіаційно-космічних ракетних систем, які не потребують космодромів.

Однією з важливих проблем для України є відсутність власної сучасної елементної бази, яка спроможна надійно працювати в умовах космічного простору.

Одним із шляхів рішення цих проблем є координація дій провідних вищих навчальних закладів і ракетно-космічної галузі по створенню командної та телеметричної радіоліній зв'язку наносупутників, яку можна використовувати як в університетських (молодіжних) супутниках, так і ракетно-космічній галузі.

Мета проекту – створення уніфікованих принципів побудови відносно дешевих малих КА класу наносупутник з високими інформаційними характеристиками для рішення задач дистанційного зондування Землі, зв'язку, навігації, комплексних наукових космічних досліджень, а також відпрацювання новітніх космічних технологій.

Основним завданням є розробка уніфікованих систем: управління, збору телеметричної інформації; радіоканалів зв'язку «Земля-борт» і «борт-Земля».

Шляхами реалізації є використання радіоканалу як у широкодоступному аматорському діапазоні, так і з високим ККД (до 30%) з малою споживчою потужністю в *X* і *K* діапазонах з швидкістю передачі відповідно 10 і 50 Мбіт/с.

Результати проекту можуть бути використані при створенні університетських супутників для комплексних досліджень космічного простору, в системах зв'язку при створенні зон покриття території України угрупуваннями низькоорбітальних супутників та ін.

Для підвищення ефективності космічних досліджень і зменшення витрат на виготовлення малих КА пропонується створити уніфіковану платформу наноспутника, до складу якої входять: корпус, система енергоживлення, система управління, включаючи систему управління орієнтацією і стабілізацією (СУОС), командна радіолінія, телеметрична радіолінія.

Для відпрацювання управління апаратурою корисного навантаження, прийому, обробки і передачі з нею значного обсягу інформації по телеметричній радіолінії на базовому варіанті пропонується встановлення цифрового фотоапарату зі змінним фокусом і великою розподільною здатністю для проведення зйомок у видимому діапазоні.

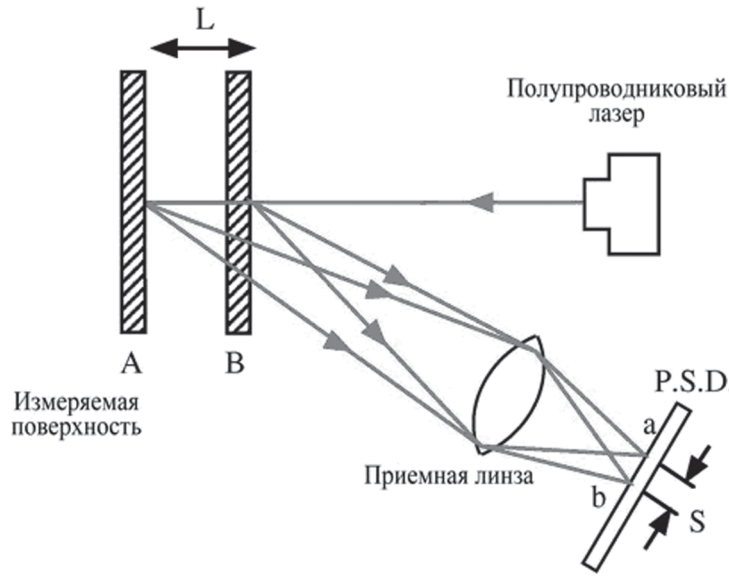
УДК 681.3

А.С. Шабунина, студент, А.Г. Михайлов, к.т.н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: nirsxai@yandex.ru

ЛАЗЕРНЫЙ ДАТЧИК ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

В настоящее время широко используются лазерные датчики перемещения которые с помощью своей конструкции могут осуществлять измерения не контактируя с предметом, что дает возможность производить измерения на сложных поверхностях: сверхмягких, липких, горячих или иных чувствительных.

Предлагается использование сегментных детекторов PSD (Position Sensing Detector) в качестве лазерного датчика перемещения. Измерения выполняются по методу оптической триангуляции (см. рис).



В этом случае, расстояние S характеризует перемещение пятная проекции отраженного лазерного луча на фоточувствительный элемент. Усовершенствованная оптическая система, обеспечивающая малые размеры пятна проекции позволяет производить измерения линейных перемещений и расстояний с точностью от 0,02 микрон

Данный лазерный датчик предлагается использовать в учебном лабораторном стенде измерения биения и вибрации валов.

16
Специальное материаловедение, новые материалы и структуры

Координаторы:
Манько Тамара Антоновна,
профессор кафедры технологии производства летательных аппаратов ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара,
доктор технических наук, профессор
Потапов Александр Михайлович,
начальник комплекса ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля», кандидат технических наук

УДК 621.798.3
А.С. Балоночкин, магистрант, Н.М. Московская, к.т.н., доцент кафедры 403,
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: bork205@yandex.ru

УТИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКИ И ТАРЫ

В мире отмечается стремительный рост потребления полимерных материалов. В Украине его темпы составляют 5...6 % ежегодно и в 2010 году, общий объем производств достиг 250 млн. тонн. Их потребление на душу населения в индустриально развитых странах за последние 20 лет примерно удвоилось (достигнув 85...90 кг), а к концу десятилетия, как полагают, повысится на 45...50 %. Одним из быстроразвивающихся направлений использования пластмасс является упаковка.

Из всех выпускаемых пластиков 41 % используется в упаковке, из которых 47 % расходуется на упаковку пищевых продуктов. Удобство и безопасность, низкая цена и высокая эстетика являются определяющими условиями ускоренного роста использования пластических масс при изготовлении упаковки.

Использование изделий из полимерных материалов неуклонно связано с образованием отходов. Особенность полимерных отходов – их устойчивость к агрессивным средам, они не гниют, процессы деструкции в естественных условиях протекают достаточно медленно, но с образованием вредных веществ, отравляющих окружающую среду. Все это делает проблему утилизации отходов полимерных материалов более актуальной.

Работа содержит обзор существующих аналогов машин для утилизации полимерной тары и упаковки, на основании которого производится выбор принципиальной схемы проектируемого устройства. Рассматривается технология процесса утилизации, для разных типов полимеров.

Традиционное оборудование при рециклинге отходов – это шнековые и дисково-шнековые машины, агломераторы. При этом отходы подвергаются стадиям предварительной подготовки, таким как сбор, классификация, дробление, отмывка, сушка, измельчение. Использование всех этих стадий делает технологию утилизации достаточно энергоемкой и в конечном итоге приводит к повышению себестоимости получаемого вторматериала.

Основным разделом работы, являются проектирование конструкции линии по утилизации использованных ПЭТ бутылок из-под напитков в гранулы вторичной переработки.

В качестве специального оборудования предлагается использовать валково – шнековый агрегат (наиболее устойчивый к переработке загрязненных отходов) и фрезерное оборудование для резки пластмасс (даёт повышение производительности и улучшения качества поверхности реза).

УДК 621.793.7

А.А. Белоцерковская, студентка гр. 441,
Л.В. Литовченко, к. т. н., доцент, каф. 402.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: annabel2006@yandex. ru

СИНТЕЗ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДАМИ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Интерференционные фильтры, в силу возможной вариативности своих спектральных характеристик, находят широкое применение в различных областях науки и техники. Для их реализации требуются прозрачные оптические пленки с различными коэффициентами преломления и минимальным коэффициентом поглощения в требуемой области спектра. При синтезе многослойных интерференционных покрытий также необходим учет дисперсии показателей преломления и поглощения пленкообразующих веществ.

Получение новых материалов и исследование оптических констант пленок на их основе в совокупности с созданием методов и средств получения тонких пленок из этих материалов позволяет совершенствовать как технологию изготовления интерференционных покрытий, так и их эксплуатационные, спектральные и экономические характеристики.

Уникальные свойства тонкопленочных оптических покрытий позволяют формировать разнообразные спектральные характеристики фильтров. Современные системы контроля толщины, новые методы изготовления и контроля оптических пленок, позволяют получать пленки тех материалов, которые до недавнего времени еще не были освоены и дают возможность существенно расширить не только рабочий спектральный диапазон получаемых оптических покрытий, но и множество их спектральных характеристик.

Вопросы синтеза дополнительных структур, которые позволяют скорректировать ошибки, возникающие при изготовлении оптических покрытий, путем добавления одного или нескольких слоев поверх готового покрытия, представляют несомненный практический интерес. А исследование влияния этих ошибок на оптические характеристики покрытий позволяет судить о сравнительной устойчивости нескольких структур, реализующих сходные спектральные характеристики.

Возможность получения однородных по толщине покрытий на подложках значительной площади, или реализация за один технологический цикл большого количества некрупных оптических деталей с идентичными оптическими характеристиками существенно расширяет область их применения и снижает себестоимость.

В данной работе предпринята попытка построения методики определения структур более выгодных, с экономической точки зрения, интерференционных покрытий. Для этого был проведен анализ влияния видов и количества слоев осаждаемого материала, а также их оптических толщин, на спектральные характеристики интерференционных покрытий. В работе освещены пути получения покрытий с учетом вышеперечисленных оптических свойств.

УДК 620.20:621.3

О.Р. Бережна, асистент, В.О. Скачков, к.т.н., доцент,
В.І. Іванов, ст. науковий співробітник, С.С. Сергієнко, аспірант
Запорізька державна інженерна академія, кафедра МКМ
E-mail: colourmet@zgia.zp.ua

ПРО САМОРЕГУЛЬОВАНІ КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ ТРИБОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Енергія гальмування значнонавантажених систем виділяється у зоні тертя та перетворюється на теплову енергію й роботу руйнування поверхневого та підповерхневого шару.

Введення до складу композитного матеріалу компонентів, що забезпечують ефект внутрішнього змазування знижує виділення енергії під час тертя ковзання. Проте в цьому процесі відбувається зниження концентрації самосмазывающих компонентів в зоні тертя за рахунок зносу і інших втрат. Підвищення концентрації даних компонентів за рахунок дифузії з об'єму композитного матеріалу до зони тертя відновлює умови ковзання.

Для оцінки цього факту побудовано математичну модель, що враховує дифузійні процеси перенесення самозмазуючого компоненту до зони ковзання.

Встановлено вплив значення коефіцієнтів дифузії на швидкість відновлення допустимої концентрації самозмазуючих компонентів.

Одержано співвідношення, що поновлюють залежність коефіцієнтів дифузії для твердих і рідких компонентів, які забезпечують умови внутрішнього змочування, від пористості композиту.

Отримано кінцеві формули, які визначають ресурс роботи вузлів тертя за приопустимою концентрацією самозмазуючого компоненту.

УДК 669.018:621.762

К.В. Бечке, н.с.; А.Ф. Санин, д.т.н., проф.; А.Ф. Леднянский, к.т.н., доц.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: bechkekarolina@mail.ru

ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ОТСТАИВАНИИ АЛЮМИНИЕВОГО ПОРОШКА В ВОДЕ

Технология получения порошка распылением расплава водой предусматривает нахождение частиц металла в воде в отстойнике установки распыления в течение времени, которое определяется технологическими особенностями конкретного процесса или установки. Исследовали влияние времени пребывания в воде после окончания процесса диспергирования на температуру начала окисления сухой пробы и потерю массы пробы при прокаливании.

Время пребывания порошка в воде варьировали от 20 до 240 минут. При проведении экспериментов выдерживали постоянными условия диспергирования: температура начала распыления 760...780^{0}С, давление воды 8 МПа. После нахождения порошка в воде в течение заданного времени, его извлекали и сушили на воздухе в слое толщиной 20...30 мм.

Результаты проведенных экспериментов позволяют утверждать, что время пребывания порошка в воде оказывает сильное влияние на физико-химические характеристики поверхностных гидроксидных пленок.

Процесс взаимодействия алюминиевого порошка с водой сопровождается значительным газовыделением. Кинетику процесса оценивали по скорости газовыделения на приборе, состоящем из реакционного сосуда, измерительного колокола для сбора выделяющихся газов, датчика давления газа, блока компенсации давления газов, находящихся под измерительным колоколом. Для проведения анализов газовых сред, образующихся при взаимодействии алюминиевого порошка с водой, использовали газохроматографический метод разделения смесей. Установлено, что процесс газовыделения происходит постоянно, но крайне неравномерно. Анализ состава выделившегося газа показал, что основным компонентом является водород.

Влияние времени пребывания в воде на физико-химические превращения, происходящие в распыленном алюминиевом порошке, исследовали с использованием дифференциального термического и термогравиметрического анализа в установке Derivatograf 1000-1500 при нагреве со скоростью 10 К/мин. Анализ термогравиметрических и дифференциальных термогравиметрических кривых свидетельствует о протекании процессов кристаллизации и упорядочения структуры гидроксидных пленок при увеличении времени пребывания порошка в воде.

Таким образом, длительность пребывания порошка в воде после диспергирования должна ограничиваться процессами гидратации, сопровождающимися утолщением гидроксидных пленок, что может способствовать снижению прочности и пластичности конечного материала. Учитывая также необходимость обеспечения максимально полного оседания мелких фракций порошка, можно сделать вывод, что длительность пребывания порошка в отстойнике не должна превышать 40 мин.

УДК 621.9.044

А.В. Валуйская, студент; В.Ф. Гайдуков, профессор
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

Рассмотрен нестационарный процесс кратковременного воздействия искрового разряда, инициируемого непосредственным контактом двух металлических электродов. В качестве материала парных электродов используется сталь 20 или алюминиевый сплав Д16. Поверхность электрода в месте контакта принимается плоской. В процессе электроимпульсного разряда длительностью $t_p = (10...30)\cdot10^{-6}$ с на поверхность электрода воздействует плоский круглый источник тепла с энергией W = 0,009...0,05 Дж и начальным радиусом r_0. Решение задачи осуществлялось при неизменной мощности теплового потока через поверхность контакта, но при уменьшающейся поверхностной плотности потока q(t) по мере увеличения радиуса кратера.

Время разряда t_p разделяется на несколько интервалов, увеличивающихся к концу разряда $[0, t_1, ..., t_i, t_{i+1}, ..., t_p]$ таким образом, чтобы за каждый временной интервал $[t_i, t_{i+1}]$ кратер увеличивался на несколько конечных элементов в радиальном направлении. Здесь t_1 – время, с которого начинается увеличение радиуса кратера. Радиусы кратеров для этих моментов времени, определяемые с точностью до конечного элемента, обозначены $[r_0, r_1, r_2, ..., r_i, r_{i+1}, ..., r_п]$.

Таким образом, на каждом интервале $[r_{(ti)}, r_{(ti+1)}]$ изменение температуры материала в кратере обусловлено воздействием теплового потока на предыдущем интервале $[r_{(ti-1)}, r_{(ti)}]$ и тепловым потоком $q(t_i)$.

Так как тепловой поток на каждом участке $[r_{(ti)}, r_{(ti+1)}]$ задается постоянным, но изменяющимся по кусочно-линейному закону, то на каждом временном интервале $[t_i, t_{i+1}]$ его можно определить умножением интенсивности первоначального теплового потока q(0) на соответствующую управляющую функцию $F(t_i)$. Значения управляющих функций $F_0(t)$, $F(t_1)$,..., $F(t_{p-1})$ задаются в определенных точках $t = t_0$, $t = t_1$,..., $t = \tau_{p-1}$, а для промежуточных времен находятся с помощью линейной интерполяции.

УДК 621.762.669.2

А.В. Валуйская, студент; В.Ф. Гайдуков, профессор
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: a.menny@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫМ МЕТОДОМ

Металлические порошки широко применяются в различных отраслях промышленности (аэрокосмическая отрасль, порошковая металлургия, электровакуумная, химическая, фармацевтическая, атомная промышленности, строительная отрасль, металлургия). Для улучшения качества металлических порошков идет постоянный поиск новых методов их получения.

В настоящее время перспективным является метод электроискровой эрозии, технически простой и потенциально позволяющий получить порошок заданного химического состава в широком диапазоне размеров с относительно низким уровнем загрязнения.

В данной работе были изучены области применения, методы получения металлических порошков и методы исследования их дисперсионного состава. Была изучена принципиальная схема рабочей камеры установки для получения порошка электроимпульсным методом и процессы во время получения порошка.

Принципиальная идея метода электроискровой эрозии заключается в пропускании тока большой плотности между электродами, изготовленными из предварительно выплавленного материала и помещенными в реактор с диэлектрической охлаждаемой средой, в которой в качестве работающего материала используют отходы металлообрабатывающих производств. Загрузка представляет собой стружку, обрубку и т.д. произвольной формы с характерными размерами 3-5 мм. Тепло от множественных дуговых разрядов, возникающих между электродами и кусочками материала, вызывает расплавление и испарение загрузки реактора. Расплавленные капельки и/или пары металлов закаливаются охлаждающей диэлектрической средой в частицы порошка.

Практическая цель данной работы – экспериментальное получение порошков методом электроискровой эрозии и исследование полученных порошков для дальнейшего применения данного метода в производстве.

В дальнейшем будут проведены эксперименты по получению порошков данным методом и их анализ.

УДК 621. 793

О.П. Василега, аспірант, пров. інж.-техн.;
М.І. Гречанюк пров. наук. співроб. д.т.н.,
В.Г. Затовський ст.н.с., к.т.н.
Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України
E-mail: vol4ik2007@meta.ua

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ПОРОШКІВ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ КОБАЛЬТУ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ЛОПАТКИ ТУРБІН

Для отримання малолегованих порошків на основі кобальту використовують такі методи як: автоклавний, карбонільний, електролітичний та метод амальгамної металургії. Далі більш детально розглянемо кожен із цих методів отримання порошків.

Автоклавний метод використовується для виробництва порошків кобальту, нікелю та міді. Відповідний метал витісняється воднем в розчині, що складається із його сполук, під тиском і осідає у вигляді твердих частинок на дно камери реактору. Автоклавним методом окрім простих порошків кобальту, також, отримують композиційні порошки на основі кобальту; використовують затравки у вигляді карбідів та боридів металів та покривають їх шаром кобальту в присутності ПАВ (антраціона та його похідних).

Карбонільним методом одержують дрібнодисперсний чорний порошок кобальту при розкладанні карбонілу у струмі монооксиду вуглецю при температурі 147 – 247 °С з наступною термообробкою при 347 – 927 °С в атмосфері водню. Отримують тонкий пасивований порошок, що містить близько 99,99 % кобальту та 0,01 % вуглецю. На сьогодні такі порошки використовуються досить рідко через низьку продуктивність та незадовільну якість порошку.

Методом амальгамної металургії отримують тонкодисперсні порошки.

Порошки складнолегованих сплавів на основі кобальту типу CoCrAlY отримують методами розпилення (атомізації). Порошки сплавів отримані цим методом містять певну кількість домішок впровадження (O_2, N_2), які потрапляють в порошок сплаву в процесі його отримання. Домішки утворюють оксиди, нітриди які знижують корозійну стійкість покриттів, що отримують з цих порошків. З аналізу літературних даних видно, що найбільшою проблемою отримання порошків сплавів на основі кобальту є окислення. Окислення порошків сплавів, як відомо залежить від хімічного складу та розміру частинок порошку. Чим більший вміст елементів активних до кисню і менший розмір частинок порошку тим вони швидше окислюються. У більшості досліджених матеріалів немає чіткого поділу порошків за хімічним та фракційним складом, фізико-механічними властивостями порошків та продуктивністю того чи іншого методу, порівняння їх недоліків та переваг.

Дослідивши проблему отримання порошків сплавів на основі кобальту можна дійти висновку, що потрібно створити таку технологію отримання цих порошків, яка б забезпечила високу продуктивність виробництва порошків сплавів із заданим фракційним складом при мінімальному вмісті домішок впровадження. Такою технологією отримання порошків на основі кобальту може бути метод прецизійної прокатки попередньо подрібнених сплавів CoCrAlY.

УДК 541.6

О.А. Воденнікова, асистент; С.С. Сергієнко, аспірант;
В.О. Скачков, к.т.н., доцент; В.І. Іванов, ст. науковий співробітник
Запорізька державна інженерна академія, кафедри МКМ і МЧМ
E-mail: colourmet@zgia.zp.ua

ВУГЛЕЦЬ-АЛЮМІНІЄВІ КОМПОЗИТИ ТРИБОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Основні вимоги, що пред'являють до триботехнічних матеріалів фрикційного типу, полягають у забезпеченні високої теплопровідності, стабільного значення коефіцієнтів тертя, значної експлуатаційної стійкості, а також низької інтенсивності зношення.

Найповніше таким вимогам задовольняють вуглець-алюмінієві композити на основі високомодульних вуглецевих волокон та алюмінієвої матриці.

Розроблено схема одержання вуглець-алюмінієвих композитів, яка включає вакуумне просочення вуглецевих волокон з розплаву алюмінію, розкроювання просочених волокон, активацію поверхні, пакетування та пресування заготовки з реалізацією подальшого процесу спікання з утворенням монолітної матриці.

Запропонована схема забезпечує високу якість поєднання вуглецевих волокон з матеріалом матриці, а також збереження цілісності волокон.

Фактографічне дослідження поверхні зламування дозволяє встановити високий рівень адгезії у системі «волокно-матриця».

Для вуглець-алюмінієвих композитів визначено фізико-механічні характеристики, а також триботехнічні параметри (коефіцієнти тертя, інтенсивність масового та лінійного зношення).

УДК 621.762

А.В. Гудкова, студентка; В.В. Кручина, к.т.н. доцент,
В.Ф. Гайдуков, к.т.н., профессор
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ

Требования к качеству, надежности и экономичности изделий машиностроения при снижении их материалоемкости требуют разработки высокоэффективных методов повышения прочностных свойств, коррозионной стойкости, теплостойкости, износостойкости сплавов. Применение порошков некоторых материалов позволяет частично или полностью решить ряд перечисленных выше вопросов, а также обеспечить придание специфических свойств инструменту и материалам, применяемым для изделий авиационной и космической техники, которые недостижимы при использовании традиционных способов изготовления изделий.

Рассмотрены результаты исследований порошковых материалов, полученных электроимпульсным способом. Обрабатывалась стружка материалов Д16, сталь 20, ВТ95 Исследование порошков проводилось с помощью растрового электронного микроскопа РЭМ-106 с автоматизированной записью изображения на компьютере. Форма абсолютного большинства частиц, до 90 % , близка к сферической. Небольшое количество частиц от всего объема порошка имеют на поверхности углубления, а в некоторых случаях наблюдаются пустотелые частицы. Размер пустот для всех материалов не превышает 1÷3 мкм при размере частиц 20-30 мкм.

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Электроимпульсный способ очистки промышленных стоков создает одновременно условия для получения ультрадисперсных порошков.

2. Имеется оптимальное значение энергии, вводимой в разрядный промежуток при котором адсорбирующая поверхность порошка максимальна.

3. Количество металла, переходящее в активный коагулянт достигает 75% исходного металла.

4. При повышении температуры плавления металла средний диаметр диспергированных частиц смещается в сторону мелкодисперсной фракции.

Исследования показали, что при прочих равных условиях характер диспергирования металла зависит от его свойств. Наибольшее содержание мелкодисперсных фракций наблюдается у титана, затем у стали и алюминия.

УДК 669.018.5:620.187

П.С. Гусевик, аспирант; С.И. Рябцев, к.ф.-м.н., доцент;
В.Ф. Башев, д.ф.-м.н., професор; Ф.Ф. Доценко, к.ф.-м.н., доцент;
В.В. Коваленко, к.ф.-м.н., доцент; П.А. Евдокимов, студент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: siryabtsl@mail.ru

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК НИКЕЛЯ

Чрезвычайная чувствительность условий получения пленок ионно-плазменным напылением позволяет в широких пределах изменять свойства этих пленок и наблюдать явления, не зафиксированные в массивных образцах.

В работе изучалось влияние физико-технологических условий получения пленок никеля методом модернизированного трехэлектродного ионно-плазменного напыления на фазовый состав, структуру и электрические свойства.

Объектами исследования в настоящей работе были пленки никеля толщиной d=20-200 нм, напыленные на монокристальные подложки NaCl для структурных исследований методами электронной микроскопии на просвет и рентгеноструктурного анализа. Пленки, полученные в идентичных условиях напыления на ситалловые подложки, были использованы для изучения термической устойчивости и физических свойств неравновесных структур.

Рентгенофазовый анализ и расчеты размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) по формуле Селякова-Шеррера показали, что в свеженапыленных пленках никеля формируется смесь нанокристаллического б-Ni с метастабильной ГПУ решеткой и в-Ni с ГЦК структурой, а также следов окисла никеля NiO. Размер ОКР б-Ni, к примеру, для режима напыления 1 (напряжение U=2 кВ, ток анода I=1 А, давлении плазмообразующего газа p=12 сПа, скорость напыления v=0,104 нм/с) составляет 4,8 нм, а для режима 2 · (U=2 кВ, I= 0,8 А, p= 1,6 сПа, v=0,08 нм/с)$^{-}$4,6 нм. Термообработка пленок в вакууме приводит к распаду ГПУ Ni, что свидетельствует о его метастабильной природе. Такой же эффект наблюдался и в пленках Ni, полученных импульсным лазерным осаждением. При отжиге размер ОКР в-Ni увеличивается до 5-10 нм в зависимости от режима. Анализ смещения температуры начала фазовых превращений с увеличением скорости нагрева в пленках позволили провести расчет энергии активации (E_a) фазовых превращений методом Киссенджера. Так для режима 1 E_a=9600 К, для второго – E_a=5300 К. Т.о., рост энергии осаждающихся атомов приводит к понижению энергии активации фазового перехода, а значит пленка находится в более метастабильном состоянии.

Полученные результаты о влиянии различных технологических параметров получения пленок на структуру и фазовый состав позволяют снизить загрязнение молекулами остаточной атмосферы при ионно-плазменном напылении.

УДК 669

Н.Г. Довга; Т.А. Аюпова, доц. к.т.н.; В.З. Куцова, проф. д.т.н.
Національна металургійна академія України
E-mail: tanyaayupova@yandex.ru

СТРУКТУРА, ФАЗОВИЙ СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ ДОЕВТЕКТИЧНИХ СИЛУМІНІВ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ ФІЗИКО-ХІМІЧНІЙ ОБРОБЦІ РОЗПЛАВУ

Досліджено сумісний вплив комплексу стронцій-скандій та водневої обробки розплаву на структуроутворення, фазовий склад, характер розподілу елементів між фазами і структурними складовими і механічні властивості доевтектичного силуміну АК7ч.

Експериментально встановлені закономірності впливу параметрів водневої обробки розплаву, структуру силуміну АК7ч, що містить стронцій та скандій. Відмічене зменшення міжпластинчастої відстані в евтектиці з 5,2 мкм до 3,6 мкм та зростання розгалуженості дендритів α-Al твердого розчину при водневій обробці впродовж 20...40 хвилин. Перевищення оптимального часу водневої обробки нівелює отриманий ефект.

Встановлений вплив водневої обробки на фазовий склад дослідного сплаву. Воднева обробка протягом 20...40 хвилин приводить до зникнення зі структури сплаву інтерметалідів, що містять залізо, магній та скандій, внаслідок перерозподілу легуючих елементів у розплаві та зміни кількісного співвідношення і складу мікроугруповань атомів у розплаві, подібних інтерметалідам, що присутні в структурі сплаву АК7ч(Sr, Sc) в твердому стані. Перевищення оптимального часу водневої обробки нівелює отриманий ефект.

Встановлений вплив водневої обробки на властивості силуміну АК7ч. Воднева обробка практично не впливає на межу плинності, межу міцності незначно підвищує (на 5%), а відносне подовження підвищує на 25% (с 8,8% до 9,8%). Підвищення механічних властивостей обумовлено як насищенням розплаву воднем, так і активним барботажем, що приводить до формування більш сприятливої структури, зникненню в структурі сплаву інтерметалідів, що містять залізо, магній і скандій, внаслідок перерозподілу легуючих елементів в розплаві, зміни кількісного співвідношення та складу мікроугрупуваь атомів, подібних до інтерметалідів, що присутні в структурі сплаву АК7ч(Sr-Sc) в твердому стані, підвищення розчинності легуючих елементів в твердих розчинах на основі алюминию та кремнію завдяки виникненню додаткових водневих хімічних зв'язків.

Визначені оптимальні температурно-часові параметри водневої обробки сплаву АК7ч(Sr-Sc). Оптимальний час водневої обробки при температурі розплаву 750^{0}С складає 20…40 хвилин.

УДК 621.455.2

Р.А. Змиевский, студент; В.В. Колесник, каф. 402
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ПАЯНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛА И КЕРАМИКИ

В настоящее время большое распространение в космической технике получили электро-реактивные двигатели, которые в своей работе используют катоды-компенсаторы. Часто срок службы электро-реактивной двигательной установки зависит от ресурса катода-компенсатора, а в свою очередь ресурс катода-компенсатора можно повысить применяя в его конструкции паяное соединение металла и керамики.

Керамика широко применяется при изготовлении электронных приборов в качестве изолирующего материала. Керамический материал обладает следующими свойствами: имеет относительно высокую механическую и электрическую прочность, низкие диэлектрические потери при высокой температуре, обладает термостойкостью,вакуумной плотностью, способностью образовывать вакуумно-плотные соединения с металлами. Эти свойства керамики могут поспособствовать увеличению ресурса службы катода-компенсатора.

При соединении керамики с металлами применяют в основном два метода: пайку с использованием металлизационного покрытия керамики и пайку без нанесения металлопокрытий.

В электровакуумном производстве наибольшее распространение нашла технология с использованием предварительно нанесенного покрытия. Для этого на поверхность керамики наносят пасту из порошков тугоплавких металлов и вжигают их. В результате вжигания на поверхности керамической детали получается шероховатое металлическое покрытие, которое смачивается высокотемпературными припоями.

В отличие от пайки по металлизации второй метод соединения керамики с металлами называют активным или непосредственным. Известно, что такие металлы, как титан и цирконий, при высокотемпературном нагреве активно взаимодействуют не только с газами и металлами, но и со многими химическими соединениями, входящими в состав керамики; в результате появляется возможность получать паяные соединения металла с керамикой без ее металлизации.

УДК 678.067.5: 621.311.22
М.А. Каминская, инженер; В.А. Коваленко, к.т.н., начальник группы
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: kbu@public.ua.net

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ КОЛЕЦ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ЗАЗОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ТГВ-300

В настоящее время на тепловых электростанциях СНГ возникла критическая ситуация – большинство энергоблоков с турбогенераторами типа ТГВ-300 были введены в эксплуатацию в 70-х годах и сегодня практически выработали свой ресурс работоспособности. Поэтому остро возник вопрос по замене вышедших из строя узлов.

К числу деталей, требующих замены, относится крупногабаритное стеклопластиковое кольцо уплотнения воздушного зазора.

Поэтому перед ГП КБ «Южное» была поставлена задача изготовить такой узел на имеющемся оборудовании с минимальными затратами без дополнительной технологической оснастки.

Исходя из условий работы кольца, было принято решение выполнить данную деталь из двух заготовок: цилиндрической части, изготавливаемой методом продольно-поперечной намотки и кольца, изготавливаемого методом выкладки с последующим вакуумным формованием.

Для изготовления заготовок использовали стеклоровинг типа ЕС-13-4800 и эпоксидное связующее на основе эпоксидной смолы Ероху-525.

Изготовление цилиндрической части кольца проводили на намоточном станке КУ-463Ф3. При этом на специально изготовленную оправку укладывали продольные слои препрега и опрессовывали их кольцевыми слоями пропитанного стеклоровинга. Далее проводили полимеризацию и предварительную механическую обработку стеклопластиковой заготовки.

Изготовление кольца осуществлялось посредством изготовления препрега и выкладкой его на имеющуюся плоскую плиту в соответствии с заданной схемой армирования детали. Далее проводилось вакуумное формование по отработанному заранее режиму и механическая обработка.

Предварительно обработанные заготовки склеивали в специальном стапеле при помощи эпоксидного клея Эпотерм-3т. После чего проводили окончательную механическую обработку, сверление отверстий по кондуктору на радиально-сверлильном станке, нарезание резьбы в отверстиях детали и вклейку шпилек.

Изготовленные по приведенной технологии стеклопластиковые кольца уплотнения воздушного зазора установлены в турбогенераторах типа ТВГ-300 и уже более двух лет успешно работают.

УДК 620.22:661.666

А.В. Карпенко, ассистент; В.И. Скачков, к.т.н., доцент
Запорожская государственная инженерная академия
E-mail: abkarpenko@mail.ru

НИЗКОПЛОТНЫЕ УГЛЕРОД–УГЛЕРОДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ – ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Благодаря своим уникальным свойствам (возможность обеспечения высокой степени пропитки расплавами металлов, кремния, термостойкость, высокая химическая стойкость во многих окислительных средах, легкая механическая обрабатываемость) области использования низкоплотных углерод – углеродных композиционных материалов (НПУУКМ) всё время расширяются. Использование НПУУКМ, обладающих низкой теплоемкостью, в электровакуумном оборудовании, позволяет резко увеличить его производительность (за счет сокращения времени на нагрев и охлаждение), увеличить рабочего пространства камер установок (за счет уменьшения объема теплоизоляции). Достаточно эффективно использование НПУУКМ в технике высоких температур, в том числе для экранирования деталей оснастки, нагревательных элементов и корпусов высоковакуумного оборудования либо устройств, рабочей средой которых являются инертные газы либо водород.

В последние годы достаточно широкое применение такие материалы нашли в конструкциях тепловых узлов установок для получения монокристаллов полупроводниковых (Si, Ge, GaAs, InSb) и диэлектрических материалов.

Применение углерод – углеродных композиционных материалов (УУКМ) с низкой плотностью до 0,2 г/см^3, термической устойчивостью до 3000 ^{0}С и теплопроводностью до 0,4 Вт/м К позволяет в 2...5 раз снизить тепловые потери электровакуумных печей по сравнению с агрегатами, оснащенными экранной теплоизоляцией на основе тугоплавких металлов.

Низкоплотные материалы на основе углерода могут быть получены двумя способами: высадкой из водной суспензии и введением порообразователей в заготовку карбонизуемого УУКМ. В первом случае плотность получаемого материала достигает 0,25 г/см^3. Во втором случае в качестве порообразователей предполагается использовать органические материалы с низким коксовым остатком. Введение органических порообразователей позволяет получать УУКМ с плотностью от 0,4...0,8 г/см^3.

Исследованы различные органические материалы: хлопок, полистирол, полиэтилен, картон, полиуретан, вискоза, древесные опилки. В процессе карбонизации углеродных композитов происходят сложные физико-химические преобразования в объеме полимерной матрицы, реализуются процессы термохимической усадки, температурного расширения и порообразования.

На формирование пористой структуры УУКМ существенное влияние оказывают технологические параметры получения того или иного наполнителя, и особенность молекулярной структуры сырья.

Наличие регулируемой пористости в углеродных материалах оказывает существенное влияние на их основные физико-механические свойства (прочность, модуль упругости, электросопротивление, теплопроводность и др.).

УДК 620.168: 621.763
О.П. Киселюк, аспірант; Т.А. Яцишина, аспірант; П.П. Савчук, д.т.н., доцент
Луцький національний технічний університет
E-mail: savchuk71@gmail.com

ДО ПИТАННЯ ПРО ОЦІНКУ АДГЕЗІЙНОЇ МІЦНОСТІ КЛЕЙОВИХ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ

Адгезійно-міцнісні характеристики клейової системи, зокрема адгезійна здатність захисних покриттів на основі малонаповнених епоксидних композиційних матеріалів (ЕКМ) до матеріалу субстрату, вимагають пошуку шляхів досягнення максимуму значень даної характеристики.

При її дослідженні найбільш дієвим є метод «грибків», що дозволяє оцінити границю міцності при розтязі. Також достатньо багато інформації можна отримати при аналізі поверхонь руйнування клейового шва. Однак, отримані зображення при зоровому сприйнятті або скануванні та наступній цифровій обробці через існуючі світлові відтінки (сіра сталева основа та напівпрозорий полімер) не дають повної уяви про стан поверхні та характер взаємодії. Для підвищення контрастності зображень розроблено технологію з використанням індикативної речовини.

Оцінку адгезійної міцності проводили двома шляхами: вимірюванням адгезійної міцності методом розриву і новим методом оцінки адгезійної міцності за відсотковим співвідношенням площі поверхні розриву з допомогою комп'ютерної програми Photom 3.1.1. Оцінку адгезійної міцності епоксидних композитів шляхом кількісного аналізу клейового шва з допомогою комп'ютерного продукту здійснюють у такій послідовності: формують епоксидну композицію відповідного складу; ЕКМ з різними співвідношеннями масових частин наносять на попередньо підготовлені зразки (сталеві грибки) з подальшою його термічною обробкою; руйнування клейового шва проводять на розривній машині; для отримання контрасту між клейовою композицією і поверхнею металу виконують травлення першої шляхом нанесення на досліджувану поверхню індикаторної речовини (розчин йоду); здійснюють технологічну витримку зразків протягом однієї доби з метою отримання чіткого зображення на поверхні адгезійного розриву; з допомогою мікроскопа і цифрового фотоапарата фіксують зображення і переводять його в електронний варіант; обробку фотографій здійснюють з допомогою комп'ютерних програм Adobe Photoshop та Photom 3.1.1.

В результаті досліджень показано, що відповідні значення адгезійної міцності корелюють з когезійним характером руйнування клейового шва. Найбільші значення адгезійної міцності спостерігаються при вмісті пластифікаторів в концентраційному діапазоні 20-30 мас. ч. за рахунок досягнення оптимальної щільності структурної сітки полімеру.

Проаналізовано методи оцінки адгезійної міцності епоксидних полімерів. Запропоновано новий метод оцінки адгезійно-міцнісних характеристик ЕКМ шляхом комплексного аналізу двовимірного цифрового зображення за допомогою програмного продукту Photom 3.1.1. Отримані результати показали кореляційний зв'язок між стандартною та розробленою методиками. Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення можливостей застосування цієї методики для аналізу адгезійних характеристик ЕКМ з різним ступенем наповнення.

УДК 669.295

Т.А. Коваленко, аспирант; А.В. Овчинников, к.т.н., доцент
Запорожский национальный технический университет
E-mail: Omelchenko15@ukr.net

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НА ТЕМПЕРАТУРУ (α→β)- ПЕРЕХОДА В ДВУХФАЗНОМ ТИТАНОВОМ СПЛАВЕ

Температура полиморфного превращения (Тпп) для титановых сплавов является определяющей при назначении режимов термической и деформационной обработок. Из классических представлений известно, что Тпп является функцией химического состава титанового сплава, и для каждой конкретной плавки имеет свое значение. Однако такие выводы были сделаны для гомогенного состояния титана без учета влияния границ зерен, концентрационной и структурной неоднородности, имеющих место в конструкционных титановых сплавах. По данным исследований М.Я. Бруна скорость изменения фазового состава значительно зависит не только от химического состава, но и от исходной структуры сплава и ее однородности, при этом различие в значениях Тпп одного и того же сплава может достигать 35 С. В связи с рассмотренными особенностями, проблема получения более точных значений Тпп для титановых сплавов на данный момент полностью не решена.

В последние годы для конструкционных титановых сплавов получили большое развитие исследования в области формирования субмикрокристаллической структуры (СМК) методами интенсивной пластической деформации (ИПД), однако практическое их применение тормозится отсутствием данных по ряду вопросов. В работах Ю.Р. Колобова указывалось, что в нано- и СМК материалах, полученных воздействием ИПД, коэффициенты зернограничной диффузии на несколько порядков выше по сравнению с крупнозернистыми. Принимая во внимание, что фазовое (α→β)-превращение в титановых сплавах – это процесс, преимущественно, диффузионный. Можно предположить, что в СМК сплаве температура Тпп будет несколько ниже по сравнению со стандартным структурным состоянием. К тому же, объемная доля границ зерен в СМК сплаве намного больше, что также способствует увеличению скорости протекания диффузионных процессов. Отсутствием исследований в данном направлении обусловлена цель настоящей работы – установить влияние СМК структуры на температуру фазового (α→β)-превращения в двухфазном титановом сплаве. Исследовали сплав (основа -Ti; Al -6,2%; Mo – 2,4%; Zr – 0,9%; Cr –1,1%; Fe – 0,5%) в двух структурных состояниях – в исходном крупнозернистом и в СМК. СМК структура сплава получена по технологии ИПД методом винтовой экструзии (ВЭ). Тпп определяли металлографически методом пробных закалок.

Исследования показали, что в исходном состоянии структура сплава характеризовалась наличием крупных (~60мкм) β-превращенных зерен и неоднородностью в виде скоплений α-фазы, Тпп составила 965±5°С. Аналогичные результаты также получены для других составов, что позволяет утверждать об общей тенденции снижения Тпп для СМК титановых сплавов. Установленную особенность следует учитывать при выборе интервала температур закалки при определении Тпп.

УДК 669.187.526

В.А. Крыжановский, аспирант, В.А. Тутык, д.т.н., профессор
Национальная металлургическая академия Украины
E-mail:titansplav@ukr.net

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Создание новых машиностроительных материалов и улучшение их качества является одной из ключевых проблем научно-технического прогресса. Потребность в металлах и сплавах, способных работать при высоких и низких температурах, в высоком вакууме и агрессивных средах, можно удовлетворить лишь разработкой новых технологических процессов. Для удовлетворения данных потребностей используют высокореакционные и тугоплавкие металлы, такие как цирконий, титан, молибден, ниобий и другие.

Целью работы является анализ существующих технологий металлургического производства жаропрочных титановых сплавов и обоснование основных преимуществ технологии электронно-лучевой плавки (ЭЛП).

В связи с высокой химической активностью титана в расплавленном состоянии его плавка возможна только в среде инертных газов или в вакууме. Поэтому при производстве титановых слитков используют технологии вакуумно-дугового переплава, вакуумно-индукционной плавки и электронно-лучевой плавки.

Одним из прогрессивных направлений металлургического производства титановых сплавов является ЭЛП. Она позволяет: очищать расплав от газовых и летучих металлических примесей; существенно упростить технологический процесс; получать изделия с качественно новыми физико-химическими и механическими свойствами; изготавливать слитки из сложнолегированных титановых сплавов путем переплава губчатого титана и легирующих элементов.

Как показали исследования в выплавленных слитках титанового сплава ВТ 3-1, способом ЭЛП отсутствуют несплошности, неметаллические включения размером более 1 мм, а также плотные скопления более мелких включений. Структура металла – плотная. Кристаллическая неоднородность и зональная ликвация в слитке отсутствуют. Распределение легирующих элементов в поперечном сечении слитка и по длине равномерное, содержание примесных элементов находится в пределах требований ГОСТ 19807-91.

Из слитков жаропрочного титанового сплава ВТ 3-1 были получены полуфабрикаты в виде поковок и прутков. В макроструктуре поковок и прутков отсутствуют трещины, расслоения, пустоты, плены, металлические и неметаллические включения, обнаруживаемые визуально. Исследования показали, что свойства полуфабрикатов изготовленных из слитков, выплавленных по технологии ЭЛП, отвечают требованиям предъявляемые промышленностью к качеству жаропрочных титановых сплавов.

Применение технологии ЭЛП и созданного на Украине оборудования обеспечивают высокий технико-экономический уровень производства и конкурентоспособность украинских жаропрочных титановых сплавов.

УДК 621.924.093

П.С. Лапшин, аспирант; А.Е. Проволоцкий, д.т.н., профессор
Национальная Металлургическая Академия Украины
E-mail: texmash@ua.fm

СТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Ремонт деталей в машиностроении является важным фактором. Известно, что снятие старых лакокрасочный покрытий с поверхности корпусов машин и деталей при их ремонте, а также нагара с деталей двигателей осуществляется химическими способами с применением специальных растворителей, а ручной труд составляет большой объем. Такие способы оказывают вредное воздействие на обслуживающий персонал и окружающую среду. Расход дорогостоящих растворителей на Украине составляет несколько тысяч тонн, при этом качество отделки не удовлетворяет техническим условиям на этот вид работ, а поверхностные слои конструкционных материалов подвержены коррозии. Кроме того, требуются значительные затраты для утилизации отходов.

С многих годов отмечается широкая деятельность в поисках механических методов, которые бы послужили заменой классическим химическим растворителям. Некоторые технические способы, включающие струйную обработку водой под давлением, пластмассами, пшеничным крахмалом, литой стальной дробью, стеклянными шариками или двуокисью углерода. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что сегодня, при наличии выбора по способу удаления лакокрасочных покрытий на деталях, отдать предпочтение тому или иному процессу не так просто, поскольку это тесно связано с конкретными индивидуальными требованиями. Несмотря на это, следует отметить, что для правильного выбора все рассматриваемые технологии должны быть оптимизированы по отношению к их специфическому потреблению энергии. Все механические технологии от нагнетания воды под большим давлением до лазерного съема красок потребляют сравнительно большое количество энергии и затраты на них составляют значительные суммы. Поэтому окончательная оценка наиболее оптимального процесса может быть сделана только после сравнения энергоемкости и капитальных затрат, связанных с расходами на технику.

Получившая признание струйная обработка позволяет получать наилучшее качество поверхности перед окраской соответствующее высочайшим стандартам, а также равномерно удалять лакокрасочные покрытия. Стойкость красок лакокрасочного покрытия после предварительной подготовки струйным методом увеличивается примерно в три раза. Однако широкому распространению этого метода препятствует наклеп обрабатываемой поверхности. При полировании обрабатываемых деталей маленькими сферическими или негранеными частицами, поверхностные слои этих деталей испытывают напряжения сжатия и подвергаются пластической деформации.

УДК 669

Д.С. Ляшенко; Т.А. Аюпова, доц. к.т.н.; В.З. Куцова, проф. д.т.н.
Національна металургійна академія України
E-mail: tanyaayupova@yandex.ru

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МІКРОЛЕГОВАНОГО КОМПЛЕКСОМ Sr-Sc СПЛАВУ АК7ч

Розглянутий вплив термічного оброблення (гартування та старіння) на структуру, фазовий склад доевтектичного силуміну АК7ч, що містить комплекс стронцій-скандій. Дані металографічних досліджень свідчать, що температура 520^{0}С нагріву під гартування не приводить до суттєвих змін у структурі сплаву. Підвищення температури нагріву під гартування до 530...535^{0}С приводить до сфероїдизації та коалесценції евтектичного кремнію. При цьому методом фазового рентгеноструктурного аналізу встановили, що при нагріві до температур 530...545^{0}С зменшується кількість інтерметалідних фаз Mg_2Si и Al_3Sc. Підвищення температури нагріву під закалку до 540...545^{0}С веде до коалесценції та коагуляції кристалів евтектичного кремнію, що приводить, в свою чергу, до зниження механічних властивостей сплаву.

За методикою проведення експериментів по плану ортогональних латинських квадратів побудовані кількісні залежності структурних параметрів (кількість евтектики, розміри кристалів евтектичного кремнію, параметр форми кристалів евтектичного кремнію, відстань між кристалами кремнію в евтектиці, мікротвердість евтектики і α-Al твердого розчину) та механічних властивостей $H\mu_{евт}$, $H\mu_{\alpha}$, σ_{02}, σ_B, ε, ψ (твердість, межа плинності, межа міцності, граничний ступінь деформації до руйнування при стисненні) від незалежних змінних (температури нагріву під гартування $T_{гарт}$, часу витримки при гартуванні $t_{гарт}$, температури старіння $T_{стар}$,часу старіння $t_{стар}$) сплаву *АК7ч*. Отримані частинні залежності вказаних характеристик структури та механічних властивостей дозволяють прогнозувати структуру та механічні властивості сплаву при різноманітних співвідношеннях обраних незалежних змінних та оптимізувати термочасові параметри термічного оброблення з метою забезпечення необхідного комплексу механічних властивостей. В результаті аналізу цих даних оптимізовані термочасові параметри термічного оброблення дослідженого сплаву. Рекомендується гартування ($T_{гарт}$=530^{0}С, $t_{гарт}$=3 год) та старіння ($T_{стар}$=150^{0}С, $t_{стар}$=1 год), що забезпечують підвищення межі міцності на 70 МПа (з 368МПа у литому стані до 437МПа – після термічного оброблення), твердості на 7 НВ (з 72НВ у литому стані до 79НВ – після термічного оброблення) при збереженні достатнього для обробки тиском рівня пластичності.

УДК669.15’.74.194-15.669.17

Д.В. Малинова, студентка, Л.С. Малинов д.т.н, професор
Приазовский государственный технический университет

ПОЛУЧЕНИЕ ХОРОШЕГО СОЧЕТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЯХ ТЕРМООБРАБОТКАМИ, ВКЛЮЧАЮЩИМИ НАГРЕВ В МЕЖКРИТИЧЕСКИЙ ИТЕРВАЛ ТЕМПЕРАТУР, ВЫДЕРЖКУ ИЛИ ЗАМЕДЛЕННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ В БЕЙНИТНОМ ИНТЕРВАЛЕ

Обобщены результаты исследований влияния термической обработки, включающей нагрев в межкритический интервал температур (МКИТ), охлаждение до бейнитного интервала, выдержку или регулируемое охлаждение в нем на механические свойства и износостойкость сталей 20ХГ2МФР, 25Х1М1Ф, 38ХС, 60С2, 60С2ХФА. Особенностью изотермической закалки в данной работе являлось то, что после нагрева, обеспечивающего получение аустенита, охлаждение до заданной температуры в бейнитном интервале проводилось в воде для предотвращения образования феррито-карбидной смеси. Установлено, что для каждой из исследованных сталей существуют оптимальные режимы нагрева и выдержки в МКИТ, а также бейнитной области, обеспечивающие наилучшее сочетание механических свойств. Ранее нагрев в МКИТ и изотермическая закалка в расплаве солей исследованы А.А. Петруненковым с сотрудниками на стали 38ГС . Хорошее сочетание прочностных, пластических свойств и ударной вязкости в этой стали после указанной обработки обусловлено получением многофазной структуры, в которой наряду с нижним бейнитом, ферритом, карбидами присутствует остаточный метастабильный аустенит, претерпевающий при испытаниях свойств превращение в мартенсит. В малоуглеродистых сталях оптимальным является 8-13% остаточного аустенита. В исследованных сталях с более высоким содержанием углерода (0,38-0,60%) его количество составляет 20-26%. Это является следствием перераспределения углерода между α и γ-фазами и обогащения им последней. В этом случае при прочностных свойствах, соответствующих среднеуглеродистым хромоникельмолибденовым сталям после улучшения, относительное удлинение существенно выше и может достигать 17-25%. Это позволяет повысить прочностные свойства и сохранить достаточную пластичность за счет холодной пластической деформации небольшой степени (5-7%). Аналогичный результат может быть получен в том случае, когда после выдержки в МКИТ осуществляют кратковременный нагрев, а затем после охлаждения проводят выдержку определенной продолжительности в бейнитном интервале или охлаждение в нем с определенной скоростью (в ряде случаев на воздухе). Иногда требуется замедленное охлаждение для увеличения количества аустенита и повышения его стабильности. В ряде случаев целесообразно после нагрева в МКИТ, последующей закалки и низкого отпуска сохраняющего в структуре повышенное количество метастабильного аустенита, проводить последующую закалку с применением ТВЧ и источников концентрированной энергии. В этом случае удается получить высокий уровень прочностных свойств при достаточной пластичности сердцевины и износостойкость поверхности. Исследованные режимы термообработки могут быть реализованы на производстве.

УДК 669.295;669.187

А.В. Осипенко, вед. инженер-технолог[1];
В.Г. Шевченко, канд. техн. наук, зав. кафедры «Механика»[2]
[1]Запорожский титано-магниевый комбинат
[2]Запорожский национальный технический университет
E-mail: osipenko@ztmc.zp.ua

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ ПОРОШКА ГИДРИДА ТИТАНА

Основными проблемами, препятствующими широкому применению титановых сплавов, являются технологическая сложность производства и дороговизна получаемых полуфабрикатов или готовых изделий из титана. В настоящий момент наиболее актуальными являются работы по удешевлению технологии производства титановых сплавов, а так же по поиску экономных аналогов уже существующим титановым сплавам.

Целью данной работы является разработка технологии производства экономнолегированных титановых сплавов методами порошковой металлургии с использованием в качестве сырья порошка гидрида титана с заданными, в оптимальном количестве, легирующими элементами-примесями (O, N, Fe).

В работе использовался титан губчатый с повышенным содержанием кислорода, который вводился в титан губчатый на стадии процесса восстановления титана, посредством аргонно-кислородной смеси. Содержание кислорода в титане губчатом достигало до 0,50% (масс.). Накопление необходимого титана губчатого происходило на стадии обработки блока титана губчатого посредством послойной резки на прессе, дробления, рассева и выделения из нижней, периферийной части блока титана губчатого материала с повышенным содержанием азота и железа. Полученный титан губчатый имел в среднем химический состав по легирующим элементам-примесям на уровне: кислород 0,50% (масс.), азот 0,045% (масс.) и железо 1,00% (масс.).

Далее следовали процесс наводораживания титана губчатого до концентрации водорода 4% (масс.) и измельчения полученного гидрида титана губчатого до фракционного состава ≤100 мкм. Полученный порошок гидрида титана дополнительно легировали железом, которое вводили в виде порошка (100 мкм). Порошковую смесь компактировали в образцы, которые спекали при температуре 1350°С и выдержке 4ч. Образцы титанового сплава, полученные по данной технологии, имели состав – Ti-0,5O-0,045N-1,5Fe.

Образцы титанового сплава были подвергнуты механическим испытаниям и показали хорошие результаты. Плотность образцов после спекания в среднем составила 4,40 г/см^3 (99,2% от плотности титана в литом состоянии), $\sigma_в$ – 880 МПа – 920 МПа, δ – 7% – 10%, ψ – 20% – 23%.

Выводы. Порошок гидрида титана с заданным составом легирующих элементов-примесей, является наиболее рациональным и экономически выгодным материалом-основой титановых сплавов. При его использовании достигается высокий уровень механических свойств получаемых изделий и эффективность процессов легирования титана с целью получения экономнолегированных титановых сплавов.

УДК 629.735

В.Е. Приходько, студент; Я.С. Карпов, д.т.н., профессор
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»
E-mail: vadvasp@mail.ru

ПРОДОЛЬНО-СЖАТЫЕ СТЕРЖНИ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

В авиации известным фактом является то, что большинство узлов и агрегатов в конструкции летательного аппарата работают на сжатие, а, следовательно, могут терять устойчивость при напряжениях значительно меньших соответствующего предела прочности.

В работах Вольмира А.С. рассматривались металлические стержни переменной жесткости для уменьшения массы, изготовление которых приводит к значительным материальным затратам. Использование же полимерных композиционных материалов позволяет изготавливать такие стержни значительно проще и экономичнее.

Целью данного исследования было определение уровня уменьшения массы стержней с постоянной и переменной жесткостью при одинаковых сжимающих усилиях, а также подбор оптимальных форм изменения жесткости. Параллельно проведено сравнение уровня критической сжимающей силы стержней с постоянной и переменной жесткостью одной и той же массы. В данной работе был использован приближенный метод Ритца-Тимошенко, т.к. дифференциальное уравнение изогнутой оси с переменными коэффициентами не позволяет получить точного решения.

В результате проделанного исследования выяснено, что применение стержней с переменной жесткостью позволяет снизить массу конструкции на 15-30%, определено, что при одинаковых массах критическое усилие увеличивается в 1,5-2 раза. Получены оптимальные формы изменения жесткости, зависимости изменения массы стержня и увеличения уровня критических усилий от его длины.

Учитывая простоту изготовления стержней с переменной жесткостью при использовании полимерных композитных материалов, эффективность применения таких стержней для уменьшения массы конструкции в целом обеспечена.

УДК 669.017.03

Д.О. Пучка студент, В.З. Куцова д.т.н., проф.,
М.А. Ковзель к.т.н., доц., А.В. Гребенева м.н.с.
Национальная металлургическая академия Украины
E-mail: root@lks.dp.ua

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ХРОМОНИКЕЛЕВОГО СПЛАВА «НИКОРИМ»

Закалочно-микроструктурный метод исследования, разработанный сотрудниками «Бунинской школы» и широко используемый для изучения механизма и кинетики фазовых превращений в сплавах системы Fe-C, с успехом применим для сплавов других систем, и позволяет получать исчерпывающие сведения об особенностях фазовых превращений и закономерностях структурообразования в этих системах, в частности, в системе Ni-Cr, являющейся основой жаропрочных и жаростойких сплавов «никорим».

Объектом исследований в данной работе служили образцы жаропрочного хромоникелевого сплава «никорим», предназначенного для изготовления прокатного инструмента, который используется при изготовлении изделий, применяемых в ракетостроении и космической отрасли.

Микроструктуру образцов выявляли в 10% растворе азотной кислоты. Исследование микроструктуры осуществляли с помощью оптического микроскопа «Neophot-21». Микротвердость фаз и структурных составляющих определяли с помощью микротвердомера ПМТ-3 по стандартной методике. Фазовый состав образцов изучали на дифрактометре ДРОН–3М в FeK_{α} – излучении.

Закономерности формирования структуры хромоникелевого сплава «никорим» изучали закалочно-микроструктурным анализом на специально сконструированной установке.

Анализ микроструктур образцов хромоникелевого сплава свидетельствует, что в зависимости от температуры закалки в исследуемом сплаве формируется различная структура и фазовый состав.

Тщательное исследование закалочных образцов подтверждает реализацию перитектического превращения ($L + \gamma \rightarrow Cr_7C_3 + \gamma_{ост} + L_{ост}$) в хромоникелевом сплаве «никорим».

Изучена структура и фазовый состав, жаропрочного хромоникелевого сплава «никорим», а также проведен карбидный анализ исследуемого сплава. Показан, что структура жаропрочного хромоникелевого сплава состоит из высоконикелевого аустенита, высокохромистого карбида Cr_7C_3, карбида титана TiC и интерметаллида Ni_3Al; наличие высокохромистых карбидов обеспечивает высокую твердость исследуемого сплава, однако перераспределение легирующих элементов в результате закалки образцов, приводит к скачкам значений микротвердости; проведенный карбидный анализ, позволил выявить в структуре жаропрочного хромоникелевого сплава σ-фазу (FeCr). Присутствие этой фазы нежелательно, так как она снижает стойкость сплавов в процессе эксплуатации. Это связано с тем, что σ-фаза имеет высокую твердость, но вместе с тем, она очень хрупкая.

УДК 678.02:621.365

А.В. Рыбалко, студент; Т.А. Манько, д.т.н., профессор;
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: AndryR@meta.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Известно, что традиционным способом отверждения полимерных композиционных материалов – это конвективный нагрев. Способ является трудоёмким и длительным при получении изделий на основе полиэфирных связующих.

После проведения исследований композиций на основе эпоксидных полимеров, в которых отверждение проводили с помощью инфракрасного (ИК) нагрева галогенными лампами накаливания (ГЛН) типа КГТ-220-1000, установлено, что значительно сокращено время отверждения ПКМ за счёт резонансного взаимодействия излучателя и полимера.

Разработанные режимы использовали при отверждении тонкостенных конструкций из ПКМ, в частности на основе полиэфирных полимеров. Установлено, что одновременно с интенсификацией процесса отверждения происходит повышение физико – механических характеристик до 20% , наблюдается компактная структура материала.

Вторая часть экспериментов с целью получения стабильных и высоких физико – механических характеристик была проведена с использованием композиции на основе полиэфирных связующих. К такой композиции можно отнести CRISTIK 701 PA и инициатор Butanox M50.

Процесс термоотверждения для полимера CRISTIK 701 PA + Butanox M50 включал – подъём до t^o=40^{o}C в течении 15 мин., выдержка при t^o=40^{o}C – 30 мин., подъём до t^o=60^{o}C в течении 15 мин., выдержка при t^o=40^{o}C – 30 мин. и составил – 90 минут. Время отверждения данной композиции при конвективном нагреве составил 32 часа.

Образцы полученные по различным термо – временным режимам подвергали механическим испытаниям. Проводили измерения микротвёрдости на установке ПМТ-3 при нагрузке 10 г и выдержке в течении 15 сек. Результаты измерений показали, что для композиции CRISTIK 701 PA + Butanox M50 при ИК микротвёрдость составляет – 34,1 кгс/мм^2, при конвективном нагреве – колеблется в интервале от 25,73 до 31,61 кгс/мм^2.

Представленные результаты дают возможность использовать данную композицию на основе полиэфирного связующего, отвержденную ИК нагревом, для получения высокопрочных тонкостенных конструкций и изделий для ветроэнергетики.

УДК 546.96

Д.Ю. Савіна, студентка;
Ф.О. Чмиленко, д.х.н., професор; С.М. Худякова, к.х.н., доцент
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: analyticdnu@mail.ru

ПАЛАДІЙ У ВИСОКИХ ТЕХНОЛОГІЯХ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЙОГО КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ

Паладій наряду з іншими платиновими металами достатньо затребуваний у різних галузях науки та техніки. Наприклад, паладій та його сплави використовуються в електроніці — для покриттів, стійких до дії сульфідів. Зокрема, паладій постійно витрачається для виробництва реохордів прецизійного опору високої точності (військова та аерокосмічна техніка), в тому числі у вигляді сплаву з вольфрамом (наприклад ПдВ-20М). Для очищення водню – важливого ракетного палива – паладій (або його сплав зі сріблом) доки ще незамінний. В майбутніх водневих технологіях паладій буде потрібним не тільки для отримання чистого водню, але ще як мінімум в двох ключових моментах. По-перше, один із електродів у паливному елементі може містити паладій в каталітичних кількостях. По-друге, паладієві каталізатори використовуються в реакціях отримання водню із рідких вуглеводнів, наприклад, із метанола.

Застосування паладію в сучасних високих технологіях потребує розробки та впровадження нових надійних та ефективних методів його виділення із платиновмісної сировини та технологічних розчинів, концентрування та визначення. Для вилучення та концентрування паладію найбільш перспективним з точки зору економічності та екологічної безпеки є сорбційний метод. Це сприяє дослідженням по створенню нових сорбційних систем. Особливий інтерес представляють прозорі матеріали, які дозволяють спостерігати аналітичний ефект за допомогою розповсюдженого фотометричного обладнання.

Для отримання прозорих індикаторних матриць (ІМ) нами випробувано зразки полімерів різної природи: листовий поліетилентерефталат (ПЕТФ) та отверділий желатиновий гель фотографічних комерційних плівок для офсетного друку фірми AGFA, які було модифіковано (1–5) · 10^{-3} М розчинами 3-пропіл-2,6-димеркапто-1,4-тіопірону ($H_2П$) або 3-феніл-2,6-димеркапто-1,4-тіопірону ($H_2Ф$) на фоні 0,05 М H_2SO_4 та за наявності як солюбілізатора поліоксипропілену (ОП-10, 1%). Встановлено, що модифікація вихідної матриці відбувається за рахунок фізичної сорбції або електростатичної імммобілізації органічного реагента в залежності від природи полімера. Розроблено оптимальні умови для проведення реакції Pd(II) з твердофазними $H_2Ф$ та $H_2П$ та показано доцільність застосування останнього з метою визначення даного йону у фазі модифікованого сорбента ПЕТФ. Визначено ємність адсорбційного моношару відповідної ІМ за Pd(II) (4,52 · 10^{-3} ммоль/г), та константу адсорбційної рівноваги при (20±2)^{0}С, яка склала 8,8. Запропоновано фотометричне визначення Pd(II) за допомогою розробленої індикаторної системи ПЕТФ–(ОП-10)–$H_2П$. Рівняння градуювального графіку описується рівнянням прямої: $A = 301 \cdot C + 0{,}049$. Величина достовірності аппроксимації (R^2) = 0,995. На формування аналітичного сигналу в ІМ при визначенні Pd(II) не заважає 10-кратний масовий надлишок Pt(IV).

УДК 621.792:629.761.78

А.Н. Сараев, инженер; Ю.В. Штефан, начальник группы
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

НОВЫЕ КЛЕИ В ИЗДЕЛИЯХ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Проблема создания материалов и конструкций, работающих в условиях резких изменений температуры, силовых и вибрационных нагрузок, воздействия вакуума и радиации наиболее актуальна для изделий ракетно-космической техники (РКТ). Поэтому в РКТ широко распространены конструкции из композиционных материалов: сотовые, ферменные, а также разнообразные силовые конструкции.

В процессе сборки сотовых конструкций соты приклеивают к обшивкам преимущественно пленочными эпоксидными клеями, а блоки сотового заполнителя соединяют между собой с помощью пенокомпозиций, которые используются также для создания ребер жесткости и вклеивания деталей крепления. Однако пленочные клеи марок ВК-41 и ВК-36, применяемые для указанной цели, являются клеями высокотемпературного отверждения и имеют повышенный расход (более 0,2 кг/м^2), а известные пенокомпаунды холодного отверждения марок ВКВ-9 и УП-4-258М отличаются относительно высокой плотностью (более 500 кг/м^3).

При изготовлении силовых конструкций: корпусов и сопловых блоков ракетных двигателей, ферменных конструкций и др. в процессе сборки их элементы соединяют между собой, как правило, термостойкими эпоксидными клеями холодного отверждения марок ВК-9 и К-300-61. Обладая удовлетворительной прочностью в широком диапазоне температур, эти клеи имеют высокую жесткость, что при силовых, вибрационных и температурных перегрузках может стать причиной нарушения целостности и даже разрушения конструкции.

Определенную сложность представляет также то, что почти все приведенные выше клеи и их компоненты не имеют отечественного производителя. Таким образом, актуальность разработки новых отечественных клеев аналогичного назначения обусловлена возможностью использования эффективных технологий при изготовлении облегченных сотовых и ферменных конструкций, а также при клеевом креплении силовых элементов конструкции изделий РКТ из угле-, стекло- и органопластиков между собой и с металлическими деталями. Поскольку одной из важных задач является снижение массы конструкций и энергоемкости клеевой сборки изделий РКТ, для ее решения были разработаны отечественные эпоксидные клеи холодного отверждения марок Эпофлекс-04, Аэропласт-400М и Эпотерм-03т, которые по технологичности и комплексу физико-механических характеристик превосходят, соответственно, пленочный клей ВК-41, пеноклей ВКВ-9 и конструкционный клей ВК-9.

Разработанные клеи прошли экспериментальную отработку на модельных образцах, введены в конструкторскую документацию на изготовление ряда изделий разработки ГП «КБ «Южное» и использованы при изготовлении панелей солнечных батарей и тепловых экранов для космических аппаратов «Egyptsat» и МС-2-8 (клеи Эпофлекс-04 и Аэропласт-400М), теплоизоляции трехслойной конструкции для головного обтекателя ракет-носителей «Зенит-2SLБ» и «Циклон-4» и при сборке углепластиковой фермы для космического аппарата «Лыбидь» (клей Эпотерм-03т).

УДК 669.017:621.78

К.В. Семенов, инженер-конструктор 3к; В.Г. Ткалич, ведущий специалист
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: ksemenov86@gmail.com

ВЫБОР МАТЕРИАЛА И КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИИ В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ МОРСКОГО ТУМАНА

Коррозия – это разрушение металла вследствие химического или электрохимического взаимодействия его с внешней коррозионной средой. Потери от коррозии составляют 12% от годовой выплавки металлов. Коррозионное разрушение металла вызывает нарушение нормального хода технологического процесса.

Эксплуатация системы термостатирования (СТ) предполагается на побережье Атлантического океана – Бразилия, пусковой центр Алкантара. На побережье не исключено выпадение осадков и туман.

В условиях работы морского тумана агрессивной коррозионной средой является раствор солей взвешенные или растворенные газы. Характер и скорость коррозии в данной среде определяется совокупностью химических и физических факторов (общая соленость, pH, концентрация газов, атмосферное давление и скорость движения воздуха).

Для максимального замедления процессов коррозии при изготовлении деталей и элементов оборудования не редко используют нержавеющие стали. Но дорогостоящее производство данных материалов, а иногда и весовые характеристики узлов ставят задачи разрабатывать и применять менее коррозионностойкие материалы с комплексом защиты их от коррозии.

Сравнение экономических затрат на производство деталей из нержавеющей стали с менее дорогостоящими материалами с использованием комплекса защиты от коррозии дает существенную оптимизацию затрат путем замены используемых материалов.

В оборудовании СТ – фильтре и адаптере используется нержавеющая сталь в качестве материала для обечайки. Предлагается заменить данную сталь на алюминиевые сплавы. В ценовой шкале рассматриваемые материалы находятся в одном диапазоне, но расход алюминиевого сплава для изготовление обечайки меньше стали в 2,9 раза (расчет произведен из учета удельного веса алюминия и нержавеющей стали).

УДК 621.315.5.92 К339

О.С. Силкін; О.А. Носко, доц. к.т.н. ; В.З. Куцова, проф. д.т.н.
Національна металургійна академія України
E-mail: nosko@ua.fm

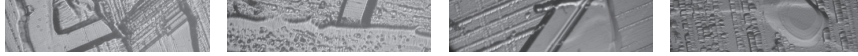
ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ $SI_{0.85}GE_{0.15}$

Багатокомпонентні сплави на основі твердого розчину $Si_{0,85}Ge_{0,15}$ використовують в термоелектричних перетворювачах енергії в області температур від 1000 до 1300^{0}С. Вони мають високі значення коефіцієнту ефективності перетворення теплової енергії в електричну. Одним з найбільш істотних достоїнств сплавів системи Si-Ge є їх здатність працювати у складі термоперетворювачів на повітрі при підвищених температурах ($\geq$ 800^{0}С). Збільшення ефективності перетворення теплової енергії в електричну і, відповідно, збільшення к.к.д. термогенераторів на основі славу Si-Ge можливо завдяки їх багатокомпонентному легуванню та термічній обробці з нагрівом до субкритичних температур.

В даній роботі представлені результати досліджень реальної структури і властивостей сплаву Si-Ge, легованого B та As в кількості від $5*10^{18}$ см$^{-3}$ до $1,8*10^{20}$ см$^{-3}$ після термічної обробки. В якості термічної обробки використаний східчастий відпал, що проводили з врахуванням температурних інтервалів фазових та структурних перетворень в кремнії.

Методи дослідження та апаратура – експериментальне дослідження з використанням оптичного мікроскопу «Neophot-21», лабораторної печі СШОЛ-12,6/12-М3, шліфувально-полірувального станка типу ПШС-2 та типу Metasinex, мікротвердоміра типу ПМТ-3. Хімічний склад сплавів визначали спектральним аналізом на обладнанні ARL-2400.

Проведено мікроструктурний аналіз, аналіз термоелектричних та структурних характеристик розроблених сплавів системи Si-Ge. Показано, що мікроструктура отриманих сплавів відрізняється істотною неоднорідністю, різнозернистістю та дефектністю; в структурі виявленні «свірл-дефекти», двійники, дислокації, лінії здвигу. (рис. 1). Металографічно та за допомогою методів мікротвердості виявлено Х-фазу, яка представляє собою твердий розчин германію на основі «металізованої» модифікації кремнію, ймовірно, з ромбічним типом гратки.



а **б** **в** **г**

Рисунок 1 – Мікроструктура легованих сплавів Si-Ge-B (а, б) та Si-Ge-As (в, г) після термічної обробки

Мікролегування бором приводе до зростання термо-ЕРС приблизно у 4-6 разів, а мікролегування миш'яком – у 2,5-3 рази в порівнянні з вихідним сплавом $Si_{0.85}Ge_{0.15}$.

УДК 621.454

К.Д. Стэнилэ, магистрант, А.А. Чумак магистрант
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: k403@d4.khai.edu

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНОЙ ТРУБЧАСТОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ ПОМОЩИ МКЭ-ПОДДЕРЖКИ

В зарубежных и отечественных конструкциях аэрокосмической техники все чаще применяются трехслойные панели и оболочки из полимерных композиционных материалов (ПКМ) с трубчатым заполнителем (ТЗ). Такие конструкции допускают интегральную технологию сборки (формование) изделия за одну операцию, что обеспечивает их высокую технологичность. Интегральные панели с ТЗ имеют и другие преимущества перед трехслойными конструкциями с сотовыми, в частности – не накапливают влагу в процессе эксплуатации, что обеспечивает их высокий ресурс и надежность. Проведение проектировочных и поверочных расчетов таких панельных или оболочечных трубчатых конструкций как по существующим расчетным схемам, так и при помощи современных средств инженерного анализа, основанных на методе конечных элементов (МКЭ) требуют знания приведенных физико-механических характеристик (ФМХ) ТЗ. Как известно, в большинстве случаев, в зависимости от степени ответственности конструкции, заключение о величинах тех или иных ФМХ производятся только по результатам обработки натурных испытаний, которые являются весьма дорогостоящими.

В докладе обсуждаются результаты определения зависимости ФМХ композитной трубчатой структуры от ее высоты при помощи МКЭ-поддержки. Для этого в программном комплексе МКЭ была проведена серия численных экспериментов по нахождению модулей упругости и сдвига трубчатой структуры различной высоты с последующей аппроксимацией полученных результатов. В силу того, что при натурном эксперименте оценить ФМХ такой системы без НС практически невозможно, то в ходе проведения численного эксперимента было рассмотрено три варианта расчетных моделей:

– изолированный ТЗ с учетом наличия клеевого слоя между трубками;

– трубчатая структура и НС с учетом наличия клеевого слоя между трубками;

– трубчатая структура и НС с учетом наличия клея между всеми конструктивными элементами.

Для этих трех вариантов расчетных моделей трубчатой структуры были построены соответствующие им виртуальные модели образцов различной высоты. При генерации конечно-элементной сетки на этих образцах был использован многослойный оболочечный тип конечного элемента с соответствующим числом слоев и схемой армирования. Клеевой слой при этом был смоделирован одним из слоев для этого типа элемента.

Полученные зависимости позволят упростить проведение проектировочных и поверочных расчетов трубчатых конструкций при помощи современных средств инженерного анализа, основанных на МКЭ.

УДК 539.51

М.М. Татарчук, студентка
Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут»
E-mail: kalendylka@yandex.ru

МЕТАМАТЕРІАЛИ З ВІД'ЄМНИМ ПОКАЗНИКОМ ЗАЛОМЛЕННЯ

З точки зору фізики метаматеріали з від'ємним показником заломлення є антиподами звичайних матеріалів.

На теоретичну можливість існування унікальних матеріалів з від'ємним показником заломлення вказав радянський фізик В.Веселаго майже 40 років тому.

Коефіцієнт заломлення пов'язаний з двома фундаментальними характеристиками речовини: діелектричною проникністю ε і магнітною проникністю μ. Ці характеристики об'єднуються простим співвідношенням: $n^2 = \varepsilon \cdot \mu$. Не дивлячись на те, що даному рівнянню задовольняють як додатні, так і від'ємні значення n, учені довго відмовлялися вірити у фізичний сенс останніх – до тих пір, поки Веселаго не показав, що $n < 0$ в тому випадку, якщо одночасно $\varepsilon < 0$ і $\mu < 0$.

В 2000 році, теоретиком Джоном Пендрі (John Pendry) з Імперського Коледжу Лондона було доказано, що матеріали з від'ємним показником заломлення можуть бути використані для створення досконалих лінз, для яких не існує дифракційна межа розміру світлової плями. А це, у свою чергу, може бути використано в літографії, де для зменшення розмірів елементів напівпровідникових інтегральних схем зараз доводиться переходити на все менші довжини хвиль. Також Джон Пендрі в своїй теоретичній роботі стверджував, що якщо об'єкт помістити всередину спеціально сконструйованої суперлінзи, то для стороннього спостерігача цей об'єкт стане невидимим.

В ході вивчення цієї теорії науковці виявили у деяких суперлінз так звану маскуючу зону. Таким чином об'єкт не треба поміщати всередину лінзи, досить поставити його поряд. Промені світла, відбиті від об'єкту, будуть скриватись променями світла заломленими лінзою. Відбите світло не досягатиме спостерігача, і об'єкт буде для нього невидимий.

На кінець 2008 року нарешті були представлені відразу два матеріали, які володіють негативним показником заломлення для широкого діапазону електромагнітного випромінювання. Зокрема, в цей діапазон потрапляють частоти видимого світла.

Матеріал представляє собою декілька шарів срібла і фториду магнію, що чергуються, в яких виконані отвори нанометрового розміру. З отриманого матеріалу учені виготовили призму, для демонстрації оптичних ефектів.

Учені впритул наблизилися до створення матеріалів майбутнього, які зазвичай фігурували лише в творах фантастів. Можливо в найближчому майбутньому ми станемо свідками таких унікальних явищ, як невидимість, а плащ-невидимка стане для нас звичайним, підтвердженим з наукової точки зору, предметом.

УДК 628.9.04 (045)

Л.Ю. Трунова, студентка 441 группы. Л.В. Литовченко, к. т. н., доцент
Национальный Аэрокосмический Университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: trunovachkaaa@mail.ru

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ LED-ПЛОСКОСТНОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА

Светодиоды находят применение практически во всех областях светотехники. Выгодно применять их там, где дорого обходится частое обслуживание, где необходимо жестко экономить электроэнергию и где высоки требования по электробезопасности.

В светодиодах электрический ток преобразуется непосредственно в световое излучение, при должном теплоотводе светодиоды мало нагреваются, излучают в узкой части спектра, их цвет чист, а УФ- и ИК- излучения, как правило, отсутствуют. Светодиоды механически прочны и исключительно надежны, наконец, светодиод – низковольтный электроприбор, а стало быть, безопасный. В целом необходимо отметить, что светодиоды обладают высокой световой отдачей, большой экономией энергии, минимальной стоимостью технического обслуживания, длительным сроком службы, повышенной надежностью и механической прочностью, а также высоким качеством света.

Работа светодиодов заключается в том, что свечение возникает при рекомбинации электронов и дырок в области p-n-перехода. Поэтому, прежде всего нужно сформировать p-n-переход, то есть контакт двух полупроводников с разными типами проводимости. Для этого приконтактные слои полупроводникового кристалла легируют разными примесями: по одну сторону акцепторными, по другую – донорскими. Во-вторых, вероятность излучения при рекомбинации электронно-дырочных пар должна быть высокой, для чего полупроводниковый кристалл должен содержать мало дефектов, из-за которых рекомбинация происходит без излучения. Реально, чтобы соблюсти оба условия, одного p-n-перехода в кристалле оказывается недостаточно, и приходится изготавливать многослойные полупроводниковые структуры, так называемые гетероструктуры.

В данной работе проведен анализ технологий изготовления светодиодов, определены области их применения. Проанализирована возможность создания плоскостных источников света на твердых и гибких подложках. В работе, также рассмотрен ряд технических и экономических вопросов, решающихся путем внедрения плоскостных светодиодных модулей в систему освещения. Рассмотрены схемы современного оборудования, с помощью которых можно уменьшить влияние условий теплоотвода на светотехнические характеристики светодиодного прибора.

В результате анализа проблем изготовления LED, выяснилось, что необходима более эффективная теплоотводящая система излучающего p-n перехода. При дальнейшей разработке плоскостного источника света на основе LED, должны учитываться как вышеперечисленные, так и другие факторы, которые существенно усложняют реализацию задуманного.

УДК 621.762.669.715-138

М.В. Федорова, студентка; А.Ф. Леднянский, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: marina1990-09@list.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГОРЯЧЕДЕФОРМИРОВАННЫХ ПРУТКОВ ИЗ ВОДОРАСПЫЛЕННЫХ ПОРОШКОВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК-6

Украина – одна из немногих стран мира, обладающих аэрокосмическим машиностроением. Конкурентоспособность новых украинских изделий существенным образом зависит от возможности использования в них современных материалов, в том числе высокопрочных алюминиевых сплавов, трубы и профили из которых широко используются в аэрокосмической технике как элементы силового каркаса и трубопроводов.

Создание собственной металлургии алюминия требует либо значительных материальных вложений в раскрытие технологических ноу-хау, накопленных ведущими фирмами мира начиная с конца девятнадцатого века, либо движением в принципиально ином направлении, одним из которых является технология получения горячедеформированных заготовок из водораспыленных порошков алюминиевых сплавов.

В работе приведено исследование макро- и микроструктуры экспериментальных прутков диаметром 11мм, полученных путем экструзии порошковых заготовок из водораспыленных порошков сплава АК-6. Механические свойства сплава после закалки и старения при 165°С 6 часов составили: $\sigma_в$=430Мпа, $\sigma_{0,2}$=370Мпа, δ=10%.

Продольные и поперечные шлифы исследовали в нетравленном состоянии и после электролитического травления в реактиве $HClO_4$ на металлографическом микроскопе МИМ-8 и микротвердомере ПМТ-3.

Установлено отсутствие макро- и микроликвации по сечению и длине прутка. Структура металла плотная, без трещин и расслоений. Микроструктура состоит из зерен α-твердого раствора, размером 3-5 мкм, дисперсных выделений до 0,5 мкм и отдельных пор.

Составление результатов испытаний механических свойств материала и металлографических исследований позволяет сделать следующие выводы: технология получения полуфабрикатов из водораспыленных порошков высокопрочных алюминиевых сплавов является перспективным направлением в создании украинской металлургии алюминия.

УДК 620.1:66.017:669.14

Е.А. Черноиваненко, аспирант; С.И. Губенко, д.т.н., профессор
Национальная металлургическая академия Украины
E-mail: ekmovchan@yandex.ru

ТРЕХФАЗНЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ В СТАЛИ Р18

На примере системы Fe-W-C показана возможность прохождения трехфазных реакций при изменении концентрации углерода в изотермических условиях возможны при условии, что на изотермическом сечении диаграммы состояния Fe-W-C присутствует трехфазная область, ограниченная конодным треугольником.

Исследования проводили на образцах стали Р18, предварительно отожженных по стандартному режиму. Используя тройную диаграмму состояния Fe-W-C при 1010°С, рассмотрены последовательности фазовых превращений при диффузионном изменении состава. Для стали Р18 при обезуглероживании возможно последовательное протекание перитектоидоподобных реакций $\gamma+M_6C\rightarrow\alpha$ и $\alpha+M_6C\rightarrow Fe_2W$. Протекание этих превращений возможно по двум механизмам. Первый механизм заключается в полной изоляции карбида оболочкой продукта реакции. По второму механизму сохраняется контакт между всеми тремя фазами. Последовательное протекание обеих реакций подтверждается при изучении структуры стали после обезуглероживания при температуре 1010°С в вакуумной печи в среде влажного водорода в течение 10 часов, а также изучения дифрактограммы осадка, выделенного из поверхностного слоя образцов. На дифрактограмме отмечены линии, принадлежащие интерметаллиду Fe_2W, что свидетельствует о протекании обеих стадий перитектоидоподобных превращений, поскольку они происходят не при изменении температуры, а при диффузионном изменении состава.

Установленый ряд перитектоиднодобных превращений, происходящих при обезуглероживании, с перераспределением легирующего элемента – W между фазами раскрывает перспективы управления процессом структурообразования в быстрорежущей стали при комплексной химико-термической обработке.

УДК 629.735.33.002.3:620.22-419
О.В. Ямпольская, студент; М.А. Шевцова, к. т. н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: yampolskayaolga@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВОГО ДЕЙСТВИЯ В ПРОЦЕССЕ ФОРМОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Существует много факторов, создающих дефекты внутри конструкций из КМ. Эти факторы обычно связывают с неправильным расчётом коэффициента объёмного содержания. Но, не учитывают параметры течения смолы, пористость усилителя напряжений при расчёте давления формования. Таким образом, погрешности в расчёте давления приводят к снижению прочности, жёсткости и несущей способности конструкции.

Для их исследования проведены эксперименты с образцами, показывающие наличие различных дефектов, связанных с неправильным выбором давления формования. С помощью образцов-свидетелей можно оценить качество процесса и изделия. Были использованы плоские образцы и проведены испытания на растяжение и сжатие. Основными исходными данными для расчёта в конструкции при испытании образцов является модуль упругости и область прочности материала в различных направлениях.

В данной работе были рассмотрены образцы под микроскопом, что дало возможность сделать следующие выводы: поры в связующем свидетельствуют о неправильности его приготовления или нанесении на поверхность изделия, а также о неполной пропитке связующим ткани. Поры воздуха попадают в смолу при её перемешивании с инициаторами, красителями, отвердителями и т.д. Когда такую смолу наносят на волокнистый материал, воздушные включения оказываются в материале конструкции. Трещины в образце также присутствуют, что было видно под микроскопом. Чаще всего они расположены в связующем между отдельными слоями армирующего материала. Имеют незначительное расслоение (несколько микрон), но большую протяжённость. Возникают в местах с большим количеством связующего. Появление микротрещин связанно с напряжением при усадке связующего в процессе его полимеризации. В процессе охлаждения изделия в результате разных коэффициентов температурного расширения волокон и смолы возникает концетрация напряжений, что и приводит к появлению трещин в связующем. Поэтому для предотвращения трещеобразования необходимо строго придерживаться толщины слоя смолы на ткани и не допускать ускорения реакции отверждения. Показан расчёт давления формования с учётом текучести смолы, пористости усилителей напряжений в зависимости от действия давления.

17
Транспортно-космические системы: проектирование, конструирование и надежность

Координаторы:
Перлик Виктор Иванович,
главный научный сотрудник ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля», доктор технических наук, профессор
Пошивалов Владимир Павлович,
ведущий научный сотрудник Института технической механики НАНУ и НКАУ, доктор технических наук, профессор

УДК 629.78

В.А. Безуглый, ведущий инженер; С.Г. Бондаренко, к.т.н., доцент;
П.Г. Хорольский, к.т.н., с.н.с.; Л.Г. Дубовик, с.н.с.
НИИ энергетики Днепропетровского национального университета
им. Олеся Гончара
E-mail:vbez@i.ua

КОНЦЕПЦИЯ СБОРЩИКА КРУПНОГАБАРИТНОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Техногенное загрязнение околоземного космического пространства представляет собой значительную проблему, которая в будущем может помешать ведению человечеством космической деятельности.

По состоянию на 5 января 2011 года на околоземных орбитах находилось 15899 каталогизированных объектов. Большинство из них – космический мусор (КМ).

По габаритам КМ условно разделяют на мелкий (менее 10 см) и крупногабаритный (от 10 см и более).

К крупногабаритному КМ относятся космические аппараты (КА), разгонные блоки (РБ), последние ступени ракет-носителей (РН), а также их крупные обломки. Опасность крупногабаритного КМ состоит как в угрозе столкновения с действующими объектами, так и в возможности его фрагментации с образованием большого количества труднообнаруживаемых обломков. Поэтому существует необходимость его удаления. В частности с низких околоземных орбит.

Для этого предлагается использовать сборщик крупногабаритного космического мусора (СККМ), выводимый на орбиту РН «Зенит-2». При его использовании реализуется удаление крупногабаритного КМ с круговых орбит высотой от 500 до 1200 км путём сведения в плотные слои земной атмосферы с выпадением несгоревших обломком в акватории Тихого океана.

Удаление КМ происходит по следующей схеме. Вначале СККМ выводится на опорную орбиту РН «Зенит-2». Собственными средствами СККМ переходит на орбиту удаляемого КМ. После сближения с ним от основного блока (ОБ) СККМ отделяется маневрирующий микроспутник (ММС), который захватывает КМ, гасит его угловую скорость и вместе с ним стыкуется с ОБ. После этого связка СККМ+КМ переводится на траекторию свода в атмосферу. Производится отстрел КМ. СККМ переводится на орбиту нового КМ. В конце срока активного существования СККМ в связке с КМ сводится в плотные слои земной атмосферы.

Масса заправленного СККМ составляет 11700 кг. Масса заправленного ММС – 130 кг. В качестве маршевой двигательной установки (МДУ) СККМ используется ракетный двигатель на пастообразном топливе многократного включения с глубоким регулированием уровня тяги. Управление ориентацией и стабилизация СККМ при выключеной МДУ обеспечивается двигателями причаливания и ориентации (ДПО), работающие на АТ+НДМГ. При работающей МДУ – ДПО и качанием сопла. Захват КМ производится через установочный шпангоут КА или сопло РБ с помощью робототехнических устройств ММС. Для маневрирования и угловой стабилизации ММС используются двигатели маневрирования и ориентации (ДМО), работающие на АТ+НДМГ.

С круговых орбит высотой 500 км один СККМ может удалить 14 объектов, с круговых орбит высотой 1200 км – 6 объектов – при средней массе объекта – 1 т.

УДК 621.642

С.С. Василів, студент; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: gl_konstruktor@mail.ru

АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА

Для запуску космічних апаратів на сьогоднішній день існує багато космічних транспортних систем. Ця обставина обумовлює конкуренцію на світовому ринку пускових послуг.

Українські ракети-носії мають багато переваг перед світовими аналогами, однак для повної концентрації виробництва і сфери обслуговування Україні не вистачає деяких спеціалізованих галузей господарства і досвіду для їх освоєння.

Найважливішою проблемою є відсутність космодромів і полів падіння відстикованих в польоті частин ракети-носія, тому актуальними на сьогоднішній день є розробки авіа-космічних транспортних систем.

В даній роботі проведено аналіз напрацювань українських піприємств і науково-дослідних інститутів, що дає підгрунтя для проектування авіа-космічної системи. За основу були взяті кращі зразки вітчизняної техніки. Проведені розрахунки і параметри носія були вибрані з огляду на тенденції модернізації космічних апаратів – мінімізацію маси і габаритів електронних систем, підвищення вимог до атмосфери під обтікачем, підвищення вимог до акустичної і віброізоляції в процесі виведення. Даний підхід дозволяє раціонально використати існуючий досвід окремих підприємств і в найкоротший термін виготовити та випробувати запропоновану систему. Окрім того, фінансування на це буде відносно меншим, оскільки використовуються готові елементи.

Для вирішення проблем з полями падіння відстикованих частин приводяться результати аналізу можливих орбіт виведення при старті з різних точок Землі, в тому числі з території України.

УДК: 629.7.08

В.А. Демченко[1], студент; Э.Г. Гладкий[2], начальник сектора.
[1] Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2]Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
им. М.К. Янгеля»
E-mail: adikdp@ukr.net

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ ВО ВРЕМЯ ПРЕДСТАРТОВОЙ ПОДГОТОВКИ

Ракета-носитель представляет собой сложную, крупногабаритную конструкцию, содержащую большие объемы огне- и взрывоопасных компонентов топлива и газов высокого давления. Все это представляет угрозу для персонала, обслуживающего ракету-носитель, окружающей среды и наземных объектов.

Обеспечение безопасности персонала и оборудования при проведении работ по подготовке к пуску в монтажно-испытательном и на стартовом комплексах предполагает формулировку требований по безопасности как к порядку проведения работ, так и к конструкции ракеты-носителя и наземного технологического оборудования.

В работе анализируются требования безопасности, относящиеся к конструкции и эксплуатации ракеты-носителя. Обеспечение безопасности РН при эксплуатации в монтажно-испытательном и на стартовом комплексах включает рассмотрение следующих вопросов:

Назначение требований к проектированию систем, в которых определены физическое устройство, действующие нагрузки, порядок функционирования на различных этапах жизненного цикла систем и элементов.

Выбор материалов, применяемых для изготовления элементов и изолирующих покрытий.

Обеспечение прочности, жесткости и усталостной долговечности элементов. Оценка соответствия показателей прочности, безотказности и ресурсных характеристик, заданным требованиям.

Определение порядка проведения квалификационных испытаний.

Установление требований к программам проверки качества систем и элементов при изготовлении, сборке и монтаже, в которых должны быть определены методы контроля, критерии принятия и отбраковки, порядок проведения приемо-сдаточных испытаний. Обеспечение чистоты систем и предотвращение их загрязнения при изготовлении, сборке и эксплуатации. Анализ возможных опасностей и оценка их критичности.

На основании проведенного анализа осуществляется доработка элементов, систем, порядка функционирования, и разработка конструкторских, технологических и эксплуатационных решения по предотвращению опасности или парированию их последствий.

УДК: 629.7.08

В.А. Демченко[1], студент; Э.Г. Гладкий[2], начальник сектора.
[1] Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2] Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: adikdp@ukr.net

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО СОСТАВЛЯЮЩИМ В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНОЙ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ

При создании современных РКН широкое распространение нашел блочный принцип построения, основанный на заимствовании уже имеющихся компонент. Так могут использоваться заимствованные двигатели, составляющие части ступеней (например, ПГС), ступени целиком, связки ступеней (РН). При этом разработчики могут находиться в различных государствах. Такой подход позволяет сократить время на создание отдельных компонентов и РКН в целом, а также значительно удешевить всю разработку. По такому принципу построены РКН «Зенит-3SL(Б)» – заимствуются РН «Зенит-2» (две ступени) и РБ ДМ, БПГ (США); «Зенит-3Ф» – заимствуются РН «Зенит-2» (две ступени) и РБ «Фрегат"; РКН «Циклон-4». У американских разработчиков: «Таурус-II», ARES.

Для ракет-носителей, построенных по такому блочному принципу, полномасштабная отработка чаще всего не проводится, а ограничиваются одним-двумя демонстрационными пусками, после которых непосредственно переходят к этапу эксплуатации. Таким образом, оценку и подтверждение надежности таких РКН приходится вести с использованием дополнительной информации по компонентам РКН. Для решения указанной задачи широкое распространение нашел байесовский подход, позволяющий объединить доопытную информацию и результаты эксперимента (эксплуатации).

При определении надежности РКН при блочном построении на практике возможны две ситуации:

– для всех компонентов имеются данные о надежности в виде P_i и $_{Pi}$;

– для отдельных компонент РКН данные о надежности ограничиваются только точечной оценкой показателя безотказности P_i без указания точности, с которой получена указанная оценка.

Целью данной роботы является проведение анализа каждого из указанных выше подходов. Для этого рассматривается решение указанной задачи на примере 3-х ступенчатой ракеты космического назначения.

УДК 623.735.004.12:358.4

А.Г. Дмитрієв, ад'юнкт; О.Б. Леонтьєв, д.т.н., професор
Харківський университет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба
E-mail: dmitr-81@mail.ru

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОЕКТУЄМИХ І МОДЕРНІЗУЄМИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ІЗ СПЕЦІАЛЬНИМ ОБЛАДНАННЯМ

Аналіз існуючих методик щодо оцінювання показників якості авіаційного комплексу зі спеціальним обладнанням показав, що існуючі моделі недостатньо в повному обсязі враховують особливості функціонування авіаційних комплексів за призначенням. Необхідність раціонального вибору типу математичної моделі для визначення узагальненого показника якості авіаційного комплексу в науково-методичному апараті формування технічного обрису зразка авіаційної техніки, зумовило проведення системних досліджень на етапах проектування або модернізації літальних апаратів із спеціальним обладнанням. Узагальнений показник якості авіаційного комплексу із спеціальним обладнанням визначався залежно від міри його пристосованості до виконання покладених на нього завдань, в різних умовах застосування. Розроблена процедура побудови математичної моделі для оцінки узагальненого показника якості авіаційного комплексу із спеціальним обладнанням, заснована на ієрархічному представленні властивостей основних елементів літального апарату: планера, силової установки, бортового прицільно-навігаційного обладнання і спеціальних засобів. У основу процедури покладено застосування математичних методів факторного аналізу. Вигляд моделі визначався за ітераційною процедурою шляхом вибору форми математичної залежності евристичними методами.

Розроблено модель оцінки узагальненого показника якості авіаційного комплексу із спеціальним обладнанням, яка дозволяє розширити обсяг факторного простору математичних моделей залежності показника якості від технічних характеристик літального апарату з врахуванням обмежень вихідних даних. Адекватність розробленої моделі доведена шляхом порівняння отриманих результатів з оцінками узагальнених показників якості реалізованих в практиці зразків авіаційної техніки.

Побудовані математичні моделі дозволяють без втрати точності оцінювання, оцінювати узагальнені показники якості літальних апаратів із спеціальним обладнанням з урахуванням більшої кількості тактико-технічних характеристик, що особливо важливо для визначення доцільності модернізації парків авіаційної техніки.

УДК 629.76

Д.Е. Жаденов, инженер-конструктор III категории;
Ю.Д. Бурлака, начальник сектора;
В.Е. Дьяченко, начальник сектора
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ АДАПТЕРОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА РАКЕТЕ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ «ЦИКЛОН-4»

Выведение космического аппарата (КА) массой 1000-1500 кг на переходную к геостационарной орбиту (ПГСО) актуально и востребовано в наши дни. Используемые на данный момент ракеты космического назначения (РКН) «Зенит 3SL» и «Зенит 3SLБ» обладают энергетикой, которая в 2÷4 раза превосходит требуемую, вследствие чего выведение одиночного КА такой массы с их помощью нецелесообразно. С максимальным приближением к энергетическим возможностям это может быть обеспечено перспективной РКН «Циклон-4», разрабатываемой в ГП КБ «Южное», которая способна доставить на ПГСО полезный груз массой до 1600 кг.

В состав полезного груза входят КА и адаптер, который является связующим звеном между КА и переходником головного блока ракеты-носителя. Рациональный выбор конструкции адаптера в конечном счете ведет к увеличению массы выводимого КА.

С целью определения оптимального варианта конструкции адаптера был проведен обзор наиболее распространенных зарубежных аналогов, после чего было предложено и рассмотрено несколько конструктивных исполнений адаптеров для РКН «Циклон-4» – клепаный, ферменный – с различными диаметрами, конструкциями мембран и системами крепления и отделения КА.

Было проведено сравнение по критериям технологичности изготовления конструкции, удобства использования и минимума массы. Отмечено, что адаптер ферменной конструкции по весовым характеристикам уступает клепаному адаптеру – в частности, из-за изменения конструкции изолирующей мембраны.

УДК 621.454

В.В. Зелик, студент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: k403@d4.khai.edu

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАКЕТНЫХ КОРПУСОВ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С СОТОВЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Сэндвичевые конструкции с сотовым заполнителем (СЗ) нашли широкое применение в ракетно-космической технике, начиная с 60-х годов прошлого века. Зарубежный и отечественный опыт создания таких конструкций свидетельствует об эффективности использования в них полимерных композиционных материалов (ПКМ) как по массе, так и по другим специальным характеристикам (теплостойкость, радиопрозрачность и др.).

Как известно, аналитические методы определения несущей способности конструкций являются точными с математической точки зрения только в рамках принятых допущений и гипотез. Также в аналитических моделях не могут быть рассмотрены в достаточной степени некоторые важные для практики схемы нагружения данных типов конструкций. Отказ от аналитического определения несущей способности в пользу программных комплексов метода конечных элементов (МКЭ) позволяет исключить ряд погрешностей, присущих аналитическим моделям, и одновременно сориентироваться на современные тенденции усиления в аэрокосмической отрасли информационных компьютерных технологий (ИКТ).

Доклада посвящен решению задачи оптимизации основных конструктивных параметров головного обтекателя (ГО) ракеты-носителя «Циклон-4» путем минимизации толщины несущих обшивок и высоты СЗ в программном комплексе МКЭ.

ГО нагружался заданными расчетными нагрузками, действующими на него при выводе полезного груза массой 1600кг на солнечно-синхронную орбиту. Были рассмотрены следующие расчётные случаи: максимум аэродинамических коэффициентов, максимум сил лобового сопротивления, зона максимума скоростного напора, максимум осевой перегрузки при полёте 1-й ступени, выход маршевого двигателя на режим. В качестве ограничений при оптимизации выступили

В результате проведенных исследований разработан комплексный синтезирующий подход к оптимизации по массе многоотсековых систем, включающий в себя существенно усовершенствованные составляющие фрагментов известных аналогов, а также новые фрагменты, ранее не учитываемые.

Реализация предложенной методики оптимизации при проектировании конкретного реального изделия – головного обтекателя РН «Циклон – 4» выявила ее эффективность, выразившуюся в значительном абсолютном снижении массы оптимального изделия по сравнению с исходным его вариантом.

УДК 623.756-519.001

Д.С. Калиниченко, техник; В.Е. Тарасов, ведущий специалист
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ВЫБОР КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ БПЛА, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ МОНИТОРИНГА НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

Эксплуатация летательных аппаратов (ЛА) без присутствия пилота значительно упрощает процесс проектирования и конструкцию летательного аппарата. Основные сферы применения таких аппаратов в Украине это: наблюдение за лесными массивами в пожароопасный период, мониторинг газо- и нефтепроводов проводов, наблюдение за эрозией грунтов и береговых линий, контроль за линиями электропередач вовремя обледенений или разрывов сигналов, съемки карт местности, а также развлекательных программ.

Выбор конструктивной схемы зависит от условий эксплуатации. Условие эксплуатации выбираются из характеристик многоканальных головок, которые используются для мониторинга. На данном этапе развития камеры способны обеспечивать необходимое качество изображений при полетах на скоростях до 800 км/ч и высотах полета до 7000 м. Отсюда и тип ЛА – дозвуковой.

Начнем выбор с аэродинамической схемы ЛА. Существуют такие схемы: обычная (для дозвуковых ЛА), бесхвостка (для скоростных ЛА), поворотное крыло (для маневренных ЛА) и утка (для ЛА разных типов). Выберем более подходящую схему – обычная. При этом вынесем рули из возмущенного потока, сделав оперение V-образным под 30 градусов. Крылья расположим посередине фюзеляжа для симметричного обтекания и для расположения в нижней части фюзеляжа опор для приземления так чтобы центр давлений и центр масс находились в области крыла. Выбор формы крыла в плане также существенно влияет на характеристики ЛА в целом. Используются такие формы крыльев в плане: прямоугольная, трапециевидная (используют на некоторых сверхзвуковых ЛА), стреловидная (используется на звуковых и сверх звуковых ЛА) и треугольная (звуковые и сверх звуковые). Выберем треугольную форму как самую подходящую. Профиль крыла выберем как для дозвуковых полетов несимметричный с затупленной кромкой.

Одной из наиболее важных вопросов в проектирование силовой установки – это размещение воздухозаборников. При выполнение ЛА на базе дозвукового турбореактивного двигателя поток на входе может обеспечится без дополнительного сжатия и замедления набегающего потока. То есть двигатель расположим на хвостовой части ЛА, а воздухозаборник будет включен в конструкцию двигателя. Полученная модель ЛА при выбранной компоновочной схеме приведена ниже.

УДК 621.454

А.А. Кичка, студент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: k403@d4.khai.edu

МИНИМИЗАЦИЯ МАССЫ КОМПОЗИТНОГО ГОЛОВНОГО ОБТЕКАТЕЛЯ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ С СОТОВЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Современные стандарты аэрокосмической отрасли предъявляют высокие требования к снижению массы конструкций ракетно-космической техники. Эта проблема находит свое решение все более широким применением композиционных материалов (КМ), обладающих большими потенциальными возможностями снижения массы конструкции за счет высоких удельной прочности и жесткости композитов. Однако эти характеристики вследствие анизотропии КМ различны в разных направлениях приложения силовых воздействий, что требует конструирования самой структуры материала.

В докладе освещаются результаты минимизации массы корпуса композитного головного обтекателя (ГО), который включает в себя наконечник, выполненный из жаропрочного стеклопластика, две подкрепленных шпангоутами конические и цилиндрическую секции. Каждая из секций состоит из трехслойного пакета с симметрично расположенными относительно срединной поверхности несущими слоями (НС), изготовленными из углепластика и полимерного СЗ.

Входными параметрами при минимизации массы ГО являются:

– физико-механические характеристики материала НС и СЗ;

– геометрические характеристики ГО;

– нормированные нагрузки, действующие на ГО при различных случаях нагружения.

В процессе оптимизации по массе ГО установлено, для различных полученных высот СЗ рациональная схема армирования НС стремится с квазиизотропной структуре, что подтверждается существующими приближенными аналитическими решениями аналогичных задач для узкого спектра внешних воздействий.

В результате исследований было достигнуто снижение массы ГО обтекателя на 14,3%, или 39,6кг.

Эффективность такой минимизации массы можно оценить также в стоимости вывода на орбиту одного килограмма полезного груза, которая сегодня составляет около 25 тыс. долларов США.

Проведенный большой объем комплексных исследований позволил существенно упростить методику оптимизации по массе головного обтекателя ракеты-носителя «Циклон-4» – разработки ГКБ «Южное», используемой в рамках международной космической программы.

УДК 629.762

Т.М. Лавріненко, студентка; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: tanusha.lav@gmail.com

ОЦІНКА ТА ПОРІВНЯННЯ РІЗНИХ ВАРІАНТІВ АДАПТЕРІВ

Задача вибору раціональної компоновочної схеми верхнього ступеню РН, відповідно до всіх вимог, є компромісною. У зв'язку з цим зацікавлює аналіз ряду схем з точки зору ступеню задоволення ними різних критеріїв, і, в першу чергу, критерію мінімальної маси конструкції.

З метою спрощення аналізу загальну комплексну задачу вибору компоновки РН можна умовно розділити на декілька відносно простих задач. На ряду з ними стоїть задача вибору оптимального варіанту конструкції адаптера, яка б задовольняла умовам міцності, технологічності, мінімальної маси та забезпечувала виконання заданих функцій з найбільшою ефективністю. Із зазначеного вище постає проблема зменшення маси адаптера.

Варто відмітити, що всі ці вимоги не мають уособленого характеру, вони взаємодіють одна з одною, отже розробка конструкції має комплексний характер, а тому, вирішуючи конструктивні задачі, паралельно вирішуються технологічні і експлуатаційні.

В даній роботі розглянуто три різних варіанти адаптерів, а саме: стрижнева ферменна конструкція, суцільно пластинчата і пластинчата з вирізами. Вирішено оптимізаційну задачу шляхом перебору різноманітних варіантів підкріплюючих елементів, матеріалу, товщини оболонки і стрижнів з використанням програм перевірки на міцність і стійкість. Також використовувались наближені підходи, які привели до зменшення початкових параметрів, а отже і маси конструкції.

Таблиця результатів розрахунків адаптера РН з параметрами H=600 мм., $G_{К.В.}$=30 т (в якості прикладу) приведена нижче.

Варіант конструкції адаптера	Маса конструкції, кг
Стрижнева ферменна конструкція	65
Суцільно-пластинчата	55
Пластинчата з вирізами	53

На основі проведених розрахунків можна зробити висновок, що кращим варіантом на даний час є пластинчата конструкція адаптера з вирізами.

Необхідно зауважити, що всі розглянуті конструкції адаптера працюють на стійкість. Однак можливі варіанти, в яких силові елементи конструкції працюють на розтягнення. Одним із таких варіантів є стрижні та елементи змінної форми, що працюють під дією внутрішнього тиску. Запропоновані варіанти таких адаптерів на разі досліджуються.

УДК 629.7028

И.В. Лебеденко, инженер-конструктор 2к;
В.П. Олейник, к.т.н., вед. научный сотрудник; Е.А. Болдовская, инж.- констр 2к.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: ira-lebedenko @ rambler.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЛАГООТДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ РКН

В настоящее время возрастает роль систем термостатирования (СТ) в обеспечении предстартовой подготовки ракет-носителей космических аппаратов (КА). Особые требования предъявляют производители КА к качеству термостатирующего воздуха по точности поддержания температурно-влажностных характеристик и чистоте на всех этапах подготовки к запуску РКН.

Целью данной работы являлся выбор оптимальной влагоотделительной системы СТ для обеспечения заданных технических характеристик.

Оптимальное влагоотделение помимо обеспечения заданной точки росы должно обеспечивать требуемую точность, надежность, удобство обслуживания, иметь минимальные последствия критичных отказов и обладать допустимой стоимостью и энергопотреблением. Кроме того, необходимо учитывать, что системы термостатирования должны допускать кратковременное функционирование в течение 15-20 лет эксплуатации.

Сжатый воздух можно осушать разными способами: конденсацией – путем изменения давления, объема или температуры, создавая условия, при которых в результате охлаждения температура точки росы опускается ниже требуемого уровня и на этой стадии производится удаление конденсата; сорбции – осушение конденсата путем извлечения выпариваемой влаги; диффузии – это способ осушения, при котором разделение происходит на молекулярном уровне. Принцип основывается на различиях в размере молекул газа, составляющих воздух и молекул воды. Таким образом, осушители сжатого воздуха, работают по принципам:

– конденсации охлаждением (рефрижераторные);
– мембранной диффузии;
– адсорбции (с разными типами регенерации).

Наиболее часто применяются методы осушения воздуха при помощи адсорбции и конденсации охлаждением. Детальное рассмотрение различных влагоотделителей по указанным критериям позволяет сделать вывод, что – осушение путем конденсации охлаждением с использованием дополнительного дросселя после отделителя, наиболее предпочтительный способ осушения сжатого воздуха.

Рассмотренные принципы легли в основу разработки пневмогидравлической схемы для транспортной системы термостатирования.

УДК 629.7

Д.С. Мацюк, инженер;
ГП КБ «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: si4ovyk@inbox.ru

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

В результате холодной войны США и СССР было создано множество боевых ракетных комплексов. На их базе создано множество семейств ракет-носителей для выведения спутников на околоземные орбиты. В основу этих РН заложен огромный потенциал. РН имеют большой конструкторский и энергетический запас.

В основном не проводилось никаких конструктивных доработок, а производилась замена боевой головной части на космическую ступень.

На данный момент в странах бывшего СССР почти не создается новых ракет-носителей, а модернизируются старые, разработанные в прошлом для военных целей. Существуют разные направления модернизации и повышения энергетических характеристик:

– изменение формы обтекателя головного блока;

– использование твердотопливных и жидкостных ускорителей;

– форсирование двигателей различных ступеней;

– замена элементной базы (системы управления новой разработки, внедрение цифровых технологий).

Изменение формы обтекателя и замена элементной базы требует значительных затрат на разработку и испытания. Использование ускорителей требует значительных доработок конструкции. При форсировании возникают следующие проблемы:

– кавитация;

– недостаточный наддув баков;

– прочность;

– работоспособность форсированного двигателя.

Было рассмотрено форсирование маршевого двигателя 1-й ступени новой РКН «Циклон-4» с целью повышения энергетических характеристик РН. Рассмотрены проблемы, возникающие при этом, проанализированы варианты решения данных проблем.

УДК 629.7

А.С. Негода, студентка; А.К. Линник, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім.Олеся Гончара
E-mail: alinanegoda@ukr.net

КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ В КОНСТРУКЦІЇ БАКУ ОКИСНИКА ПЕРШОГО СТУПЕНЯ РІДИННОЇ РАКЕТИ-НОСІЯ

Композиційні матеріали вже досить давно використовуються в ракетній техніці і авіації. Їх суттєвою перевагою перед стандартними металічними матеріалами є їх досить низька відносна вага, при досить високих фізичних характеристиках матеріалу. Але область їх використання не поширювалась далі, ніж у конструкціях сухих негерметичних відсіках. І вирішальним фактором в цьому стало те, серед значної кількості переваг композиційних матеріалів є досить суттєвий недолік в порівнянні з металами: композити не герметичні, а у рідинній ракеті-носії одним з найважливіших є саме показник герметичності конструкції.

Було розглянуто три принципових схеми розрахунку оболонки баку з композиційного матеріалу. Для забезпечення герметичності використаємо металеву підложку товщиною 0,5 мм. Матеріал підложки 03Х13Н8Д2ТМ (ЭП 699).

Першим кроком, і першою схемою відповідно, був розрахунок даної конструкції на внутрішній тиск надуву. Отримані результати були перевірені на стійкість під дією осьової стискаючої сили. Так як стійкість при отриманих значеннях параметрів не забезпечувалась, перейшли до розрахунку наступної схеми.

Другим кроком, а відповідно і другою схемою, був проектний розрахунок заданої оболонки під дією стискаючої осьової сили $T_{екв}$. Отримані результати задовольняли всі критерії міцності та стійкості, але були недоцільними з точки зору масових характеристик, через наближеність до маси металевої конструкції.

Наступним кроком було розглянуто схему, в основі якої була оболонка, отримана на першому кроці й доопрацьована в плані стійкості. Для забезпечення стійкості циліндричної частини баку її було виконано у вигляді тришарової стільникової конструкції з товщиною несучого шару, рівною сумарній товщині оболонки, виконаної за першою схемою. Отримані результати задовольняють умови міцності та стійкості, до того ж, загальна маса такої оболонки веде до виграшу у масі у 52,9%.

Отже, використання композиційних матеріалів, а особливо тришарових конструкцій дозволяє отримати виграш у масі. Тому розвиток ракетної техніки у даному напрямку досить перспективний. Та для цього необхідно вирішити ряд питань, пов'язаних з особливостями таких конструкцій. По-перше, необхідно вирішити проблему герметичності баків з композитів. По-друге, необхідно чітко усвідомлювати, чи доцільно використовувати композитний бак в тому чи іншому випадку. Адже, з економічної точки зору, матеріали та сам процес виготовлення таких конструкцій досить дорогий. Та якщо виграш в масі суттєвий, ця дорожнеча може окупитися за рахунок, наприклад, збільшення корисного вантажу.

УДК 629.786.2

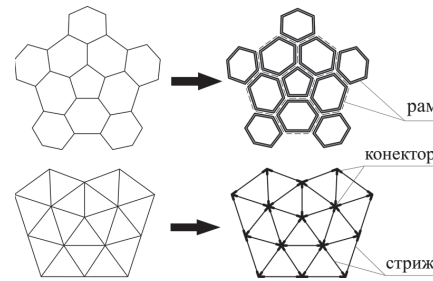
О.О. Олійник, студент; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: diezel5230@mail.ru

ОСНОВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ОРБІТАЛЬНИХ СТАНЦІЙ ГЕОДЕЗИЧНОГО ТИПУ

Орбітальна зборка космічної станції геодезичного типу потребує проведення робіт космонавтами у відкритому космосі або використання напівавтоматичних та автоматичних маніпуляторів. Це в свою чергу потребує даних обставин врахування під час розробки конструкції окремих елементів для можливості простого та швидкого їх складання, а також для зменшення часу перебування у відкритому космосі космонавтів та спрощення програм роботи маніпуляторів.

Можливі два принципові види конструкції геодезичної оболонки орбітальної станції:

- Рамного типу – грані геодезичної сфери конструюються у вигляді рам, що потім з'єднуються між собою.
- Конекторно-стрижневого типу – ребра геодезичної сфери конструюються у вигляді стрижнів, які з'єднуються у вузли спеціальними конекторами.



У роботі представлені варіанти конструкції вузлів з'єднання рам та стрижнів, що відповідають вимогам конструювання орбітальних станцій геодезичного типу.

Важливим питанням, що вирішується у роботі, є також послідовність зборки станції на орбіті, оскільки виникають труднощі з установкою останніх елементів. Для конструкцій конекторно-стрижневого типу розроблена послідовність зборки, яка дозволяє уникнути даної проблеми. Для конструкцій рамного типу необхідно додатково проводити кінематичні дослідження для виявлення ступеню рухливості зібраної конструкції в разі використання рухомих з'єднань між рамами.

Задача встановлення на конструкції додаткових елементів (шлюзів, приладів, ілюмінаторів) вирішується за допомогою встановлення на конструкції елемента таких же вузлів з'єднання, як і на силових конструкціях, та встановленням даного елемента замість однієї чи кількох рам, або групи стрижнів.

УДК 629.7.1

А.А. Плодистый, студент; Д.В. Майданюк, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: tymoha007@mail.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ СУБОРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ ПУТЕМ ЗАМЕНЫ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА

В работе рассмотрены преимущества замены компонентов топлива на суборбитальном космическом корабле LYNX, разработанном американской компанией X-COR. Одной из проблем данного аппарата является малая расчетная высота апогея (61 км.), в то время как предыдущие проекты аппаратов для туристических суборбитальных скачков предусматривали максимальную высоту полета более 100 километров, что является условной границей между земной атмосферой и космосом («линия Кармана»).

Сложности в создании маршевой двигательной установки на жидком или твердом топливе с регулировкой тяги создают благоприятные условия для начала разработки регулируемой ракетной двигательной установки с принудительной подачей в камеру сгорания унитарного пастообразного топлива. Можно утверждать, что создание такой двигательной установки на пастообразном топливе не вызовет значительных технических сложностей.

В ходе работы были проведены расчеты, которые в первом приближении показали возможность замены баков с керосином и жидким кислородом на единственный бак с унитарным пастообразным топливом, что позволяет упростить конструкцию и повысить надежность. Проведен анализ программы угла атаки и получены приемлемые значения перегрузки, силы лобового сопротивления, подъемной силы, скоростного напора, изменение массы в зависимости от силы тяги и траекторные углы. Было получено максимальное значение перегрузки 2,5g, с такой перегрузкой сможет справиться космический турист, т.е. обычный, не подготовленный человек. Проведенные оптимизационные расчеты позволили аппарату LYNX набрать высоту апогея почти 107 километров, т.е. ЛА пересекает «линию Кармана» и выходит в космическое пространство, это дает возможность назвать полет суборбитального космического корабля полетом в космос.

УДК 629.774

М.О. Позднишев, аспірант; С.О. Давидов, д.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: n.pozdnyshev@gmail.com

ПРОЕКТУВАННЯ МІЖОРБІТАЛЬНИХ БУКСИРІВ ЗЕМЛЯ-МІСЯЦЬ

Серед глобальних проблем, окремо можна виділити проблему енергетичного забезпечення. Перспективним напрямком вирішення цієї проблеми є використання термоядерного синтезу, а як паливо використовувати ізотоп Гелію – Гелій-3. Але місцем, де промислово доцільно в найближчому майбутньому можна буде добувати цей ізотоп є Місяць.

Досвід космічної програми Аполлон показав, що технічно реалізувати сам політ до Місяця, посадку, зліт і повернення на Землю можливо. Але якщо з технологічного плану питань нема, то з точки зору економіки такі польоти вкрай нерентабельні. Тому головним питанням, відповівши на яке, можна знов повернутись до дослідження Місяця, та інших планет Сонячної системи є: «Як зменшити собівартість пуску космічної системи?». Одними з способів здешевлення польотів на Місяць є використання найновіших технологій у ракетобудуванні та використання багаторазових систем у складі ракетно-космічного комплексу.

У рамках дослідження автора був проведений аналіз за масовим критерієм декількох варіантів міжорбітальних буксирів Земля-Місяць. Розглядались варіанти багаторазового використання міжорбітальних буксирів. Крім того проводився порівняльний аналіз багаторазових та одноразових буксирів. Як принципові схеми для порівняння було взято варіанти використання ракетних двигунів на висококиплячих, низькокиплячих, кріогенних та твердих видах палива; також розглядався проект використання електроракетних двигунів сучасними перспективними характеристиками. Порівняння принципових схем проходило по критерію масової ефективності для декількох варіантів корисного навантаження.

Аналіз показав чітку відносну залежність між варіантами з різною масою корисного вантажу. Також простежувалась така залежність, що одноразові схеми по відношенню до багаторазових, при неповерненні корисного вантажу, мали на чверть меншу сумарну масу. При використанні схем електроракетними двигунами велике значення має сумарна тяга. При зменшенні тяги у 3 рази можливо зменшити більш ніж у 2 рази масу системи (за рахунок маси двигунів та ефективності траєкторії), але час місії збільшується також у 2 рази. Аналіз вказує на безперечну перевагу двигунів на хімічному паливі у часі польоту. Також спостерігається пряма залежність між масою корисного вантажу та часом перельоту у схемах з електроракетними двигунами, тобто, при зменшені маси корисного вантажу можна значно зменшити час польоту.

Для реального транспортного сполучення Земля-Місяць, згідно результатів дослідження, підходять багаторазові системи на електроракетних двигунах, але за умови що маса корисного вантажу буде порівняно невеликою, що дозволить значно зменшити час польоту. Серед варіантів схем на хімічному паливі найбільш перспективним є використання одноразових систем на компонентах палива рідкий кисень та рідкий водень, це найкращий, з точки зору масової ефективності. Цей варіант має найменший час польоту.

УДК 621.454.2.04

Ю.А. Ревенко, инженер; А.Н. Кондратюк, начальник сектора
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОПАДАНИЯ ВОЗДУХА В БАК ОКИСЛИТЕЛЯ ПРИ ЗАПРАВКЕ РН ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫМ ЖИДКИМ КИСЛОРОДОМ С ОТКРЫТЫМИ ДРЕНАЖНЫМИ КЛАПАНАМИ

В настоящее время все чаще при создании новых образцов ракетно-космической техники формируется международная кооперация предприятий для разработки, изготовления и последующей эксплуатации комплекса на основе установления взаимно выгодных условий сотрудничества и разделения труда в соответствии с предыдущим опытом работы и использования лучших достижений существующих технологий.

Одним из таких примеров сотрудничества является проект создания ракетно-космического комплекса с РН «Таурус-II», разрабатываемый американской компанией Orbital Sciences Corporation в рамках государственной коммерческой программы COTS в кооперации с украинскими предприятиями ГП «КБ «Южное», ГП ПО ЮМЗ, НПП «Хартрон-Аркос» и др., участвующими в разработке и изготовлении первой ступени РН и части наземного технологического оборудования. При этом в качестве лучших достижений, заимствуемых из предыдущих разработок, являются технологии разработки и изготовления ступеней РКН семейства «Зенит».

При разработке первой ступени РН «Таурус- II», имеющей высокий уровень унификации и заимствования комплектующих, технологий и производственных процессов, выяснилось, что ввиду ее особенностей, обусловленных использованием на первой ступени маршевых двигателей AJ26-52, работающих на переохлажденном жидком кислороде требуется доработка технологии заправки ступени, пневмогидравлической схемы подачи и изучение процессов связанных с обеспечением непопадания воздуха в бак при заправке и стоянке изделия до пуска с открытыми дренажными клапанами.

В данном докладе рассматривается работа пневмогидравлической системы первой ступени РКН «Таурус – II», обеспечивающая непопадание воздуха в бак при заправке, ее отличия от первой ступени РН «Зенит», процессы обуславливающие возможность проникновения воздуха в бак «О» при заправке с открытыми дренажными клапанами и анализ возможных вариантов решения проблемы.

УДК 539.4: 621.454.3.03-614

В.В. Сатокин, ведущий инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ РДТТ ПРИ НАЛИЧИИ ТРЕЩИН И ПОР В КОРПУСЕ

Рассмотрена задача исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) наполнителя ракетного двигателя на твердом топливе (РДТТ) в процессе его эксплуатации, при наличии в корпусе геометрических дефектов (трещины, поры).

Исследование проводилось с использованием комплекса конечноэлементного анализа ANSYS.

При проведении исследования НДС вязкоупругого материала наполнителя учитывался реологический характер его свойств.

Геометрическая модель, использованная в исследовании, представляет собой эквивалент системы «корпус-наполнитель» РДТТ, в которой наполнитель цилиндрощелевого или звездообразного типа скреплен с корпусом, с учетом возможного наличия раскрепляющих манжет, теплозащитного покрытия.

Геометрические размеры, физико-механические параметры системы «корпус-наполнитель», величины действующих нагрузок взяты из [1].

По результатам исследований вязкоупругого материала в системе «корпус-наполнитель» определено НДС РДТТ и влияние на НДС геометрических дефектов в корпусе в зависимости от величин действующих нагрузок, а также физико-механических параметров РДТТ.

Результатом исследования является оценка работоспособности системы «корпус – наполнитель» в местах аномалий. Классификация аномалий по уровню влияния на систему (исправимые, допустимые, критические). Варьирование физико-механическими параметрами РДТТ для нейтрализации аномалий применительно к условиям эксплуатации РДТТ. Также проведенное исследование позволяет на этапах изготовления и отработки РДТТ принимать решения о целесообразности и возможности эксплуатирования РДТТ при наличии дефектов и аномалий в корпусе.

1. **Фахрутдинов И.Х.** Ракетные двигатели твердого топлива. – М.: Наука, 1970.

УДК 629.7.023

А.Г. Смоленко, аспирант
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: Smolenko_A_G@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОЙ АНАЛОГИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СОТОВОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

В докладе отмечается, что для более полной оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) панельных конструкций необходимо учитывать и тепловые воздействия. Для этого потребны теплофизические характеристики всех конструктивных элементов панели. Точно оценить температурное НДС трехслойной панели, включающей в себя несущие слои из композиционного материала и сотовый заполнитель, проблематично из-за ограниченности имеющихся данных по их теплофизическим характеристикам.

На основе метода электротепловой аналогии предложена методика определения эффективного коэффициента теплопроводности сотового заполнителя с шестигранной ячейкой, позволяющая учитывать клеевую прослойку, соединяющую грани фольги между собой и клеевые слои, связывающие сотовый заполнитель с несущими слоями.

Отмечается, что согласно электротепловой аналогии конструкцию панели можно рассматривать как систему последовательно и параллельно соединенных термических сопротивлений. Таким образом, общее термическое сопротивление конструкции можно определить как суммарное электрическое сопротивление цепи в зависимости от способа соединения элементов (параллельное или последовательное). Основываясь на этом, сотовый заполнитель был рассмотрен как система параллельно и последовательно соединенных термических сопротивлений фольги, воздуха, клеевой прослойки, соединяющей грани фольги, клеевого слоя, связывающего сотовый заполнитель с несущими слоями. Это позволило определить коэффициент теплопроводности для следующих вариантов конструкции:

– сотовый заполнитель без учета клея;

– сотовый заполнитель с учетом клеевой прослойки, соединяющей грани фольги;

– сотовый заполнитель с клеевым слоем, связывающим его с несущими слоями в случаях, когда клей нанесен только на торцы сот и клей – на всей поверхности несущего слоя.

При этом рассматривался только кондуктивный теплообмен вдоль ячеек сотового заполнителя, в других направлениях кондуктивный, конвективный и радиационный теплообмены не учитывались.

В докладе изложена разработанная методика определения коэффициента теплопроводности сотового заполнителя, а также полученные формулы для его вычисления.

В заключение доклада для различной плотности и высоты сотового заполнителя рассмотрен пример сравнения теоретических значений его коэффициента теплопроводности, полученных по формулам, с экспериментальными данными, приведенными в литературе.

УДК 629.7.021.6

О.В. Стукало, технік; М.С. Бадаква, інженер-конструктор 3кат.
Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім.. М.К. Янгеля»
E-mail:info@yuzhnoye.com

РОЗРОБКА І АНАЛІЗ АЕРОДИНАМІЧНОГО РУЛЯ ЗМІННОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Одним з критерієв проектування РН є щільність компоновки. Для стабілізації, або для створення необхідного керуючого зусилля РН в атмосфері часто застосовують аеродинамічні стабілізатори, або аеродинамічні рулі. Цей метод має свої переваги та недоліки, один з яких збільшення габаритів. Особливого значення ця проблема набуває при транспортуванні РН у контейнері.

Для зменшення габаритів в цьому разі використовують конструкції, які дозволяють утримувати рулі чи стабілізатори в складеному стані та після старту отримати задану аеродинамічну форму.

Для кожного окремого випадка застосовуються різні варіанти.

У випадку розміщення РН в прямокутному контейнері, пропонується конструкція аеродинамічного руля (рис.1), що дозволяє максимально зменшити габарити контейнера (рис.2). Недоліком даної конструкції є збільшення маси руля, ускладнення конструкції та технології виробництва.

Масове зведення руля, при ескізному проектуванні показало, що маса руля збільшилась в 1,5 рази, а габарит контейнера зменшився на 15%.

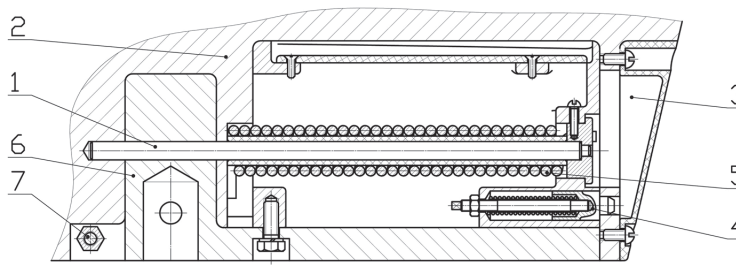


Рис.1 Варіант конструкції руля змінної геометрії
1-вісь; 2-рухома частина; 3-кришка; 4-фіксатор; 5-пружина; 6-основа; 7-упор

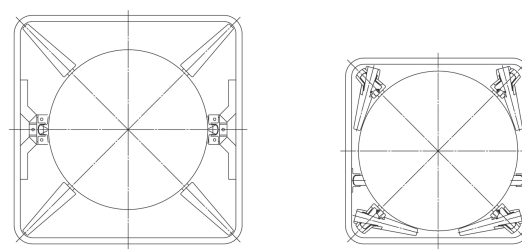


Рис.2 Розміщення РН в контейнері
а) РН з рулями, що не складаються; б) РН з рулями змінної геометрії

УДК 629.7.023.46

О.В. Стукало, технік[1]; В.П. Семененко, к.т.н., доцент[2]
[1]Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім.. М.К. Янгеля»,
[2]Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail:info@yuzhnoye.com

ДОСЛІДЖЕННЯ НДС ОПОРНОГО ШПАНГОУТА ВІД ДІЇ ЗОСЕРЕДЖЕНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Проектування раціональної конструкції силових елементів передбачає дослідження напруженно-деформованного стану.

Розглядається конструкція, що складається з шпангоута та циліндричної оболонки, жорстко закріпленої з одного боку. Конструкція навантажена двома зосередженими силами та двома згинальними моментами в площині шпангоута.

Для аналізу було обрано два варіанти поперечного перетину шпангоута (рис.1).

Було розглянуто дві розрахункові схеми (рис.2).

Внутрішні зусилля за першою розрахункової схемою знаходяться як сума від зусиль елементарних навантажень, для котрих приводяться розрахункові формули у вигляді [1] : $M_P(\varphi) = K_{MP}(\varphi) \cdot M_0$

При розгляданні шпангоута разом з оболонкою зусилля елементарних навантажень знаходять як суму безкінечного ряду [1] :

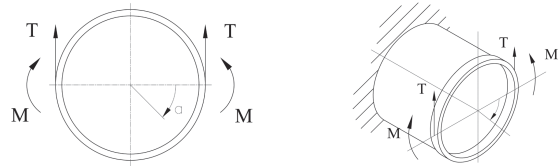
$$M_P(\varphi) = \frac{P \cdot R}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\varphi \cdot \cos\varphi + \frac{1}{2} \cdot \sin\varphi - 2 \cdot \sum_{n=2}^{\infty} \frac{C_n}{\left(n^2 - 1\right) \cdot \left(1 + A_n\right)} \cdot \sin n \cdot \varphi \right]$$

A_n - коефіцієнт, що враховує жорсткість оболонки

За результатами розрахунку було знайдено необхідні параметри поперечного перетину шпангоута, визначено масу конструкції. Зроблено висновок, що варіант з підкріпленням більш раціональний за критерієм мінімальної маси. Більш технологічний варіант, без додаткового приварювання, – важчий. Визначено, що болонка, працює як елемент підкріплення і зменшує вагу шпангоута.

а) б)

Рис.1 Варіанти поперечного перерізу шпангоута
а) більш технологічний;б) з додатковим підкріпленням



а) б)

Рис.2 Розрахункові схеми
а) ізольоване кільце;б) кільце разом з оболонкою

УДК 629.733.55

В.С. Табаран, технік[1]; А.К.Линник, к.т.н., доцент[2]
[1]Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
им. М.К. Янгеля»,
[2]Днепропетровский национальний университет им. Олеся Гончара
E-mail:info@yuzhnoye.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЛЕГЧЕ ВОЗДУХА С ВАКУУМОМ ВНУТРИ

Первые упоминания об идеях создания такого рода ЛА появились еще в 1666 году. Основным отличием аэростатов с вакуумом (разряженным воздухом) внутри от традиционных, надуваемых легким газом, является действие нагрузок от внешнего атмосферного давления. Основной трудностью при разработке таких ЛА становится создание достаточно легкого, прочного и устойчивого корпуса. Последнее стало возможно лишь с использованием достижений последнего времени в области материаловедения.

Целью работы является выбор материалов с наиболее высокими характеристиками и разработка силовой схемы, оптимальной по критерию минимума массы.

В работе в общем виде сформулирована задача конструирования аэростата с вакуумом внутри и выбран критерий эффективности. Обозначены требования к конструкции и выбраны основные технические решения, которые бы им удовлетворяли. В качестве критерия эффективности рассматривалась величина, равная отношению аэростатической подъемной силы, создаваемой одним характерным фрагментом аппарата, к весу конструкции такого фрагмента. Конструкция считалась эффективной при значении критерия больше единицы. Расчеты производились для нескольких силовых схем. В результате была предложена оригинальная силовая схема, обеспечивающая максимальное значение критерия эффективности – 1,25.

Все расчеты на прочность и устойчивость проводились методами сопромата в рамках балочно-стержневой теории, что обеспечивает максимальную простоту расчетов при достаточной на начальном этапе проектирования точности результатов.

Расчеты первого приближения показали, что существует возможность построить вакуумный аэростат, способный поднять груз весом 3,5т на высоту 1500м, и что идея создания ЛА такого типа перспективна и требует дальнейшего изучения.

УДК 519.248+62-192

Н.Н. Христенко, аспирант
Национальный Аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: faust@online.ua

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ И ЕЁ ЧАСТЕЙ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННЫХ И АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В работе рассмотрены особенности применения численных и аналитических методов для прогнозирования вероятности безотказной работы системы и её частей на основе данных о работе элементарных составных частей и их взаимодействия.

В качестве примера рассматривается методика прогнозирования коэффициента безопасности слоистого композиционного материала (КМ) по данным разброса механических свойств монослоёв. Численное решение производится на основе метода Монте-Карло, аналитическое решение основано на законах математической статистики, теории вероятностей и теории функций со случайным аргументом. В ходе решения определяется закон распределения искомой случайной величины, зависящей от многих случайных параметров (в примере – вероятность разрушения слоистого КМ в зависимости от приложенной нагрузки). На основе полученного закона распределения определяется искомая величина при заданной доверительной вероятности и делается вывод о надёжности системы.Возможно проведение оптимизации системы на основе вероятностного подхода. Исходными данными для расчёта являются зависимости искомой величины от параметров, имеющих случайную составляющую и данные о разбросе этих параметров.

Методика позволяет на основе данных о простых составных частях системы, которые можно найти в справочной литературе или определить с помощью простых и стандартизированных экспериментов, спрогнозировать вероятность безотказной работы системы, не проводя сложных и дорогостоящих экспериментов с рассматриваемой системой в целом. Рассмотрены особенности проведения экспериментов с составными частями системы и использования полученных в них данных.

УДК 621.454

А.А. Царицынский, студент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: k403@d4.khai.edu

ОПТИМИЗАЦИЯ ПО МАССЕ КОНСТРУКТИВНО-СИЛОВОЙ СХЕМЫ ПАНЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ СОТОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

В настоящее время в международных космических программах все чаще реализуются программы по запуску в космос новых систем спутниковой связи и систем зондирования. Создание космического аппарата (КА) нового поколения с повышенными требованиями к их качеству, надежности и конкурентоспособности на мировом рынке космических услуг требует разработки новых или усовершенствования существующих конструктивно-силовых схем (КСС).

В создании и обеспечении работоспособности КА важную роль играют источники электрической энергии – фотоэлектрические преобразователи (ФП), которые приклеиваются к силовым каркасам панелей солнечных батарей (СБ). В качестве КТР для этих каркасов по эффективности чаще всего превалируют сэндвичевые структуры с несущими обшивками из полимерных композиционных материалов (ПКМ) с сотовым заполнителем (СЗ).

Панели СБ испытывают большие перегрузки в процессе старта ракеты-носителя, вибрационные воздействия и термоциклирование в специфических условиях космоса. Важным фактором при выборе оптимальных по массе параметров КСС панели СБ является соблюдение жестких ограничений на параметры напряженно-деформированного состояния (НДС) панели: регламентация ее прогибов (жесткости) в трансверсальном направлении, ограничения на прочность СЗ, несущих слоев или потерю устойчивости (местную или общую) панели. При этом в значительной степени определяющим фактором является выбор РС для проведения расчета и последующей оптимизации. Критический анализ существующих РС показал, что использование РС балки-полоски, вырезаемых в продольном и поперечном направлениях панели СБ, являются наиболее надежными и эффективными средствами предварительной оптимизации панелей СБ с учетом специфических особенностей этого класс конструкций космической техники.

В докладе приведен пример решения задачи оптимизации по массе КСС панели СБ по РС балки-полоски.

Заключительным этапом исследований стал поверочный расчет предварительно спроектированной оптимальной панели СБ в программном комплексе МКЭ, что позволило уточнить значения параметров НДС конструктивных элементов панели СБ при заданных внешних воздействиях и ограничениях для предварительно заданной геометрии всех элементов и характеристиках их материалов.

УДК 629.786.2

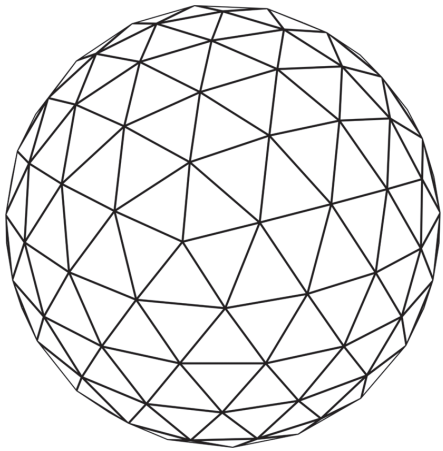
А.М. Чубаров, студент; В.Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: an89@hnet.dp.ua

КОНЦЕПЦІЯ ОРБІТАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ГЕОДЕЗИЧНОГО ТИПУ

Подальше освоєння космосу потребує побудови великих орбітальних станцій. Побудова великих орбітальних станцій – складний процес, який потребує вирішення комплексу проблем.

Однією з таких проблем є безпосередньо принцип побудови орбітальної станції. Модульний принцип, який використовується на сьогоднішній день, дозволяє зібрати досить великі космічні станції, проте об'єм самих модулів обмежений. Це створює незручності для роботи екіпажу та ускладнює, або взагалі унеможливлює проведення деяких експериментів.

Для вирішення проблеми пропонується застосувати для побудови орбітальної станції сітчасту оболонку, а саме геодезичну сферу (рис).



Переваги сітчастої геодезичної сфери такі ж як і у звичайної сфери:

- Мінімальна площа при максимальному об'ємі, що дозволить зменшити витрати матеріальних та енергетичних ресурсів при побудові та функціонуванні станції.
- Рівноміцність при навантаженні внутрішнім тиском.

Крім зазначених, важливою особливістю орбітальної станції геодезичного типу є те, що таку конструкцію можна збирати безпосередньо на орбіті з окремих елементів, які виводяться на орбіту у вигляді компактного вантажу.

Орбітальна зборка потребує проведення робіт космонавтами у відкритому космосі або збирання за допомогою маніпуляторів в напівавтоматичному та автоматичному режимах, що потребує врахування під час розробки конструкції окремих елементів необхідності простого та швидкого їх складання.

Ще однією перевагою є можливість забезпечення герметичності станції. Для цього передбачається застосування надувної герметичної багатошарової полімерної підкладки.

УДК 519.248

Ю.І. Швацька, аспірантка
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: jshvatskaya@gmail.com

АПРОКСИМАЦІЯ РОЗПОДІЛУ ВЕЙБУЛЛА В КЛАССІ РОЗПОДІЛІВ, ПОХІДНИХ ВІД ЕКСПОНЕНЦІЙНОГО

Постановка задачі. Провести апроксимацію розподілу Вейбулла сумішшю двох експоненційних розподілів та загальним експоненційним розподілом. Подати порівняльний аналіз якості апроксимаційних методів та надати висновки про адекватність застосованих апроксимацій в залежності від параметрів розподілу Вейбулла.

Основний матеріал. При розв'язанні задач екологічного моніторингу навколишнього середовища, оцінки надійності функціонування складних систем у випадку резервування та відновлення складових системи, постає задача апроксимації розподілу Вейбулла.

Для двопараметричного розподілу Вейбулла функція розподілу має вигляд:

$$F(t)=1-\exp\left(-\frac{t^{\beta}}{\alpha}\right) \quad (1)$$

Апроксимація функції розподілу Вейбулла функцією розподілу суміші двох експоненційних розподілів $R(t)$ є ефективною лише при $0<\beta<1$:

$$R(t)=c\exp(-\frac{t}{\lambda_1})+(1-c)\exp(-\frac{t}{\lambda_2}), \quad \lambda_1,\lambda_2,c>0, \quad 0<c<1 \quad (2)$$

Для розподілів Вейбулла з параметрами $\beta>1$ запропоновано метод апроксимації функції розподілу Вейбулла загальним експоненційним розподілом:

$$H(t)=(1-\exp(-\lambda t))^n, \quad \lambda,n>0, \quad n\in N \quad (3)$$

Запропоновані процедури та інформаційне забезпечення проведення апроксимації розподілу Вейбулла сумішшю двох експоненційних розподілів та загальним експоненційний розподілом.

Проведений порівняльний аналіз знаходження апроксимації функції розподілу Вейбулла сумішшю двох експоненційних розподілів та загальним експоненційний розподілом показав, що апроксимація сумішшю експоненційних розподілів є ефективною лише для розподілів Вейбулла з параметрами форми β від 0.5 до 1, для розподілів Вейбулла з параметрами форми $\beta>1$ слід застосовувати інноваційні методи апроксимації, такі як запропонований метод апроксимації розподілу Вейбулла загальним експоненційний розподілом.

УДК 621.355.019.3
С.В. Ширинский к.т.н., н.с.; К.В. Безручко д.т.н., проф. Проректор ХАИ по НПР,
А.О. Давидов к.т.н., докторант, А.А. Харченко н.с.
Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

В настоящее время в мире известно двадцать космодромов, из которых активно используется только двенадцать (по три в России и США, по два в Китае и Японии и по одному во Франции и Индии). Одни из этих космодромов используются для запуска пилотируемых и беспилотных космических аппаратов, а другие – только для беспилотных космических аппаратов. Нами был проведен анализ и классификация современных стартовых комплексов ракет-носителей.

Стартовый комплекс – это составная часть космического комплекса, предназначенная для проведения предстартовой подготовки средств выведения и космических объектов и осуществления их пуска. Стартовый комплекс представляет собой функционально целостную компактную структуру, предназначенную для осуществления пуска ракеты космического назначения.

Нами предложено использовать следующие признаки, по которым можно классифицировать стартовые комплексы: класс ракеты-носителя; способ сборки и транспортировки; метод подготовки ракеты космического назначения; место дислокации; возможность перемещения в пространстве; число стартовых площадок; степень универсальности.

Так, по классу ракет-носителей все стартовые комплексы подразделяются на сверхтяжелые, тяжелые, средние и легкие. По способу сборки и транспортировки стартовые комплексы – вертикальные и горизонтальные. А по месту дислокации – наземные, подземные, шахтные, надводные, подводные и воздушные.

Стартовые комплексы являются очень сложными технологическими сооружениями. Причем, конструкция и внешний вид стартовых комплексов зависит от большого числа факторов. Таким образом, для разработки и введения в строй новых стартовых комплексов необходимо досконально знать структуру уже существующих и эксплуатируемых космодромов.

УДК 338.242

А.В. Якуппова, С.Я. Касян
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: syakasian@ukr.net, anuta_0212@mail.ru

МАРКЕТИНГОВИЙ ПІДХІД ДО РЕАЛІЗАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНИХ КОСМІЧНИХ ПРОЕКТІВ

У сучасних умовах динамічного розвитку важливого значення набувають питання дослідження тенденцій економічного та маркетингового обгрунтування космічних програм та проектів. Необхідно досягати комерційної окупності космічної діяльності в Україні. Тому в цих тезах нами поглиблено розкривається питання впровадження маркетингового підходу до реалізації космічних проектів. Перехідні ринкові процеси в економіці України посилюють увагу дослідників до категорії «інфраструктура ринку високих технологій». Важливо визначати ступінь конкуренції, бар'єри входу і виходу на цільові сегменти ринку космічних технологій. Формування адекватних схем логістичного розподілу при формуванні пакету замовлень на космічну продукцію сприяє зменшенню витрат обігу, збільшенню рівня сервісного обслуговування. При цьому рекомендуємо на основі інтегрованого логістично-маркетингового підходу формувати схеми внутрішньодержавних та міжнародних транспортних потоків.

Проаналізуємо економічну діяльність репрезентативного агента даної галузі, яким є державне підприємство «Виробниче об'єднання «Південний машинобудівний завод ім. А.М. Макарова», що виступає важливим суб'єктом ринку високих технологій держави. Вважаємо ефективним проведений цим підприємством ребрендинг, що дійсно дозволяє вдосконалити систему візуальної комунікації відповідно до провідних нормативів маркетингової діяльності. Доречним і дієвим є створений логотип ВО ПМЗ, який, на наш погляд, ефективно презентує його позиції на різних сегментах світового ринку космічної техніки. Це підвищує рівень обізнаності в світі про переваги асортиментної пропозиції підприємства. Номенклатурні позиції підприємства, які втілюються в таких групах як: ракетно-космічна техніка, вітроенергетика, міський електротранспорт, продукція виробничо-технічного призначення та трактори; дають можливість адаптуватися до диференційованих запитів споживачів. Вважаємо, що необхідно й надалі підтримувати сервісність складових матеріальних потоків, які спрямовуються при реалізації готової продукції на товарні ринки, оскільки в умовах сучасних ринкових відносин вагомою запорукою набуття конкурентних переваг є технічне забезпечення високотехнологічної продукції.

В умовах поширення інновацій, технологічного розвитку на ВО ПМЗ здійснюється мониторинг якості, зокрема, відмітимо проведений комплекс робіт із якісного забезпечення ефективного запуску ракети-носія «Дніпро» з космічними апаратами «CryoSat-2», «Picard», «Prisma», «TanDem-X». Таким чином, впровадження маркетингового підходу дає змогу підвищити ефективність космічної діяльності вітчизняних підприємств.

18
Химические технологии в ракетной технике

Координатор:
Чмиленко Федор Александрович,
заведующий кафедрой аналитической химии
химического факультета ДНУ имени Олеся Гончара,
доктор химических наук, профессор

УДК 544.6+621.762.03
А.М. Алдошин, студент; В.А. Полонський, к.х.н., доцент; О.С. Орленко, н.с.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: virma_89@mail.ru

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ФОРМУВАННЯ ОСАДІВ МІДІ НА ЕЛЕКТРОДАХ З ТИТАН НІТРИДУ

Електрохімічне створення об'єктів з мікро- та нанорозмірами займає важливе місце у сучасному матеріалознавстві, оскільки дозволяє отримувати матеріали зі спеціальними властивостями. Ключову роль при цьому відіграє дослідження природи процесу утворення нової фази на електродах з чужорідних матеріалів. Традиційно для цих цілей використовуються електроди на основі вуглецю (піровуглець, скловуглець).

В процесі проведених нами гальваностатичних досліджень електрокристалізації міді з сульфатнокислих розчинів на піровуглецевому електроді з'ясувалося, що на крім фазоутворення має місце абсорбція атомів купруму піровуглецем. Так, при анодному розчиненні осаду міді з платинового електрода, співвідношення заряду, витраченого на розчинення мідного осаду, до заряду, витраченого на його отримання, $Q_a/Q_к = 1$, тоді як для піровуглецевого електрода ця величина сягає лише 0,8. Це ускладнює не лише теоретичні дослідження утворення наночасток міді, а й не дає можливості відокремити їх від поверхні піровуглецю.

Виникає потреба у застосуванні матеріалу, який задовольняв би наступним вимогам: його кристалічна структура повинна кардинально відрізнятися від структури міді; процеси розряду-іонізації Купруму повинні заходитись в області ідеальної поляризуємості електрода; електродний матеріал не повинен абсорбувати атомарну мідь. З цієї точки зору перспективними є нітридні плівки, нанесені на металічну основу.

Ми використали електрод покритий плівкою з титан нітриду, який є хімічно стійким, має електронну провідність і задовольняє поставленим вимогам. Гальваностатичні дослідження електрокристалізації міді на такому електроді в присутності акрилової кислоти та акриламіду виявили деякі особливості процесу, а також показали принципову можливість відокремлення осаду від поверхні електроду.

Подальші дослідження були направлені на гальваностатичне отримання дисперсій міді з рядом цінних властивостей. Такі дисперсії стабілізувалися за допомогою полімерних плівок та аналізувалися за допомогою методів мікроскопії.

УДК 662.62

Ю.Ю. Антоневич, зам.нач. ЛКНПИС, Л.Н.Шиман, к.т.н., ген.директор;
Е.Б. Устименко, к.т.н., техн.директор; Л.И. Подкаменная,зам.директора
НИИВЭМ, Т.А.Майорская, нач.ЛКНПИС.
Государственное предприятие «Научно-производственное объединение
«Павлоградский химический завод» г.Павлоград
E-mail: tdir@pkhz.dp.ua

УНИТАРНЫЕ ПАСТООБРАЗНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ С РЕГУЛИРУЕМЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ

На современном этапе развития космических аппаратов и орбитальных комлексов от них требуется выполнение сложных задач, связанных с изменением и корректировкой траектории полета, в том числе при стыковочных операциях, а также при многократности применения. Для решения таких задач разрабатываются ракетные двигатели (РД) и газогенераторы (ГГ) с регулируемым режимом работы. В качестве энергетической композиции топлив в РД и ГГ с регулируемым режимом работы нашли применение гелеобразные (ГРТ) и пастообразные (ПРТ) ракетные топлива. ПРТ относятся к унитарным ракетным топливам и представляют собой гетерогенную смесь дисперсной фазы окислителя и энергетических добавок в среде жидкого неотверждаемого полимера. В качестве окислителя в ПРТ нашли применение перхлораты и нитраты аммония и щелочных металлов, которые широко применяются в составах ТРТ. Энергетические добавки ПРТ, в виде порошков алюминия, бора, титана, также заимствованы из технологий ТРТ. В отличие от унитарных ГРТ пастообразные ракетные топлива обладают большей плотностью (до 1,7 г/см^3) и большей величиной теплоты сгорания – до 10500 кДж/кг. Кроме того, ПРТ не содержат высокотоксичных, испаряющихся компонентов и не обладают высокой коррозионной активностью.

Целью работы является изучение энергетических, реологических и внутрибаллистических характеристик модельных композиций ПРТ для применения их в регулируемых РД и ГГ.

В ходе выполненных работ определены оптимальные композиции ПРТ, которые обеспечивают необходимые энергетические характеристики, устойчивость процесса горения в широком интервале изменения давления в камере РД. При этом, достигнутые параметры управляемого фильерного истечения таких композиций ПРТ позволяют регулировать подачу топливной массы в камеру сгорания РД или ГГ с необходимым расходом и, соответственно, регулировать тяговые параметры РД или подачу рабочего тела в ГГ. Полученные результаты показывают энергетические возможности и параметры течения унитарных высокоэнергетических пастообразных композиций при использовании их в качестве ПРТ регулируемых РД и ГГ, а также могут быть использованы для задания параметров работы регулирующих устройств таких РД и ГГ.

УДК 541.135

М.Ю. Бажан, студентка; В.І. Коробов, к.х.н., доцент; Л.В. Петренко, м.н.с.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail l_pt@mail.ru

ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ СПЛАВІВ Zn-Ni З ЦИНКАТНИХ РОЗЧИНІВ

Електролітичні осади сплавів цинку з металами родини Феруму характеризуються більш високою антикорозійною стійкістю й кращими механічними властивостями порівняно з цинковими покриттями. Їх також можна розглядати як потенційну заміну токсичних кадмієвих покриттів.

Одна з можливих причин більш високої антикорозійної стійкості легованих цинкових покриттів полягає в особливостях їхньої структури.

Мета роботи полягала в одержанні Zn-Ni покриттів з близьким хімічним складом і з різними структурними характеристиками для подальшого дослідження впливу структури на корозійну поведінку сплавів. Для цього покриття із Zn-Ni електроосаджували з різних за складом електролітів. Також, вирішили дослідити сплави з вмістом нікелю біля 1%, які, як правило, складаються з твердого розчину на основі цинку.

У якості базового цинкатного розчину використовували електроліт для осадження цинкового покриття з блискоутворювальною добавкою ЛВ-4584. Для зв'язування йонів нікелю в комплексні сполуки застосовували основні ліганди: триетаноламін (ТЕА), сегнетову сіль або трилон Б й додаткові: етилендіамін (ЕДА), поліетиленполіамін (ПЕПА) або амінооцтову кислоту.

Проаналізовано вплив співвідношення вмісту нікелю й цинку в електролітах і концентрації лігандів на вміст нікелю в Zn-Ni покриттях і вихід за струмом цинку. Показано, що концентрація нікелю в сплавах значною мірою залежить від речовин, що використовуються у якості лігандів. Найбільший вміст нікелю в сплавах одержували при використанні електролітів з ТЕА. При цьому вихід за струмом цинку складав 20-60%.

З розчинів, що містили трилон Б, було одержано покриття з вмістом нікелю до 0,02%. В сплавах, осаджених з використанням сегнетової солі, нікель не виявлено. Додавання ж ПЕПА або ЕДА до цих розчинів призводило до зростання концентрації Ni в осадах. Вихід за струмом цинку складав 75-95%.

Покриття Zn-Ni, одержані з досліджуваних електролітів, були компактні, світлі й напівблискучі або матові.

Зареєстровані циклічні вольтамперні характеристики в розчині 0,5 М NaOH гальванічних Zn-Ni покриттів з вмістом нікелю біля 1%, осаджених з різних за складом електролітів, різняться між собою як при прямій, так і при зворотній розгортці потенціалу. Можна зробити висновок, що вміст легуючого компонента в гальванічних сплавах цинку не має першорядного впливу на їхні електрохімічні характеристики.

УДК:678.744.322+661.185.1:541.182.6
Ю.В. Бардадым, студентка; Э.А. Спорягин, д.т.н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: ferocen@i.ua

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СМЕШЕНИЯ СПЕЦКОМПОЗИЦИЙ

Смешение компонентов, входящих в состав топливной массы, является одной из основных технологических операций в производстве твердого ракетного топлива, и поэтому оценка качества смешения способствует уменьшению брака и повышению гомогенности получаемой топливной массы.

Смешение компонентов происходит в рабочей зоне комбинированного экструдера в зазоре между двумя параллельными дисками, один из которых вращается с заданной угловой скоростью, а второй неподвижен и имеет центральное отверстие, через которое материал выходит из рабочей зоны. Материал подается в эту зону, между дисками, одновременно по всему периметру, проходит к выходному отверстию в виде упруговязкой жидкости и экструдируется в виде изделия заданной формы. На входе в зазор, и выходе из отверстия неподвижного диска частицы материала подвергаются воздействию растягивающих напряжений в результате наличия градиентов скоростей. В то же время, элементы материала, которые находятся в зазоре между дисками, претерпевают сдвиговые деформации.

В проведенной работе методами математического моделирования оценивалось влияние изменения октоедрической деформации на растяжение и сжатие элементов моделируемого обьема. Была показана зависимость смесительного эффекта (степени смешения) от основных параметров технологического процесса, а также разработана програма, которая позволяет расчитать необходимые технологические параметры процесса смешения.

УДК 66.021.2:663.913.7

Л.В. Белоусова, студентка; Э.А Спорягин, профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: lesyab036@googlemail.com

ПРИМЕНЕНИЕ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННЫХ АППАРАТОВ НА СТАДИИ СМЕШЕНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАСС

Роторно-пульсационные аппараты (РПА) как устройства для создания однородных смесей из различных полимерных и не полимерных материалов широко применяются при производстве высокоэнергетических материалов. Примером успешного использования РПА как смесителя может быть технология получения однородной смеси сыпучих компонентов и полимера с высокой энергетикой. Как показали, результаты изучения литературных источников эти аппараты были предложены в эксплуатации достаточно давно. Опираясь на собственные исследования, включение в технологическую схему аппарата роторного типа приводит к значительному ускорению данного процесса.

В связи с тем, что компонентами, как правило, являются не однородные среды, создание однородной смеси с целью обеспечения условий для равномерного распределения веществ в массе полимера оказывается задачей достаточно сложной. При использовании для этой цели традиционных перемешивающих устройств, время, затрачиваемое на процесс смешения, составляет около двух часов. Обычно в качестве такого устройства применяется аппарат с комбинированной мешалкой.

В отличие от упомянутых устройств РПА обеспечивают достаточно быстрое и качественное перемешивание компонентов. Этому способствуют высокочастотные пульсации скорости, ускорения и давления в потоке жидкости, протекающей через рабочие органы аппарата. Рабочими органами аппарата являются коаксиальные цилиндрические тела, разделенные зазорами и имеющие радиальные прорези. Отверстия в роторе и статоре, создавая осевой поток, непрерывно ориентируют элементы объема среды перпендикулярно направлению сдвигового воздействия, а так же дробят потоки на малые объемы, способствуя значительному увеличению площади поверхности раздела и равномерному распределению элементов объема обрабатываемой смеси в аппарате. Кроме того, поскольку материал обрабатывается в малом зазоре, в нем возникают большие скорости сдвига, что позволяет достичь высокой интенсивности деформационного воздействия.

Главной задачей является точный расчет количества ступеней РПА, диаметр, форма прорезей именно эти параметры и определяют качество смешения поступающих материалов. Создание математической модели, связывающей основные геометрические параметры аппарата и свойства обрабатываемой среды с затратами мощности, необходимой для достижения заданных значений степени однородности среды.

УДК 544.63

А.Н. Богдан, аспирант, В.И. Коробов, к.х.н. доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: Bogdan_a_n@list.ru

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЦИНКАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Исследованы свойства композиционных электрохимических покрытий (КЭП), полученных из цинкатных электролитов.

Показано, что введение мелкодисперсных частиц SiC или TiO_2 в цинковую матрицу оказывает заметное влияние на анодное поведение гальванического покрытия в 0,5 М NaOH. Это влияние проявляется в снижении величин токов в областях активного растворения и пассивации. Причем степень указанного влияния существенно зависит от состава электролита и режима получения покрытий. Отмечено, что увеличение плотности тока осаждения КЭП способствует уменьшению анодных токов на i-E кривых. Хотя при очень высоких скоростях получения гальванических осадков, качество покрытий резко уменьшается, что можно объяснить увеличением интенсивности реакции выделения водорода, которая препятствует встраиванию частиц SiC и TiO_2 в матрицу растущего покрытия.

Проведенные коррозионные испытания полученных гальванических осадков в растворе 3 % NaCl (полное погружение) показали, что покрытия Zn-SiC характеризуются улучшенными антикоррозионными характеристиками по сравнению с «чистым» цинком. В то время как покрытия Zn-TiO_2 по антикоррозионным свойствам не превосходят, а порой даже уступают последним.

Определены оптимальные условия получения антикоррозионных покрытий композитом с дисперсной фазой SiC при использовании в качестве матрицы сплава Zn-Fe. Показано, что на эксплуатационные свойства осадков существенно влияют как состав исходного электролита, так и плотность тока осаждения. При высоком содержании легирующего метала в осадке улучшения эксплуатационных характеристик покрытия не наблюдается, о чем свидетельствуют проведенные коррозионные испытания.

УДК 544.6.018.4

Е.С. Бордун, студент; В.С. Иванко, к.х.н., ст. н. сотр.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: elchem@ff.dsu.dp.ua

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЛАТУНИРОВАНИЯ ИЗ ПИРОФОСФАТНЫХ РАСТВОРОВ

В машиностроении большое практическое значение получили процессы гальваностегии с использованием растворов на основе комплексов металлов. При этом среди предложенных технологий нанесения электролитических металлов и сплавов особое место занимают покрытия латунью, способность которой осаждаться на любой поверхности из стали, цинка и алюминия, прочность с основой, а также некоторые физико-механические свойства (значения твердости и внутренний напряжений) позволяют использовать их в качестве подслоя при защите от коррозии, а также в специальных областях техники.

Одним из основных путей улучшения качества латунных покрытий является введение в состав растворов для их осаждения кроме солей цинка и меди ионов дополнительных металлов. В зависимости от их свойств и концентрации, они могут включаться в осадок, образуя легированные покрытия, или же, сближая потенциалы выделения отдельных металлов сплава, изменять механизм электродного процесса.

При совершенствовании состава пирофосфатного электролита, содержащего 10 г/л $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 70 г/л $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 282 г/л $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$, 20 г/л $(NH_4)_2HPO_4$ и 5 мл/л добавки ЛГ-3, положительный эффект влияния на технологический процесс электроосаждения латуни был установлен в присутствии ионов никеля и кобальта. В их присутствии существенно улучшается качество покрытий, повышается рассеивающая способность электролита до 82% и 72% ($Д_к$ = 1,5 А/дм^2), а диапазон рабочих плотностей тока составляет 0,25-2,8 А/дм^2 и 0,25-2,2 А/дм^2 соответственно. При введении Cd^{2+} рассеивающая способность электролита снижается до 20% ($Д_к$ = 1,5 А/дм^2), что сужает диапазон рабочих плотностей тока (0,4-0,8 А/до^2) и ухудшает качество осаждаемых при этом покрытий.

Учитывая низкие оптимальные концентрации ионов Ni^{2+}, Co^{2+} и Cd^{2+} (0,01-0,1 г/л) в растворе, можно предположить, что изменения технологических параметров и качества гальванических осадков происходит не за счет их легирования, а в результате изменения механизма электродного процесса.

УДК 621.35
V.V. Gasanova, student; K.V. Bezrychko pro-rector on research and educational work
National aerospace university named after N. Ye. Zhykovskiy
Kharkov aviation institute
E-mail: ellenka.emma@gmail.com

IMPEDANCES OF ELECTROCHEMICALLY IMPREGNATED NICKEL ELECTRODES AS FUNCTIONS OF POTENTIAL, KOH CONCENTRATION, AND IMPREGNATION METHOD

Nickel-cadmium cells have long been used in batteries for space satellites, and nickel-hydrogen cells are starting to replace these, both in geosynchronous (GEO) and low-earth orbit (LEO) spacecraft. Nickel-hydrogen batteries will be used in Space Station Freedom, which will require very long cycles lives of at least 30,000 cycles at 35 % depth of discharge. In this cell, the life limiting factor is almost always the nickel electrode. Impedance spectroscopy is being investigated as a means of determining the failure modes of nickel electrodes and a possible means of differentiating between good and bad electrodes and cells at an early-stage of life. This method allows a number of electrode parameters to be determined simultaneously and is also a method that can be used for in-situ, non-destructive study of electrodes and cells over a wide range of cell and electrode sizes.

As a part of a study of loss of capacity in Ni/H2 cells for space use, electrochemically impregnated nickel electrodes for Ni/H2 cells were obtained from the four U.S. manufacturers and cycled until the capacity was stable.

We are also examining the changes in impedance with cycling. The electrodes that were studied here had undergone formation cycling in the factory and were cycled sufficiently before the impedance testing to come to a stable capacity. The impedance of electrodes from each manufacturer were very similar, indicating that reproducible results can be obtained if electrodes are cycled in the same way.

Impedances of fifteen electrodes from each of the four U.S. manufacturers were measured at 0.200V vs the Hg/HgO reference electrode. This corresponds to a voltage of 1.145 for a Ni/H2 cell. Measurements were also made of a representative sample of these at 0.400V. At the higher voltage, the impedances were small and very similar, but at the lower voltage there were major differences between manufacturers. Electrodes from the same manufacturer showed only small differences. The impedances of electrodes from two manufacturers were considerably different in 26% KOH from those in 31% KOH. These preliminary results seem to correlate with the limited data from earlier life testing of cells from these manufacturers. We are following the impedances of cells being tested for Space Station Freedom and are doing more impedance measurements of electrodes as functions of manufacturer, voltage, electrolyte concentration, and cycle history in the hopes of finding better correlations of impedance with life.

.

УДК 662.62:547.143

Л.В. Герасименко, студент; Е.Ю. Нестерова, к.х.н., доцент;
И.В. Саламаха, аспирант
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ С ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ

В качестве регуляторов скорости горения смесевого ракетного твердого топлива (СРТТ) наиболее широко используются жидкие производные ферроцена, которые обладают достаточной стабильностью и термодинамическим сродством с топливной массой, имеют высокую каталитическую активность. Однако, выделение из СРТТ легколетучих жидких производных ферроцена (экссудация) приводит к изменению физико-химических свойств системы и ухудшению баллистических показателей ракеты. В надежде избежать процессов выделения на поверхности ТРТ ферроценсодержащих соединений, было синтезировано большое количество веществ, содержащих несколько ферроценовых молекул, которые могли бы удерживаться молекулами связующего.

Приведенные в литературе данные по уменьшению летучести жидких катализаторов горения на основе производных ферроцена применимы для небольшого интервала содержания жидкого ферроцена в СРТТ, что сокращает области применения данного энергоносителя. Для решения этой проблемы нами было предложено использовать в качестве регулятора скорости горения с пластифицирующими свойствами – химически модифицированное масло, содержащее ферроценовые группы.

Нами разработаны методы введения ферроценильного фрагмента в касторовое масло с использованием различных производных ферроцена: хлорангидрида ферроценкарбоновой кислоты, оксима ацетилферроцена, гидразонов ацетил- и диацетилферроцена, ферроценилкарбинола.

Структура полученных соединений доказана с помощью ИК- и ЯМР-спектроскопии.

Изучены физико-химические характеристики полученных жидких пластификаторов (вязкость на вискозиметре Убеллоде и содержание гидроксильных групп методом ацетилирования), а также исследованы реологические (растекаемость и вязкость на консистометре Хеплера), физико-механические свойства (на разрывной машине) и тепло-физические свойства (методом дифференциально-термического анализа) экспериментальных образцов СРТТ.

Данные образцы имеют высокую вязкость по сравнению с диоктилсебацинатом, но имеют высокие энергитические характеристики.

Полученные соединения могут иметь применение как пластифицирующие добавки для твердых ракетных топлив со свойствами регуляторов скорости горения.

С точки зрения экономических и практических преимуществ объединение двух свойств материала – пластификатора и регулятора скорости горения – не только удобно и технологично, но и может придать новые полезные свойства композиции в целом.

УДК 621.355.019.3

А.О. Давидов к.т.н., докторант, А.Л. Азарнов с.н.с., К.В. Безручко д.т.н, проф., проректор ХАИ по НПР, В.И. Лазненко с.н.с., А.А. Харченко н.с.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА НА ЕМКОСТНЫЕ ХАРАТКЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ

Состав электролита и, особенно, добавки, входящие в него, оказывают большое влияние на емкостные характеристики электрохимических аккумуляторов (как положительное, так и отрицательное). Нами рассмотрен состав щелочного и кислотного электролитов.

К числу вредных добавок в щелочном электролите относятся нитраты, хлор, аммиак, кремний, металлы (Al, Mg, Ni, V, Zn и др.), органические вещества, катионы кальция, карбонаты. Так, каждый десятый процент ионов кальция безвозвратно снижает емкость приблизительно на 10%.

В тоже время, добавление к электролиту моногидрата едкого лития (LiOH) улучшает работоспособность щелочных аккумуляторов, повышая их емкость и увеличивая во много раз срок их службы.

К числу вредных добавок в кислотном электролите относятся марганец, железо, хлор, азотная кислота. При наличии 0,001% азотной кислоты в электролите резко увеличивается саморазряд отрицательных электродов.

Для улучшения характеристик кислотного аккумулятора используют сурьмяные сплавы и фосфорную кислоту. Для уменьшения высокой окислительной активности положительного электрода используют депассиваторы – поверхностно-активные вещества.

Для уменьшения процессов саморазряда в электролит вводят органические вещества – ингибиторы саморазряда. Однако их использование может привести к ухудшению разрядных свойств аккумуляторов.

Таким образом, электролит является одной из основных составляющих аккумуляторов, и его состав играет основную роль в формировании емкостных характеристик и работоспособности электрохимических аккумуляторов.

УДК 678.5/8

К.И. Коваленко, магистр; А.Б. Суровцев, к.х.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: absurov@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ПАСТООБРАЗНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОЛИГОМЕРНЫХ МАЛОПОЛЯРНЫХ КАУЧУКОВ В ПРИСУТСТВИИ ПАВ

Полимерные высоконаполненные композиции на основе окислителя и горюче-связующего могут быть использованы как перспективные пастообразные топлива для ракетных двигателей различного назначения. В качестве полимерного связующего может быть использован олигомерный или высокопластифицированный каучук. В составе наполнителя качестве окислителя применяется высокодисперсный перхлорат аммония, а для повышения энергетических характеристик дополнительно используется высокодисперсный алюминий. При этом общая степень наполнения должна составлять порядка 80-90 мас. %. Основными требованиями с точки зрения реологии к таким композициям является достаточно высокая текучесть при невысоких температурах и седиментационная устойчивость системы. При такой высокой степени наполнения основной путь обеспечения высокой текучести и стабильности свойств – применение поверхностно-активных веществ (ПАВ).

В данной работе проведена оценка влияния ПАВ на реологические свойства модельных композиций пастообразного топлива. В качестве связующего рассмотрены олигомерные каучуки СКД-ГТР и СКДН-Н, а в качестве наполнителей высокодисперсный (размер частиц 45-63 мкм) хлорид калия, как инертный компонент взамен окислителя, и высокодисперсный алюминий. Изучение реологических свойств проводилась с применением ротационного вискозиметра на системе конус – плоскость, где оценивалась зависимость эффективной вязкости от напряжения сдвига в интервале от 1 – 30 кПа при степени наполнения композиций 80 – 90 мас. %. Дополнительно в состав композиций вводили добавки ПАВ в количестве от 0,1 до 1,0 мас. %. В качестве ПАВ рассмотрены олигомерные полипропиленгликоли (ППГ) с молекулярной массой от 300 до 1000.

В процессе работы было оценено влияние на реологические свойства исследуемых композиций предварительного вакуумирования, а также времени их хранения после приготовления. Показано, что вакуумирование приводит к снижению вязкости, а при хранении в течение двух месяцев имеет место незначительное нарастание вязкости композиций.

В результате изучения выбрано оптимальное содержание добавки ППГ (0,5 мас. %) и показано, что наиболее эффективным является использование продукта с молекулярной массой 480, который позволяет получать стабильные при хранении высоконаполненные композиции с минимальным уровнем вязкости.

УДК 541.135

О.С. Костандова, студент; В.І. Коробов, к.х.н., доцент,
І.А. Медведєва, ст. викл.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: elchem@ff.dsu.dp.ua

ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОРОЗІЇ МЕТАЛІВ ЗА ДАНИМИ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Дослідження корозійних властивостей гальванічного покриття вимагає надійних методів обробки даних поляризаційних вимірювань, що дозволяють визначати кінетичні параметри корозійного процесу. Швидка та надійна діагностика корозійної стійкості покриття за допомогою класичних методів є складною задачею, бо вимагає спеціального програмного забезпечення або апаратурного оформлення.

Проаналізоване кінетичне рівняння для швидкості корозійного процесу для випадку, коли руйнування металу та відновлення окисника підкоряються закономірностям сповільненого розряду, та коли корозія відбувається в умовах змішаної кінетики. З метою спрощення обчислювальних процедур, пов'язаних з визначенням кінетичних параметрів, пропонується використовувати ідентичне за фізичним змістом рівняння поляризаційної кривої в вигляді степеневого поліному. Показано, що кінетичні параметри (густина струму корозії, густина дифузійного струму та тафелевські сталі) можуть бути одночасно визначені шляхом обробки сумарної поляризаційної характеристики поблизу потенціалу корозії. Можливість розрахунку забезпечується однозначним функціональним зв'язком коефіцієнтів апроксимації з кінетичними параметрами.

Показано, що на відміну від інших методик, запропонована характеризується максимальною простотою процедури побудови початкових наближень для параметрів, що оптимізуються. Проаналізовані похибки метода, величини яких свідчать про достатню точність визначення струму корозії та тафелевських коефіцієнтів парціальних реакцій. Показано, що запропонований метод обробки поляризаційних кривих може бути використаний для діагностики механізму корозійного руйнування металів.

Розроблено обчислювальний алгоритм для аналізу даних поляризаційних вимірювань для активаційного та змішаного активаційно-дифузійного контролю катодної реакції при активаційному контролі анодного процесу. Алгоритм апробований на реальних корозійних системах.

УДК 543.070

Є.П. Кузовова, студентка; Л.П. Сидорова, к.х.н., доцент;
Ф.О. Чмиленко, д.х.н., професор
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: lady_l@inbox.ru

ЕКОАНАЛІТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ

Забруднення токсичними металами ґрунтів, відкритих водоймищ та питної води негативним чином відображується на здоров'ї населення. Тому необхідно ретельно контролювати вміст небезпечних для здоров'я металів в об'єктах довкілля.

Для визначення у водах токсичних елементів використовують в основному полуменеву атомно-абсорбційну спектроскопію, вольтамперометрію, капілярний електрофорез, високоефективну рідинну хроматографію. Для реалізації цих методик необхідне використання обладнання, що дорого коштує. У той же час мало затратна тонкошарова хроматографія зі вказаною метою застосовується нечасто, тому актуальність роботи очевидна.

Розроблена спрощена методика визначення токсичних металів у стічних водах методом тонкошарової хроматографії. Для підвищення точності методики передбачено її поєднання з комп'ютерною обробкою хроматографічних пластин. Токсичні іони металів такі як Cu^{2+}, Cd^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+} розділяють у вигляді їх комплексів з груповим реагентом дитизоном, а потім кількісно оцінюють скануванням та комп'ютерною обробкою аналітичного сигналу.

Таблиця 1. Метрологічні характеристики розробленого методу

Елемент	Діапазон визначуваних концентрацій, мг/дм^3	Мінімальна кількість, що визначається, мкг	S_r
Cu	0,001 – 20	0,05	0,07 – 0,10
Cd	0,001 – 0,5	0,05	0,10 – 0,12
Pb	0,004 – 0,2	0,10	0,06 – 0,19
Co	0,00025 – 2	0,025	0,05 – 0,10
Ni	0,00025 – 2	0,025	0,08 – 0,11
Zn	0,001 – 10	0,01	0,04 – 0,09

При проведенні аналізу одних і тих же зразків стічної води розробленим методом тонкошарової хроматографії та атомної абсорбції встановлено, що отримані результати добре узгоджуються. Можливе також використання даної методики для попереднього розділення металів з наступним аналізом іншими методами.

Таким чином розроблена методика дозволяє одночасно визначати на одній пластинці до 6 зразків токсичних іонів металів (Cu, Cd, Co, Ni, Zn, Pb).

УДК 541.135.6

С.В. Куликова, студентка; А.С. Кулик, студентка;
Н.П. Юрченко, к.х.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: n_yurchenko@bk.ru

МОДЕЛЬ ГАЛЬВАНОСТАТИЧЕСКОГО ФАЗООБРАЗОВАНИЯ И РОСТА МЕТАЛЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Начальные стадии электроосаждения металлов являются определяющими при формировании свойств осаждённых наноплёнок для широкого применения в различных областях техники. При этом гальваностатический режим электролиза в процессе электрокристаллизации металлов является наиболее распространённым. В то же время, анализ взаимосвязи закономерностей роста первых слоёв металла и их свойств осложняется недостаточной разработкой теоретических моделей, описывающих поведение электрохимических систем на этом этапе осаждения. В частности, большинство существующих моделей фазообразования получены для потенциостатических условий и при этом характеризуются рядом общих недостатков [1], а ограниченное число моделей гальваностатического фазообразования построены для постоянного пересыщения в системе либо отождествляют перенапряжение кристаллизации с общим [2].

Целью данной работы является разработка модели гальваностатической нуклеации и роста металлов. За отправную точку исследования была принята модель образования и роста новой фазы на чужеродной подложке из расплавов электролитов [3], которая, тем не менее, не учитывает, различия токов обмена стадии разряда осаждаемого металла на подложке и родственной поверхности, некоторых составляющих общего перенапряжения на подложке и на растущих кристаллах осадка, а также использует упрощённую формулу для расчёта перенапряжения перехода. Указанные недостатки были проанализированы и устранены, в результате чего получена адекватная модель процессов образования и роста новой фазы металла как на чужеродной, так и на родственной подложке. Результаты расчёта гальваностатических транзиентов потенциала и числа зародышей хорошо согласуются с экспериментальными данными, полученными при фазообразовании меди на графитовом электроде. Разработанная модель применима для широкого спектра систем металл – подложка.

1. **Гамбург Ю.Д.** Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов / Ю. Д. Гамбург. – М. : Янус–К. – 1997. – 384 с.
2. **Budevski E.** Electrochemical phase formation and growth / E. Budevski, G. Staikov, W. I. Lorenz // Advances in Electrochemical Science and Engineering. – Weinheim: VCH, 1996. – 410 p.
3. **Барабошкин А.Н.**, Исаев В.А., Чеботин В.Н. // Электрохимия. – 1981. – Т. 17, вып. 4. – С. 483-487

УДК 662.3: 662.75: 678.044.8

Ю.В. Макарова, студентка; К.Е. Варлан, к.х.н., доцент;
Е.Ю. Нестерова, к.х.н., доцент; А.С. Пугачева, ст. преподаватель,
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: konstvarlan@rambler.ru

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭПОКСИДОВ С ПРОИЗВОДНЫМИ ПИРИДИНА

Эпоксидные синтетические материалы широко применяются в ракетной технике как связующие высокопрочных композиционных материалов для корпусов и других конструктивных элементов, ингредиенты рецептур смесевых ракетных твердых топлив и бронепокрытий твердотопливных зарядов, специальных клеев, покрытий датчиков и сенсоров и т.д. Широкий ассортимент и особенности химических свойств эпоксидных смол позволяют в широких пределах регулировать свойства изделий, проводя формование и структурообразование при самых различных режимах.

С учетом технологических особенностей изготовления твердотопливных зарядов, гипотетический интерес представляют эпоксидсодержащие составы с ингредиентами, содержащими в молекулярных структурах функциональные группы различной химической природы и активности по отношению к эпоксигруппам. Путем комбинирования таких групп и подбора соответствующих температурно-временных режимов можно, с одной стороны, управлять процессами структурообразования, а с другой – регулировать физико-механические, теплофизические характеристики эпоксидных материалов, а также придавать им различные специфические свойства, например антистатические и токопроводящие.

Ранее [1] была показана возможность отверждения эпоксидиановой смолы некоторыми производными 2,6-диметилпиридина. Известно, что при взаимодействии поливинилпиридина и полиэпихлоргидрина получаются пленочные материалы с протонной проводимостью и способностью к полимераналогичным превращениям [2].

На модельных системах исследована реакционная способность амино- и карбоксильных производных пиридина по отношению к эпоксидам. Полученные результаты положены в основу исследования процессов образования и структурирования полимеров на основе олигоэпихлоргидриновой эпоксидной смолы (Э-181, УП-655) и полифункциональных пиридиновых соединений.

1. **Скворцова, Е.В.** Применение β-аминопиридинов в качестве отвердителей эпоксидных смол / Е.В. Скворцова, И.В. Саламаха, А.С. Пугачева и др. // Тези доп. XII Міжнародн. науково-практ. конф. «Людина і космос». – Дніпропетровськ, квітня 2009 р. – С. 483.
2. **Андріянова М.В.** Синтез і дослідження властивостей полімерних четвертинних амонієвих солей для йонпровідних матеріалів. – Автореферат дис. ... канд. хім.. наук. – Дніпропетровськ, 2009. – 20 с.

УДК 544.6

Н.М. Нікітенко, студентка; Л.В. Борщевич, доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Borshchevich@i.ua

ОСАДЖЕННЯ ХРОМУ ІЗ ЕЛЕКТРОЛІТІВ НА ОСНОВІ СОЛЕЙ ХРОМУ(III)

Осади електролітичного хрому характеризуються рядом цінних властивостей, які забезпечують широке і різнобічне застосування хромових покриттів. Хром, залишаючись активним металом, легко пасивується, набуваючи значної корозійної стійкості по відношенню до ряду агресивних середовищ.

Хром стійкий в атмосфері і в розчинах концентрованої нітратної кислоти. На нього не діють більшість органічних кислот. Він стійкий по відношенню до сірки, її сполук і розчинів багатьох солей. У той же час хромові покриття, осаджені на поліровану поверхню можуть мати дзеркальний блиском і красивий сіруватий відлив. Завдяки цим особливостям, хромові покриття одержали широке застосування для захисно-декоративних цілей. Електролітичний хром достатньою мірою пластичний не крихкий метал, добре піддається механічній обробці.

Електролітичні осади хрому відрізняються високою твердістю, що значно перевищує твердість будь-яких термічно оброблених сталей і чавунів, зокрема цементованих і азотованих.

Зниження токсичності електролітів хромування, підвищення їх ефективності і поліпшення властивостей покриттів пов'язані з необхідністю охорони навколишнього середовища, зменшення витрат на очисні споруди, економії цінного металу хрому і паливно-енергетичних ресурсів. У зв'язку з цим останнім часом значна увага приділяється електролітам хромування на основі сполук Хрому(III).

В роботі досліджувалися умови утворення хромових осадів на золотому електроді із електроліту, що містив 0,2М $KCr(SO_4)_2$, 0,5М H_3BO_3, 1,0М Na_2SO_4 з метою подальшого вивчення їх складу методами гравіметрії та стрипінгової вольтамперометрії.

У якості робочого електроду використовували пластину із золотої фольги площею 1 $см^2$. Електроосадження проводили у термостатованій комірці з розділеними анодним і катодним просторами у потенціостатичному режимі. Анодом служила платинова пластина.

Було встановлено, що для отримання якісних металевих осадів при електроосадженні хрому з розчинів Cr(III) доцільно вводити до складу останніх органічні сполуки (натрій форміат, оксалатна кислота), що утворюють з іонами хрому(III) стійкі комплекси. Важливою умовою є попередня термообробка електроліту впродовж 1 години при температурі 90^0С, яка необхідна для прискорення та повноти процесів комплексоутворення.

На підставі порівняння мас хромового покриття, визначених хроноамперометричним і гравіметричним методами та застосування попередньо проведених квантово-хімічних розрахунків встановлено, що до складу електролітичного осаду можуть входити сполуки хрому у проміжному ступеню окиснення.

УДК 544.63

О.С. Орленко, науковий співробітник, Н.В. Стець, к.х.н. доцент,
М.О. Грабовська, студентка
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: orlenko_olga@i.ua

ВПЛИВ АКРИЛОВОЇ КИСЛОТИ НА СКЛАД МІДНИХ ОСАДІВ, ОТРИМАНИХ З СУЛЬФАТНОКИСЛИХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

Одним з найважливіших напрямів розвитку сучасних науки та промисловості є створення нових функціональних матеріалів. Значна роль в цьому належить хімічним технологіям, які дозволяють досягнути ступеня диспергування речовини на рівні нанорозмірів. Композиційні матеріали з полімерними або металічними матрицями, що містять наночастки іншої фази, використовуються в самих різноманітних пристроях. При розробці таких матеріалів визначаючим є з'ясування закономірностей утворення нової фази та можливостей формування її певних властивостей.

Ми дослідили електрохімічний процес утворення осадів міді з сульфатнокислих розчинів, що містять акрилову кислоту (АК). Акрилова кислота використовується в якості добавки в електролітах сульфатнокислого мідніння. В присутності АК катодний процес утворення металічної міді ускладнюється стабілізацією проміжного продукту реакції – іонів Cu^+, у вигляді стійких π-комплексів $[Cu^+(H_2O)_3\pi\text{-АК}]$. Крім того відбувається побічна реакція полімеризації АК, що підтверджується збільшенням в'язкості розчинів купрум(II) сульфату в присутності АК та іонів Cu^+.

Таким чином катодний осад, що отримано із сульфатнокислих розчинів купруму(II) в присутності АК може містити у своєму складі окрім металічної міді, ще й сполуки купруму(I) та поліакрилову кислоту різного ступеня полімеризації. Це відкриває можливості для створення композиційних матеріалів різного складу.

Ми дослідили вплив концентрації АК та режиму електролізу на склад катодного осаду. Осадження проводили на платиновому електроді у гальваностатичних умовах з різною густиною струму ($i_к$ = 2-8 мА/см^2). Для визначення складу утвореного осаду реєстрували анодні хроновольтамперограми його розчинення, за якими також визначали кількість електрики, витраченої на розчинення осаду.

Виявилось, що осади, отримані в присутності АК, розчиняються під час анодної поляризації не повністю, на відміну від осадів, отриманих із чистих розчинів купрум(II) сульфату. Після анодного розчинення композитного осаду на електроді залишається електрохімічно пасивна плівка чорного кольору, яка може розчинятися у розведених розчинах аміаку або хлоридної кислоти. Імовірно, це сполуки купруму(I), які здатні розчинятися за рахунок комплексоутворення.

Виявлений ефект може бути корисним при розробці композиційних матеріалів, що містять наночастки міді.

УДК 544.635

В.В. Полтавец, ведущий инженер; В.А. Полонский, к.х.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: verapolt@yahoo.com

ТЕРМО- И КОРРОЗИОННО-СТОЙКИЙ ЖЕЛЕЗО-ДВУОКИСНОМАРГАНЦЕВЫЙ МАТЕРИАЛ

Задача предотвращения коррозии оборудования в системах горячего водоснабжения для своего решения требует как дополнительной обработки воды, так и подбора коррозионно-стойких конструкционных материалов. В случае использования установок прямого нагрева теплоносителя переменным током существенной также становится проблема газообразования вследствие разложения воды. Для обеспечения долговечности и надежности в эксплуатации рабочие электроды должны быть изготовлены из материалов с высокой термо- и коррозионной стойкостью.

С целью достижения таких свойств нами были опробованы в качестве электродных материалов никель, титан, свинец, стали различных марок. В качестве теплоносителей рабочих электролитов использовались дистиллированная вода или ее смесь с этиленгликолем. Рекомендуемая электропроводность порядка 200-400 мкСм/см обеспечивалась добавлением 0,2-0,4 г/л натрий сульфата.

В ходе экспериментов образцы помещались в термостатированную ячейку с электролитом и подвергались воздействию переменного синусоидального тока промышленной частоты в течении нескольких часов. Температура поддерживалась в диапазоне 60÷70 ^{0}C. О степени коррозионного разрушения судили по изменению массы и состоянию испытуемых образцов. Наилучшие результаты получены для электродов из нержавеющей стали марки 08Х20Н9Г2П.

Поскольку в отопительных системах с замкнутым контуром недопустимо газообразование, для предотвращения разложения воды на поверхности электрода формировалась плотная пленка MnO_2. Такое покрытие было использовано по аналогии с классическим для хлорной промышленности титан-двуокисномарганцевым материалом. Тщательно подготовленная поверхность химическим способом покрывалась тонким плотным слоем диоксида марганца. Плотность пленки и качество ее сцепления с подложкой задавались режимом ее формирования. О толщине слоя диоксида марганца можно судить по удельной массе осадка (0.6÷0.7 мг/см^2).

Разработанный железо-двуокисномарганцевый электродный материал достаточно устойчив и обеспечивает требуемый режим работы оборудования в условиях длительной эксплуатации.

УДК 678.5/8

А.Н. Полывяный, магистр; А.Б. Суровцев, к.х.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: vermut46@rambler.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ НАПОЛНИТЕЛЯ В ПАСТООБРАЗНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ

В настоящее время востребованы ракетные двигатели (РД) с регулируемым режимом работы, существенным преимуществом которых перед твердотопливними РД является возможность многократности выполнения операции запуска и выключения РД. В таких РД могут применятся пастообразные (ПРТ) или гелеобразные топлива на основе окислителя и горюче-связующего (ГС) с высокой степенью наполнения. В качестве полимерного ГС для ПРТ могут использоваться олигомерные низкомолекулярные или высокопластифицированные каучуки, а в качестве окислителя – высокодисперсный перхлорат аммония (ПХА). Основными требованиями, предъявляемыми к реологическим свойствам таких композиций, являются достаточно высокая текучесть при невысоких температурах и седиментационная стабильность системы. Для обеспечения требуемого уровня этих свойств может быть рассмотрен подход, связанный с применением поверхностно-активных веществ и поверхностной модификацией наполнителя.

В данной работе проведена оценка влияния ПАВ олигомерной природы на реологические свойства модельных композиций ПРТ. В качестве ГС использованы олигомерные каучуки СКД-ГТР и СКДН-Н, а в качестве наполнителей – высокодисперсный хлорид калия (инертный компонент взамен ПХА) и высокодисперсный алюминий. Также в качестве наполнителя был применен хлорид калия, поверхностно модифицированный за счет создания на поверхности частиц полимерной оболочки, которая, как ожидалось, может способствовать повышению степени наполнения, увеличению седиментационной устойчивости системы и улучшению реологических свойств. Степень наполнения композиций составляла 80 – 90 мас. %. Дополнительно в состав композиций вводили добавки ПАВ (0,1 – 1,0 мас. %), в качестве которых рассмотрены олигомерные полипропиленгликоли (ППГ), а также металлорганические производные ППГ.

Пастообразные композиции готовили механическим смешением компонентов в высокоскоростном смесителе с последующим их вакуумированием, что способствует дополнительному снижению вязкости. Изучение реологических свойств, проводилось на приборе ИИРТ-АМ, предназначенном для оценки текучести расплавов и концентрированных растворов полимеров при истечении через цилиндрический капилляр, а также с применением ротационного вискозиметра РЕОТЕСТ на системе конус – плоскость. Для ряда исследуемых композиций оценивалась зависимость эффективной вязкости от напряжения сдвига.

Оценена эффективность предварительной модификации поверхности инертного наполнителя в сравнении с вариантом не модифицированного наполнителя, а также эффективность введения ПАВ в зависимости от их природы и содержания.

УДК 541.49

О.В. Портянко, студентка; Л.П. Сидорова, к.х.н., доцент;
Ф.О. Чмиленко, д.х.н., професор
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: portyankoelena@gmail.com

ХРОМАТОГРАФІЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕРУКОВОЇ КИСЛОТИ

В зв'язку з вичерпністю паливних ресурсів та сильною забрудненістю атмосфери, перед людством постає проблема пошуку альтернативних джерел енергії. Найперспективнішими серед таких в останні роки було визначено рослинні та тваринні жири, що можуть бути використанні для виробництва біодизельного та заміни нафтового дизельного палива. В даний час в світі вже реалізується біодизельне паливо, що було виготовлене з ріпака (рапсу). Ріпакове масло стійке до низької температури та використовується як змащувач в реактивних двигунах.

З хімічної точки зору, біодизель є сумішшю метилових (етилових) естерів насичених та ненасичених кислот. Як відомо, важливим показником для ріпакової олії є наявність ерукової кислоти. Мінімізація ерукової кислоти в олії грає важливу роль при використанні масла в харчовому секторі. Для харчових цілей використовується насіння ріпаку з вмістом ерукової кислоти не більше 2%. Що стосується технічних сортів ріпакової олії, які непридатні для їжі у зв'язку з підвищеною кількістю ерукової кислоти і сумарною місткістю мононенасичених кислот в межах 53-69%, а поліненасичених – до 23%, то саме ці сорти відповідають вимогам для виробництва альтернативного палива для дизельних двигунів. Тобто, необхідно контролювати вміст цієї кислоти. Зараз масову долю ерукової кислоти визначають методом газорідинної хроматографії а також перетворюють рослинні тригліцериди у відповідні метилові ефіри, які в свою чергу піддають газохроматографічному аналізу.

В роботі запропонована ідентифікація ерукової кислоти методом тонкошарової хроматографії. Підібрані рухомі фази, запропонована методика виділення ерукової кислоти з ріпакової олії. Основні етапи процесу наведені нами в схемі аналізу (Рис.1).

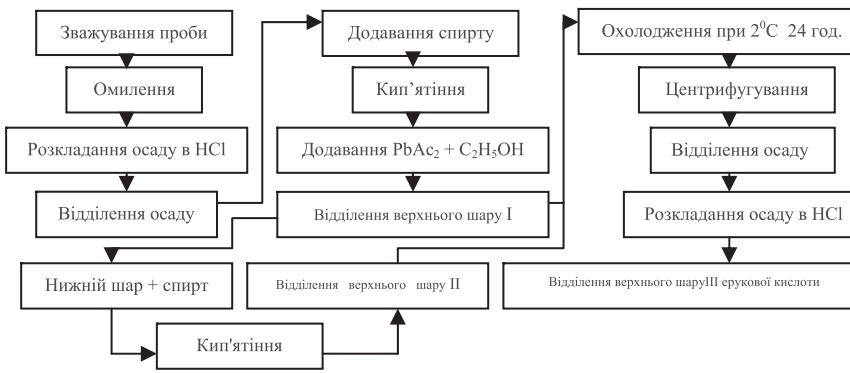


Рис.1. Виділення ерукової кислоти з ріпакового масла

УДК 678.643

А.Ю. Рыбалко, аспирант; Е.Ю. Нестерова, к.х.н., доц.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭПОКСИДСОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ КАУЧУКОВ

Низкомолекулярные каучуки широко используются в производстве резин для автомобильных, авиационных и велосипедных шин, а также специальных резин, для тепло-, звуко-, воздухо- гидроизоляции разъемных элементов зданий в санитарной и вентиляционной технике, в гидравлической, пневматической и вакуумной технике.

Пути модификации низкомолекулярных каучуков часто связаны с добавлением или совмещением их с различными другими полимерами или модифицирующими добавками. Это не требует сложного специального оборудования и дает возможность получать технические изделия с различными заданными свойствами. Большое распространение в некоторых отраслях промышленности получили системы на основе совмещения каучуков с пластиками и смолами. Композиция каучук-пластик используется при производстве технических изделий, стойких к износу в агрессивных средах, в кабельной промышленности для улучшения электроизоляционных свойств. В шинной промышленности, к примеру, нефтяные смолы применяются в качестве вулканизирующих веществ. Каучуко-смоляные композиции являются основой различных клеев и герметиков.

В ракетной технике синтетические каучуки используются в качестве полимерной основы при изготовлении смесевого твердого ракетного топлива, в котором они играют роль горюче-связующего.

Известны способы отверждения олигомерных каучуков с использованием модифицированных эпоксидных смол, содержащих пероксидные фрагменты. При этом, данные композиции могут отверждаться как за счет пероксидного фрагмента, так и путем раскрытия эпоксидного цикла.

С целью получения низкомолекулярных каучуков с заданным комплексом свойств нами разработаны методы синтеза эпоксидсодержащих модифицирующих добавок и способы их введения в гидроксилсодержащие низкомолекулярные каучуки для получения горюче-связующих, которые могут отверждаться как за счет пероксидных групп так и с использованием эпоксидного фрагмента.

УДК 662.62:547.143

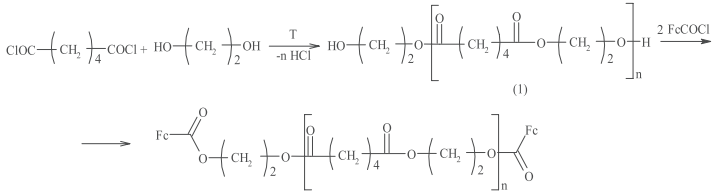
Е.В. Скворцова, студент; И.В. Саламаха, аспирант; А. Рыбалко, аспирант;
А.С. Пугачева, ст. преподаватель; Е.Ю. Нестерова, к.х.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: kafedra__vms@mail.ru

СОЗДАНИЕ НОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ СОДЕРЖАЩИХ ФЕРРОЦЕН

К перспективным областям применения производных ферроцена можно отнести катализ горения топлив, снижение величины дымообразования при сгорании топлива, вулканизация полимерных композиций. Наиболее технологичными являются жидкие или легкоплавкие производные ферроцена, обладающие необходимыми эксплуатационными характеристиками: высокой растворимостью в малополярных органических растворителях, термодинамической совместимостью с неполярными или малополярными олигомерами, достаточной устойчивостью к гидратации и окислительной деструкции. В технологии производства ракетных топлив в качестве регуляторов скорости горения наиболее часто используются алкильные производные ферроцена, которые характеризуются низкими температурами плавления. Однако термодинамическая совместимость с используемым горюче-связующим остается достаточно низкой, что приводит к постепенной диффузии производных ферроцена на поверхность топливной массы.

Решением данной проблемы является создание ферроценсодержащих многофункциональных составляющих смесевых твердых ракетных топлив, что с одной стороны, упрощает технологию приготовления топливной массы путем сокращения количества ее компонентов, с другой стороны, позволяет совмещать в одном компоненте свойства регулятора скорости горения и пластификатора.

Эфиры дикарбоновых кислот и высших спиртов (например ДОС) широко используются в качестве стандартных пластификаторов в процессе приготовления топливной массы. С целью создания регулятора скорости горения со свойствами пластификатора нами разработана методика получения функционализированных эфиров (1) путем взаимодействия хлорангидрида адипиновой кислоты с этиленгликолем и последующим ацилированием гидроксильных групп хлорангидридом ферроценкарбоновой кислоты с образованием продуктов (2) по схеме:



n=1,2,3.

Структура полученных соединений доказана с помощью ЯМР-спектроскопии, проведен количественный анализ гидроксильных групп, который подтверждает образование смеси эфиров (1). Определены физико-химические характеристики полученных продуктов.

УДК 662.62:547.143

М.М. Челтонов, инженер, Е.Б. Устименко, к.т.н.,техн.директор,
Л.И. Подкаменная, зам.директора НИИВЭМ, Г.И. Ищук, вед.инженер
Государственное предприятие «Научно-производственное объединение
«Павлоградский химический завод», г. Павлоград.
E-mail: ntcphz@pkhz.dp.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМОГО КОМПОНЕНТА ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ЕГО ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

При проведении работ по демилитаризации широко применяются процессы гидромеханической обработки композиционных материалов из огне- и взрывоопасных веществ. Такая обработка позволяет безопасным методом разрушить эти материалы и извлечь их в виде относительно небольших фрагментов и кусков для последующей утилизации или уничтожения. Однако при проведении процессов гидромеханической обработки композиционных материалов, содержащих водорастворимые компоненты (ВРК), возникает проблема с насыщением технологических растворов такими компонентами. Это затрудняет работу насосного гидромеханического и струйного оборудования в случае кристаллизации ВРК из насыщенных растворов. Кроме того, создается определённая опасность воспламенения ВРК в «застойных» зонах и трущихся частях технологического оборудования. Для решения указанных проблем необходимо исключить пересыщение технологических растворов водорастворимыми компонентами. Это возможно при условии определения оптимальных режимов процесса гидромеханической обработки композиционного материала, содержащего ВРК. Такие режимы могут быть выбраны по результатам изучения кинетики экстрагирования ВРК, входящего в состав композиционного материала.

Целью данного исследования является получение кинетических параметров при экстрагировании ВРК из твёрдой фазы композиционного материала в водный раствор для прогнозирования количественных зависимостей выделяемого вещества.

На основе опытных лабораторных исследований определены параметры экстрагирования водорастворимого компонента в зависимости от размеров фрагментов композиционных материалов и времени гидромеханического воздействия на них. Полученные параметры экстрагирования позволяют прогнозировать количество выделяемого из твёрдой фазы вещества при проведении опытно-промышленных процессов гидромеханической обработки. Получены кинетические зависимости извлечения ВРК и определены коэффициенты вымывания A и коэффициенты массопереноса k для образцов с различными размерами. Выведено уравнение, позволяющее прогнозировать концентрацию компонента в растворе и степень вымывания водорастворимого компонента из композиционного материала в зависимости от размера частиц твёрдой фазы.

УДК 621.35

E.G. Chechina, student; K. V. Bezrychko pro-rector on research and educational work
National aerospace university named after N. Ye. Zhykovskiy
Kharkov aviation institute
E-mail: ellenka.emma@gmail.com

CHANGES IN IMPEDANCES OF Ni/Cd CELLS WITH VOLTAGE AND CYCLE LIFE

Impedances of aerospace design Super Ni/Cd cells are being measured as functions of voltage and number of cycles.

Analysis of the impedance data has been made using a number of equivalent circuits. The model giving the best fit over the whole range of voltage has a parallel circuit of a kinetic resistance and a constant phase element in series with the ohmic resistance. The values for the circuit elements have been treated as empirical parameters, and no attempt has been made as yet to correlate them with physical and chemical changes in the electrode. No significant changes have been seen as yet with the exception of a decrease in kinetic resistance at low states of charge in the first 500 cycles.

As part of a long-term study of the feasibility of using impedance spectroscopy for prediction of cycle life and diagnosis of failures in space flight cells, measurements are being taken on two 19 AH aerospace design Super Ni/Cd cells. The cells are being cycled in a low earth orbit (LEO) regime to 50% state of charge. Impedances are being measured periodically at eight voltages over the entire range of state of charge.

The impedance of Super Ni/Cd cells have been studied as functions of voltage and cycle history. The data is being analyzed by several methods. The parameters determined using several simple equivalent circuits cycles have not shown any major changes during the first 3000 cycles. However, since cell failure is not expected for some time, it is not yet possible to determine whether impedance measurements will allow one to determine whether impedance measurements will allow one to predict cell life or performance.

УДК 544.654.2

А.И. Щукин, студент, В.А.Полонский, доцент,
О.В.Демчишина, аспирант
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: TolegLp@email.ua

ВЛИЯНИЕ ЦИСТЕИНА НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ НИКЕЛЯ

Электролитическое никелирование является универсальным процессом декоративной и технической обработки поверхности, широко применяемым в различных областях техники. Механизм этого процесса достаточно сложный, параллельно с электровосстановлением никеля происходит образование водорода, что при интенсивных режимах электролиза приводит к подщелачиванию катодного пространства, образованию малорастворимых основных соединений никеля, способных включаться в катодный осадок, изменяя его структуру и физико-химические свойства.

При использовании электролитов с органическими добавками значительно расширяются возможности управления указанными процессами, варьирования в широких пределах параметрами электролиза, получения покрытий с заданными свойствами.

Нами исследован процесс электровосстановления никеля из сульфатных электролитов в присутствии цистеина на подложку из меди. Измерения проводились как при стандартной (25^0), так и при повышенной (40-60^{0}C) температурах. Величина pH раствора стабилизировалась добавкой борной кислоты в диапазоне 3,5-4,0.

Цистеин в таких условиях способен образовывать с ионами Ni^{2+} достаточно прочные плоско-квадратные комплексы состава $NiCys_2]^{2-}$, наличие которых в растворе существенно изменяет механизм катодного процесса. Торможение процесса разряда подтверждается результатами проведенных поляризационных измерений. Это должно приводить к изменению свойств никелевых покрытий, что подтвердилось данными, полученными в угловой учейке Хулла. Так, при 25^{0}C и соотношении концентраций ионов Ni^{2+} : Cys = 1:1 для диапазона плотностей тока 0,5-1,5 А/дм^2 возможно получение дисперсных осадков никеля, не загрязненных гидроксидами.

Микроскопический анализ показал достаточную однородность частиц по их раз мерам и форме.

УДК 541.49+541.64
А.И. Яловикова, студентка; Е.Ю. Нестерова, к.х.н., доцент,
Е.С. Косицина, ст.преподаватель
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: ekositsina84@gmail.com

ФЕРРОЦЕНСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИМЕРЫ НА ОСНОВЕ ДИГИДРАЗИДА 2,6-ДИМЕТИЛ-3,5-ПИРИДИНДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Развитие ядерной энергетики, способствующее увеличению количества радиоактивных отходов, освоение космоса вызвали возрастание интереса к вопросу поиска новых радиозащитных материалов и совершенствованию уже существующих.

Радиозащитные материалы, способные снизить неблагоприятное воздействие излучений, применяются для защиты (экранирования) в области ракетостроения, медицины или промышленности, где используются рентгеновское или гамма – электромагнитное излучение, а также для построения сооружений, в которых используются или хранятся радиоактивные продукты. Чаще всего в качестве радиозащитного материала применяется свинец благодаря его низкой стоимости и хорошим радиозащитным свойствам, однако он токсичен, и в целях защиты окружающей среды его применение ограничивается. В качестве радиозащитных материалов могут применяться также вольфрам, олово, висмут и др., но они имеют определенное ограничение в использовании.

Радиозащитные материалы, состоящие из полимерной основы, в которую введены частицы металла (преимущественно, в виде порошка) или металлсодержащие соединения, представляют собой гибкие, эластичные продукты, которым можно придавать различную форму и формировать из них мембраны, листы, пленки и т.д. В качестве основы могут быть использованы реактопласты (термореактивные пластмассы), эластомеры, резины или смолы.

Полимерные материалы, содержащие металлорганические фрагменты, стали подразделом химии полимеров. В качестве металлорганических соединений может быть использован ферроцен и его производные. Ферроценсодержащие полимеры, используются, прежде всего, в качестве катализаторов, огнезащитных составов, фотосенсибилизаторов. Однако, такие полезные свойства ферроцена, как высокая термическая устойчивость и радиационная стойкость, дают возможность использовать ферроценсодержащие полимеры для получения радиозащитных материалов (покрытий), которые можно применять в ракетостроении для защиты от космического излучения.

Нами разработана методика введения производных ферроцена в полимерную матрицу на основе дигидразида 2,6-диметил-3,5-пиридиндикарбоновой кислоты (ДГ-1) и макродиизоцианатов, состоящих из 2,4-толуилендиизоцианата и политетраметиленоксида-1000 (МДИ-1), или поли-1,4-бутадиена-3000 (МДИ-2), или полипропиленоксида-2000 (МДИ-3). Получены эластомерные материалы, содержащие ферроцен, проведены исследования их физико-химических свойств и термической устойчивости при высоких температурах.

19
Дистанционный мониторинг Земли

Координатор:
Мозговой Дмитрий Константинович,
старший преподаватель факультета физики, электроники
и компьютерных систем ДНУ имени Олеся Гончара

УДК 550.83

А.Ж. Бибосинов, магистр наук; Ж.Ш. Жантаев, д.ф.-м.н.
АО «Национальный центр космических исследований и технологий» Казахстан
E-mail: bibossinov@yahoo.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРО-ТЯНЬ-ШАНЬСКОГО РЕГИОНА ПО ДАННЫМ GPS ИЗМЕРЕНИЙ

Цель проекта – создание и развитие системы наземно-космического мониторинга геодинамических и геофизических процессов, происходящих в земной коре, для исследования динамики и механизмов эволюции напряженно-деформированного состояния различных ее участков и построения их геомеханических моделей.

Новизной в данной работе можно считать установленную возможность выявления очаговых зон, как состоявшихся, так и будущих землетрясений по распределению в регионе проявляющихся локально аномалий полей скорости линейного относительного деформирования и скорости сдвиговых проявлений на поверхности. Для получения полной картины необходимо проведение анализа по предлагаемой схеме уже полученных полей современных движений в регионе. Предложенные в данной работе способы трансформации полей компонент скорости современных движений и расчеты соответствующих им полей всестороннего сжатия-растяжения поверхности, нахождение горизонтальных градиентов и их экстремальных значений на поверхности и выделение тектонически-активных зон, непосредственно контролирующих положение эпицентров сильных землетрясений, характеризует в целом предлагаемую концепцию использования данных GPS-мониторинга, как принципиально новую и перспективную для будущих исследований.

Новым для региона явился предложенный подход к построению его упругой механической модели с учетом данных о физических свойствах пород и факторах снижения прочностных свойств в виде сети разрывных нарушений. Эта модель допускает неограниченное развитие в зависимости от новых данных является отображением представлений о регионе и основой геодинамического анализа.

Практические работы с GPS были связаны с продолжением непрерывной регистрации современных движений на 5 станциях в непрерывном режиме. Проведена предварительная обработка данных в интервале времени около 260 суток от начала и получены первые временные ряды смещений пунктов.

В данной работе применены ранее разработанные комплексы программ расчета числовых моделей упругой и упруго-пластичной среды для Северного Тянь-Шаня. Показана технология расчетов и весь их цикл. Использованы уже имеющиеся базы данных по разрывной тектонике и упруго-плотностным свойствам. Результатом явились объемные картины распределения полей напряжений в толще коры Северного Тянь-Шаня. Более детальная картина может быть получена по мере наполнения базы данных, на что требуется значительное время.

Установленные надежные связи параметров современных движений с сейсмичностью, а также гибкая система числового моделирования указывают на реальность прогноза для Северного Тянь-Шаня.

УДК 004.7

Ю.А. Грипич, аспирант
Институт космических исследований НАНУ-НКАУ
E-mail: informl@ikd.kiev.ua

АНСАМБЛЕВЫЙ МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Важным этапом прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур является оценка посевных территорий. Для получения объективной информации о засеянных сельскохозяйственных культурах целесообразно использовать спутниковые данные, как источник объективной информации. Однако для обеспечения точности полученных результатов требуется их наземная заверка и использование модели регрессии.

В мире активно развиваются комплексные системы мониторинга состояния растительности и оценки рисков. Так, в Соединенных Штатах Америки разработкой таких систем активно занимаются специалисты агентства NOAA (http://www.nws.noaa.gov/), в Европе используется система мониторинга MARS, в рамках Европейской программы GMES выполняется проект Geoland/Geoland2 (http://www.gmes.info/pages-principales/projects/land-projects/geoland2/), в Российской Федерации аналогичная система мониторинга разработана специалистами Института космических исследований РАН.

Таким образом, для оценки состояния сельскохозяйственных культур необходимо анализировать (классифицировать) информацию, поступающую из различных источников с различным временным и пространственным разрешением. Для совместного анализа такой информации применяются методы и технологии слияния данных (data fusion) [1].

Обработка данных реализуется с помощью ансамблевого метода анализа данных [2], который обеспечивает более высокую точность оценивания разнородной информации, чем любой отдельно взятый классификатор. Отдельные классификаторы выступают в данной ситуации в качестве «ядер», обеспечивающих переход от анализа отдельных признаков к оценке ситуации в целом.

Широкие возможности классификации предоставляют нейросетевые технологии, с помощью которых можно строить не только дискриминантные классификаторы, но и оценивать статистическую погрешность классификации [3]. В докладе исследованы возможности применения различных нейросетевых архитектур для решения задач классификации посевов.

1. **Н.Н. Куссуль**, Я.И. Зелык, Интегрированный подход к оценке рисков на основе геопространственной информации// Матеріали доповідей Другої Всеукраїнської конференції з запрошенням закордонних учасників «Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвиткку та безпеки» — К.: «Освіта України», 2010. — С. 96-98.
2. **Tommi Jaakkola**, course materials for 6.867 Machine Learning, Fall 2006. MIT OpenCourseWare(http://ocw.mit.edu/), Massachusetts Institute of Technology.
3. Интеллектуальные вычисления в задачах обработки данных наблюдения Земли// Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю., Скакун С.В., Кравченко А.Н. — К.: «Наукова думка», 2007. – 196 с.

УДК 629.7

С.А. Долгих, инженер;
В.Д. Костюченко, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник,
Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие
«Геоинформационные системы» Национальная академия наук Беларуси
E-mail: val@np.by

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ПРОГРАММА ЦЕЛЕВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ (СЪЕМКИ) БЕЛОРУССКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Цель долговременной программы целевого функционирования (съемки) (ДПФ) Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли (БКСДЗ) – эффективное использование БКСДЗ в период планового функционирования космического аппарата (КА).

Национальный оператор БКСДЗ заинтересован в формировании и постоянном пополнении портфеля заказов оплаченных отечественными и зарубежными заказчиками. Группа планирования оперативно (ежесуточно, на каждом витке) решает задачу формирования полётного задания для полезной нагрузки КА из оплаченных заказов на съёмку. Задача ДПФ заключается в том, чтобы при отсутствии оплаченных заказов в портфеле на определенном интервале оперативного планирования (или невозможности выполнения имеющегося заказа по погодным или иным условиям) ресурс не простаивал. Для решения этой задачи предлагается введение «гипотетических заказчиков» (ГЗ), каждый из которых формирует разумный с точки зрения общей эффективности использования БКСДЗ поток заказов. Из результатов съемки по заказам ГЗ формируется архив, материалы которого предлагаются потенциальным потребителям. Стремление максимизировать предполагаемые доходы от реализации данных материалов должно лежать в основе политики каждого ГЗ. Один такой ГЗ может преследовать цель: наблюдать за зонами стихийных бедствий, оставленных без внимания оплаченными заказами, второй – за снежным покрытием, третий – заполнения в создаваемом архиве мест, незаполненных оплаченными заказами, четвертый – создание архивов, которые дополняют снимками потребной точности архивы других систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и т.д.

В основу политики основного ГЗ положен подход к формированию плана сбора данных ДЗЗ PRISM японского спутника ALOS вследствие того, что, во-первых, эти данные близки по характеристикам с данными БКСДЗ, а во-вторых, политика ALOS основывается на плановой съемке в архив (практически полное отсутствие экстренного вмешательства в долговременное планирование) и основные доходы получаются от продажи данных из архивов. Поток заказов данного ГЗ построен на основе анализа плана сбора данных PRISM за все время его активного функционирования (с 20 октября 2006 года по настоящее время), который позволил систематизировать участки поверхности Земли, сезонность и периодичность их съемки.

На основе мониторинга загруженности БКСДЗ оплаченными заказами, а также фактической реализации данных ДЗЗ из архивов, полученных по заказам различных ГЗ, предполагается периодическая коррекция ДПФ.

УДК 528.835.042.3

С.А. Долгих, инженер[1]; С.А. Золотой, к.т.н.[1];
А.А. Ставров, д.ф.-м.н., профессор[1]; Ю.П. Чернявский, к.т.н.[1];
А.Г. Костюкевич, аспирант[2]; И.М. Гулис, д.ф.-м.н., профессор[2]
[1]Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие
«Геоинформационные системы» Национальной академии наук Беларуси
[2]Белорусский государственный университет
E-mail: Dolgih.Sergei@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ВИДЕОСПЕКТРОФОТОПОЛЯРИМЕТРИИ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Задача непрерывного совершенствования космических средств и методов дистанционного зондирования Земли вытекает из неуклонного роста практической потребности в их результатах со стороны различных потребителей. При этом значимой тенденцией развития является не только наращивание эффективности отдельных информационных каналов, но также их аппаратно-программное комплексирование, обеспечивающее получение максимального объёма взаимно согласованных пространственно-временных, спектрально-энергетических и поляризационных характеристик. Дополнительным достоинством этого подхода является возможность комплексной миниатюризации бортовой регистрирующей аппаратуры, что способствует переходу от традиционных многофункциональных спутников большого и среднего классов к прогрессивным малогабаритным и существенно менее затратным спутникам малого класса, в частности, к микроспутникам, причём не только при их запуске, но и в процессе эксплуатации.

Одним из максимально востребованных видов спутниковой аппаратуры, способных реализовать высококачественное зондирование поверхности Земли, являются в настоящее время видеоспектрометрические оптикоэлектронные системы. С их помощью может быть обеспечена одновременная регистрация как двумерной пространственной информации о геометрических характеристиках подстилающей поверхности, так и спектрально-энергетического состава испускаемого данной поверхностью оптического излучения в качестве третьей координаты. Для большинства практических применений такие данные достаточно полно характеризуют наблюдаемые объекты и явления, что позволяет оперативно их выявлять и идентифицировать, принимать оптимальные решения. Важнейшим фактором, способствующим дальнейшему росту эффективности зондирующей аппаратуры, является сбалансированное повышение разрешающей способности и ряда других свойств пространственных и спектральных информационных каналов.

Решение этой задачи традиционными методами, с использованием классических видеоизобразительных и диспергирующих аппаратных средств, не позволяет достигать желаемых функциональных и массогабаритных качеств бортовых оптикоэлектронных систем. Однако данное препятствие может быть успешно преодолено за счёт использования новейших достижений в области управляемой фильтрации оптического излучения. В докладе сообщается о путях реализации малогабаритных видеоспектрофотополяриметров с использованием современных акустооптических управляемых фильтров и монохроматоров изображений, приводятся их функциональные схемы и ожидаемые технические параметры.

УДК 528.8 (476)

Т.А. Жидкова, соискатель; Ю.М. Обуховский, д.г.н., доцент
Белорусский государственный университет
E-mail: tanya.zh@tut.by

МОНИТОРИНГОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ПОЛИГОНОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЗЕМНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ПОДСПУТНИКОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Сотрудниками географического факультета Белгосуниверситета проводится научно-исследовательская работа по теме «Разработка аппаратно-программного комплекса эталонно-калибровочного полигона «Западная Березина» для наземного сопровождения подспутниковых экспериментов, в том числе при проведении полетных испытаний и калибровки целевой аппаратуры Белорусского космического аппарата» в рамках программы Союзного государства «Разработка базовых элементов, технология создания и применения орбитальных и наземных средств многофункциональной космической системы (Космос-НТ).

Целью проводимых исследований является сбор наземной информации на тестовом полигоне для наземного сопровождения подспутниковых экспериментов. Поставленная цель предполагает решение следующих задач: сбор наземной информации по различным типам подстилающей поверхности, проведение мониторинговых, синхронных с дистанционными измерениями, наблюдений земных покровов тестового полигона.

Исходными данными по проекту являлись фондовые и архивные материалы; полевые материалы, полученные на сети стационарных пунктов наблюдений; материалы крупномасштабных почвенных исследований. Основными результатами исследований стали выбор участков (ЭКУ), создание опорной геодезической сети тестового полигона, подготовка сопряженной серии тематических карт.

Создание опорной геодезической сети тестового полигона предусматривало рекогносцировку и закрепление на местности геодезических центров, выполнение спутниковых GPS-измерений, компьютерную обработку результатов измерений и вычисление координат пунктов геодезической сети. Картосоставительские работы заключались в подготовке серии крупномасштабных тематических карт полигона.

Площадь тестовых участков составляет около 400 м2. Координаты участков определены с использованием GPS-измерений с субсантиметровой точностью. В полевых условиях выполнена паспортизация участков с описанием положения в рельефе, геоморфологии, литологического состава покровных отложений, генезиса почв, растительности. Параметры состояния поверхности тестовых участков будут увязываться с орбитальными полетными данными. Разработанная методика будет использована для обоснования других полигонов, сеть которых должна отражать ландшафтное разнообразие физико-географических провинций страны. Первоочередным из них является Гродненский район, сочетающий моренные ландшафты Западной Беларуси и Поозерья.

УДК 621.396

С.С. Жила, студент; В.К. Волосюк, д.т.н., профессор
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: zhyla@email.ua

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РЛС С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ АНТЕННЫ

Системы формирования радиолокационных изображений (РЛИ) находят все более широкое распространение в задачах дистанционного зондирования, картографирования поверхностей и подповерхностных сред. Это вызвано рядом преимуществ радиодиапазона, связанных с его всепогодностью, независимостью наблюдений от времени суток, возможностями получать РЛИ подповерхностных слоев и достигать в системах с синтезом апертуры (РСА) разрешающей способности, близкой к разрешающим способностям, получаемых в оптических системах. Расширение сферы использования РЛИ требует и создание новых алгоритмов их вторичной обработки (фильтрации). Известно, что при тестировании последних в качестве эталонов должны выступать идеальные (неискаженные шумами) изображения. Этого невозможно достичь даже в оптическом диапазоне. Поэтому, разработчики фильтров вынуждены сами создавать, искажать (вносить шумы, сглаживать,...) и фильтровать РЛИ. Отфильтрованные изображения, полученные таким способом корректно сравнивать с эталонными изображениями. В качестве меры подобия могут быть выбраны различные нормы из функциональных пространств, как например, нормы в L_1, L_2, Соболевских пространствах и др.

Представляет интерес исследование процесса формирования РЛИ, который бы не просто искажал помехами эталонные изображения, но делал бы это подобно реальному формированию РЛИ в радиотехнических станциях с синтезом апертуры.

В [1] приведен алгоритм, описывающий модуль оптимального выходного эффекта РСА, в виде

$$\left|\dot{Y}_{ВЫХ}(\vec{r})\right| = \int_0^T \int_{D'} u(t,\vec{r}') \cdot \dot{S}_0(t,\vec{r},\vec{r}')dtd\vec{r}' ,$$

где $\dot{F}(\vec{r}_1)$ – комплексный коэффициент рассеяния; $\dot{\Psi}(\vec{r}_1,\vec{r})$ – функция неопределенности; $\dot{S}_0(t,\vec{r},\vec{r}')$ – единичный сигнал; $u(t,\vec{r}')$ – наблюдение.

Алгоритм содержит в себе основные операции, которые необходимо выполнить над принятым наблюдением. Результат обработки существенно искажен спекл-шумом, уменьшение влияния которого может быть достигнуто на этапе вторичной обработки различными усредняющими фильтрами. В работе проведено обширное моделирование РЛИ в рамках представленного алгоритма. Исследовано искажающее влияние шума и вида функции неопределенности на качественные показатели восстановленных изображений.

1. **Волосюк В.К.** Весовые функции Кравченко-Рвачева в задачах построения радиолокационных изображений при синтезировании апертуры антенны / В.К. Волосюк, В.Ф. Кравченко, В.В. Павликов // Антенны. 2008. №2 (129). С.48-60.

УДК 681.7.013.8

В.С. Захарченко, аспирант; В.Г. Колобродов, д.т.н., проф.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
E-mail: divide_0@ukr.net

НЕЛИНЕЙНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ СКАНИРОВАНИЕМ

При построении систем дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) для формирования изображения часто используются системы с последовательным сканированием на основе линейных приемников излучения (ЛПИ).

Особенностью сформированных такими системами изображений является значительная неоднородность сигналов и сложная текстурная наполненность. Для повышения качества изображений и выделения в них мелких деталей наблюдаются значительные искажения, особенно в областях переходов между регионами с различным текстурным наполнением. Для решения этой проблемы разработан алгоритм адаптивной нелинейной фильтрации изображений на основе комбинированного метода вейвлет-анализа и линейной согласованной фильтрации.

Основа подхода состоит в сегментации изображения при помощи метода полной вариации для выделения зон с однородной текстурной составляющей, последующей обработкой этих регионов с использованием линейной согласованной фильтрации, и анализом зон переходов между ними с использованием метода вейвлет-анализа.

Процесс сегментации сигнала на зоны показан на рис.1. Для регионов А – применяется линейная согласованная фильтрация; Б – согласованная вейвлет-фильтрация.

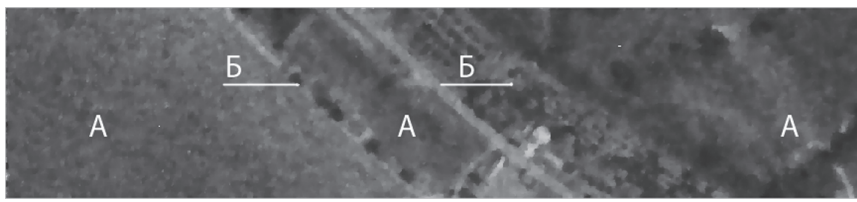


Рис.1. Обработка сегментированного изображения

В результате работы получен алгоритм обработки двумерных сигналов, который был проанализирован при помощи компьютерного моделирования. В дальнейшем этот алгоритм может быть применен в системах обработки построенных на основе графических процессоров, работающих в режиме реального времени

Исследования показали, что метод нелинейной обработки сигналов может найти применение в системах ДЗЗ, системах кругового обзора и иных оптико-электронных системах, работающих с изображениями с широким динамическим диапазоном. Дальнейшие разработки могут быть направлены на совершенствование метода для построения метода слияния изображений различных спектральных диапазонов.

УДК 629.78

Т.В. Котляренко, студентка; Л.А. Михеенко
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
E-mail: tatiana_kot@bk.ru

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ВИДИМОЙ И БЛИЖНЕЙ ИК ОБЛАСТЯХ СПЕКТРА

Одной из самых важных проблем в Украине является недостаточность фотометрической базы и государственных стандартов для измерения энергетических характеристик и калибровки цифровых видеосистем (ЦВС), в частности оптико-электронных приборов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), вследствие чего метрологическое обеспечение аттестационных установок является серьёзной задачей. Поэтому нужна разработка новых систем, которые обеспечивают более точные результаты измерений энергетических и спектральных характеристик.

Целью данной работы является аналитический осмотр известных систем передачи единицы спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) [1], метрологический анализ и разработка новой системы передачи единицы СПЭЯ и её расчёт на основании существующей эталонной базы Украины.

В большинстве установок для измерения энергетических характеристик ЦВС используются диффузные излучатели. Их калибровка обычно совершается по СПЭЯ, что наиболее хорошо описывает энергетические характеристики излучателя.

В работе проанализировано погрешности систем передачи единиц СПЭЯ на основании ГОСТ 8.195 (Россия) и соответственного проекта ДСТУ. Показано, что погрешность передачи единицы СПЭЯ составляет от 2 до 6% соответственно.

На основе выполненных исследований были разработаны методики и схемы калибровки в абсолютных единицах цифровых видеосистем с многоэлементными приёмниками излучения. Метрологический и экономический анализ лабораторной установки, построенной на базе отечественного люксметра – яркомера ТОС 0693 показал, что по точности калибровки разработанная система не уступает лучшим зарубежным аналогам, а её себестоимость в 4...5 раз ниже.

Материалы будут полезны специалистам в области разработки и эксплуатации радиометрического оборудования.

Ключевые слова: радиометрия, оптическая метрология, дистанционное зондирование Земли.

1. **Михеенко Л.А.**, Боровицкий В.Н. Метрологическое обеспечение радиометрической калибровки оптико-электронных устройств дистанционного зондирования Земли // Космическая наука и технология-2009-№5-с.3-15.

УДК 681.325

О.В. Ламзаки, аспирант, П.А. Овчаров, программист
НИИ физики Одесского национального университете имени И.И. Мечникова.
E-mail: Lamzaki_Olga@ukr.net

ПРОГРАММНАЯ ОБРАБОТКА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

При передаче яркости черно-белых цифровых изображений каждому пикселю для градации его яркости приписывается одно из 2^8 значений. В качестве рабочего диапазон используется значение цифрового сигнала яркости [0; 255], при этом значение 0 соответствует, при визуализации, уровню черного, а значение 255 – уровню белого. Для цветных изображений используется диапазон [0; 2^{24}].

Глаз человека способен реагировать на световой поток вплоть до 10^{-16} Вт/см^2 и если сравнивать его чувствительность с чувствительностью пленки, то она бы составляла $15 * 10^6$ ед. ASA. Несмотря на высокую чувствительность, человеческий глаз не способен различить близкорасположенные части монохромного изображения, яркость которых отличается друг от друга менее чем на 1–2%, которые встречаются в многозональных аэрокосмических, рентгеновских и электронно-микроскопических цифровых изображениях.

Для увеличения различительной способности для таких изображений нами была использована цветоразличительная способность человеческого зрения. Решение задачи искали в рамках линейного преобразования яркости цифрового монохромного изображения, в пределах [0; 2^8], увеличивая его вплоть до [0; 2^{24}].

Указанное преобразование реализовано в программном продукте, созданном на основе языка программирования C++. Работа программы продемонстрирована на черно-белом снимке. Рисунок 1а: Снимок острова Пальм в Дубае. Рисунок 1б: Выполнено линейное растяжение всего яркостного диапазона в 2^{16} раз и отображение в полной цветовой палитре RGB. После обработки изображения становятся заметными прибрежные течения, и след от движущегося судна, которые на монохромном снимке не наблюдаются.

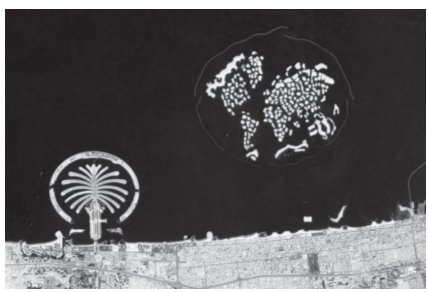


Рис.1а

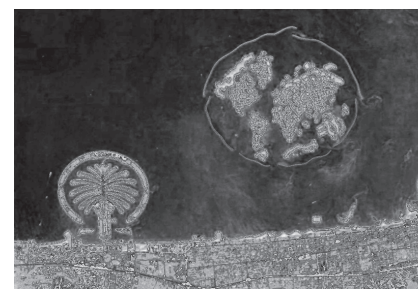


Рис.1б

УДК 629.735.33, 629.7.052
Д.А. Летунов, К.А. Геворкян, А.А. Симурзин, А.В. Печаткин, к.т.н., зав. каф.
Рыбинская государственная авиационная технологическая академия
им. П.А. Соловьева, Россия
E-mail: rts@rgata.ru, : rts-avp@yandex.ru

ГОРОДСКОЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ОПЕРАТИВНОГО ТЕПЛОВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОТРАССАХ НА ОСНОВЕ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В настоящее время все более широкое распространение получают авиационные комплексы на базе беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Особое внимание в последние годы уделяется интеграции малоразмерных БЛА в гражданские сферы жизнедеятельности, в том числе вопросам снижения потерь при потреблении всех видов энергии. Учитывая, что основными источниками потерь являются теплотрассы и тот факт, что увеличение теплового фона, в т.ч. малозаметного свидетельствует не только о плохом качестве их монтажа и уровне текущего состояния, но и наличии утечек, способных привести к аварии и социальным катаклизмам, крайне актуальным является вопрос проектирования городского авиационного комплекса для проведения оперативного тепловизионного мониторинга потерь тепловой энергии. Такой комплекс может быть построен на базе малых БЛА, управляемых дистанционно оператором с мобильной базы, например, микроавтобуса, имеющих собственную инерциальную навигационно-пилотажную систему на базе интегральной микромеханики, обеспечивающую стабилизацию полета, необходимый уровень маневренности и курсовой устойчивости и достаточное время полета для проведения мониторинга значительной городской территории. Для рассматриваемого авиационного комплекса использование самолетной схемы для построения БЛА является наиболее предпочтительной. Планер БЛА предполагается выполнить по классической аэродинамической схеме с оперением, расположенным позади крыла. Крыло такого самолета обтекается невозмущенным потоком, в то время как оперение находится в зоне вихрей, стекающих с крыла, несмотря на это, хвостовое оперение способно обеспечить хорошую устойчивость и управляемость БЛА как в условиях городской застройки, так и на открытой местности. Проведенные теоретические исследования частотных свойств доказали, что летательные аппараты малых размеров получаются достаточно высокочастотным. Однако для обеспечения хорошей устойчивости и управляемости следует синтезировать БЛА с низкой собственной частотой. Для летающей модели исследовались изменения геометрии 3D-моделей БЛА, показавшие, что увеличение размаха крыла способствует смещению собственной частоты в низкочастотную область, что подтверждает целесообразность проектирования крыла с большим удлинением. На борту БЛА, помимо САУ, установлены телевизионной и тепловизионной камер, передающих изображение оператору в режиме реального времени по радиоканалу с возможностью прямой ретрансляции данных в соответствующие городские службы и подразделения на основе типовых сетей мобильной связи. При необходимости на борту БЛА могут быть установлены сенсоры газоанализаторов.

УДК 528.87:528.854

Д.А. Мацепуро, студентка; И.Н. Гаркуша, к.т.н., доцент
ГВУЗ «Национальный горный университет»
E-mail: Matsepuro@ukr.net

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КОСМОСНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Использование мультиспектральных данных дистанционного зондирования Земли с различными вариантами синтеза каналов позволяет решать многочисленные тематические задачи и облегчает процесс визуального дешифрирования и классификации космоснимков. Под классификацией понимают процесс отнесения элементов изображения (пикселей) к конечному числу классов на основе значений их яркостей.

Цель проекта заключалась в исследовании алгоритмов контролируемой классификации мультиспектральных космических снимков высокого разрешения.

В качестве основы для выполнения поставленной задачи использовался космический снимок территории города Днепропетровска, полученный со спутника QuickBird-2 (съемка 22.07.2006, пространственная разрешающая способность 2,5 м). Инструментами исследования являлись программные продукты ENVI и MultiSpec.

Рассматривались основные методы, использующие алгоритмы контролируемой классификации:

1. Метод параллелепипедов использует сведения о классах в виде векторов средних значений яркости $\overline{\mu}_k$ и векторов дисперсий σ_k, полученных в процессе обучения. Пиксел x принадлежит к классу k только тогда, когда выполняется следующее условие: $\overline{\mu}_k - \sigma_k \le x \le \overline{\mu}_k + \sigma_k$.

2. Метод минимальных дистанций вычисляет евклидовы расстояния между пикселями классифицируемого изображения и средними значениями классов в пространстве яркостей. Решение о принадлежности объекта к определенному классу принимается по наименьшему из таких расстояний.

3. Метод максимального правдоподобия учитывает условную вероятность $p(x/k)$ принадлежности данного пикселя к классу k. При этом пиксель x принадлежит к классу k только в том случае, если: $p(x/k) > p(x/c)$.

Перед классификацией определены следующие информационные классы: водные объекты; зоны городской застройки (включающие высотные и одноэтажные здания); зеленые насаждения (густая растительность двух типов, травяная растительность); сельскохозяйственные поля (трех типов); территории, не покрытые растительностью; асфальтированные дороги, дороги без покрытия.

Наилучший результат показал метод максимального правдоподобия, общая точность классификации которого составляла 98,7 %. Хороший результат и у метода минимальных дистанций (96,8 %), но он плохо разделил классы «асфальтированные дороги» и «высотные здания». Метод параллелепипедов показал неудовлетворительный результат, его целесообразнее использовать для предварительной классификации.

УДК 004.056

А.П. Нарыков, студент, С.В. Скакун, доцент,
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
E-mail: alexandr.narykov@gmail.com

ГЕОПОРТАЛ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В настоящее время имеется большое количество разнообразных веб-сервисов, которые приобретают всё большую популярность благодаря простоте в использовании и отсутствие необходимости установки программного обеспечения помимо браузера и нескольких плагинов (plug-in).

Данная система предоставляет доступ к информации о чрезвычайных ситуациях (в частности о наводнениях и пожарах), полученную на основе спутниковых данных. Для первоначальной обработки данных используется ГИС общего назначения со свободным исходным кодом Quantum GIS. Визуализация геопространственных данных реализована согласно стандартам OGC, в частности Web Map Service (WMS) с помощью приложения MapServer. Скрипты для получения данных из СУБД реализованы на языке программирования Python. Для хранения данных используется реляционная СУБД PostgreSQL, так как она позволяет эффективно хранить геопространственные векторные данные и с помощью дополнения PostGIS организовывать поиск по заданной области. Клиентская часть сервиса реализована с использованием подхода AJAX (для повышения интерактивности портала) на языке JavaScript. Так же была задействована библиотека с открытым кодом OpenLayers, позволяющая обрабатывать выходные данные MapServer`а и создавать картографические сервисы.

Основные преимущества данного сервиса – это удобный доступ к просмотру имеющихся данных, возможность детализировать настройки поиска (возможность указать конкретную дату или период времени, выбор снимков по заданной территории, тип чрезвычайного происшествия, выбор спутника с которого был сделан снимок). Данная система предназначается для наблюдения за чрезвычайными ситуациями, определения зон риска, проведения статистических исследований в интересах регионального центра программы ООН по использованию спутниковых данных для мониторинга чрезвычайных ситуаций UN-SPIDER, открытого в 2010 году в Институте космических исследований НАНУ-НКАУ.

УДК 528.852

Т.В. Небосенко, инженер; С.А. Матвиенко, начальник отдела;
М.А. Андросов, инженер 2-й категории;
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА МОНИТОРИНГА

Региональный информационно-аналитический центр мониторинга (РИАЦМ) создается с целью информационного обеспечения хозяйственной деятельности Днепропетровской областной администрации, мониторинга окружающей среды и чрезвычайных ситуаций, обновления картографических данных. Для полноценного функционирования РИАЦМ необходимо программное обеспечение, которое при минимальных затратах на его приобретение обеспечивало выполнение полного комплекса обработки всех типов данных ДЗЗ, представленных на рынке.

РИАЦМ планируется оснастить наземной приемной станцией УниСкан-36, имеющей в своем составе программный пакет Scan Magic, позволяющий выполнять предварительную обработку спутниковых данных. Однако этот программный продукт не удовлетворяет всем потребностям РИАЦМ.

При решении вопроса о приобретении дополнительного программного обеспечения, был проведен технико-экономический анализ наборов стандартных функций и инструментов, а также дополнительных модулей, подключаемых к таким программным продуктам как ENVI, SARScape, ERDAS IMAGINE, ER Mapper, IDRISI, PHOTOMOD Radar, ArcGIS, ГИС Карта, Oasis Montaj, Geo Office, Trimble Total Control и Topcon Tools.

Анализируя возможности каждого продукта, были отмечены следующие их недостатки: высокая стоимость при совместной закупке (ENVI + SARScape, ArcGIS + Tracking Analyst), низкая функциональность (IDRISI, PHOTOMOD Radar, ER Mapper), невозможность интеграции данных в другую программную среду (Topcon Tools), отсутствие универсальности приема данных с приемников других фирм-производителей (Topcon Tools), сложность настройки каналов передачи данных (ArcGIS Tracking Analyst, ГИС «Навигатор 2011").

С целью построения синтетических картографических основ и поддержки цифровой карты Украины масштаба 1:200000, для РИАЦМ планируется приобрести профессиональный пакет ArcGIS, который является многозадачной геоинформационной системой.

На основании полученного минимального соотношения цена/качество среди рассмотренных выше программных продуктов обработки данных ДЗЗ выбор был сделан в пользу ERDAS IMAGINE (для оптических и радиолокационных данных), Trimble Total Control (для навигационных сигналов GPS/ГЛОНАСС), а также Oasis Montaj (для данных гравиметрической съемки). Отобранное программное обеспечение обладает возможностью обмениваться данными между собой и удовлетворяет всем функциональным требованиям.

УДК 621.396

В.В. Павликов, к.т.н.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского («ХАИ»)
E-mail: pavlikov_kharkov@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ РАДИОТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РАДИОМЕТРИЧЕСКОМ ПРИЕМНИКЕ

Радиометрические системы нашли широкое применение при решении различных задач космических исследований, дистанционного зондирования Земли, определения координат и параметров движения различных объектов. Они используются как в виде самостоятельных систем извлечения информации, так и в объединении с активными системами в радиотехнических комплексах. На сегодня существует большое количество различных разновидностей радиометров, построение структур которых в значительной степени носит эвристический характер и не всегда является оптимальным. Работа большинства из них основана на процедуре накопления сигналов, которая включает в себя операции квадратичного детектирования и интегрирования. Однако в этих классических алгоритмах не всегда учитывается ряд операций, которые приводят к повышению эффективности радиометра и повышению его чувствительности.

Несмотря на многолетний опыт исследований, выполненных в направлении совершенствования радиометрических систем, следует отметить, что в современной литературе недостаточно исследованы возможности их оптимального синтеза. Поэтому практически все радиометры нуждаются в более детальном исследовании с точки зрения возможности введения ряда операций, которые приближали бы их к некоторым оптимальным решениям. Говоря об оптимальности, следует особо отметить, что она зависит, прежде всего, от выбранного критерия, который является целевой функцией при решении оптимизационной задачи.

В работе синтезированы алгоритмы оптимальной обработки сигналов в рамках метода максимального правдоподобия. Наблюдаемые радиотепловые сигналы $s(t,\vec{\lambda})$ и пересчитанные к входу шумы радиометра $n(t)$, входящие в уравнение наблюдения $u(t)=s(t,\vec{\lambda})+n(t)$, являются стохастическими. Поэтому решение получим путем поиска максимума функционала правдоподобия вида

$$P\left[u(t)|\vec{\lambda}\right]=k(\vec{\lambda})\exp\{-0,5\iint u(t_1)W(t_1,t_2,\vec{\lambda})u(t_2)dt_1dt_2\}=\max,$$

где $W(\cdot)$ – функция обратная корреляционной функции; $\vec{\lambda}$ – вектор измеряемых параметров; $t_1,t_2\in[0:T]$ – время наблюдения; $k(\vec{\lambda})$ – коэффициент, зависящий от $\vec{\lambda}$ и независящий от наблюдения $u(t)$.

Показано, что важными операциями синтезированного алгоритма являются декорреляция входной последовательности, а также операции квадратичного детектирования и фильтрации. На ряду с этими операциями исследованы оптимальные операции стробирования, фильтрации и синхронного детектирования в модуляционных радиометрах. Определены потенциальные точностные характеристики оценок спектральных яркостей и радиояркостных температур источников радиотеплового излучения.

УДК 621.396

В.В. Павликов, к.т.н.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского («ХАИ»)
E-mail: pavlikov_kharkov@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ АПЕРТУРНОГО СИНТЕЗА СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ РАДИОТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ

Радиометрическими системами регистрируется собственное радиотепловое излучение исследуемых сред, а также объектов, находящихся в них. Оценке подлежат либо радиояркость среды (РЯ), либо радиояркостная температура (РЯТ), либо электрофизические параметры, являющиеся одновременно параметрами РЯ или РЯТ. В более сложных случаях оцениваются радиояркостные изображения (РЯИ). При этом алгоритм получения РЯИ заключается в следующем. С выхода приемных апертур, координаты приемных элементов каждой из которых характеризуются вектором $\vec{r}'_k$ ($k = 1:K$), в моменты времени t считывается случайная освещенность, которая после квадратурных детекторов описывается комплексными функциями освещенности $\|\dot{u}_k(t,\vec{r}')\|$. Вычисляется усредненная за некоторое время функция когерентности. Теорема Ван Циттерта-Цернике связывает РЯИ с функцией когерентности через трехмерное преобразование Фурье. Однако такой подход требует принятия ограничения квазимонохроматичекого приближения, отказ от которого приводит к возникновению неразделимых пространственных и временных частот.

В докладе предлагается методика построения РЯИ, основанная на использовании *V*-преобразований, предложенных и исследованных в работах профессора Волосюка В.К. [1, 2], снимающих ограничение пространственно-временной узкополосности. В рамках метода максимального правдоподобия получим выходной эффект оптимального радиометра в виде

$$Y_{ВЫХ}(\vec{\vartheta}) = \sum_{k=1}^{K} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f^4}{c^4} \frac{\partial B_k[f,\vec{\vartheta},\vec{\lambda}(\vec{\vartheta})] / \partial \lambda_j(\vec{\vartheta})}{B^2{}_k[f,\vec{\vartheta},\vec{\lambda}(\vec{\vartheta})]} \left|\dot{S}_{kTD'}(j2\pi f,\vec{\vartheta})\right|^2 df ,$$

$\left|\dot{S}_{kTD'}(\cdot)\right|^2$ – V_F -периодограмма [1]; $B^2{}_k[\cdot]$ – спектральная яркость; $\vec{\lambda}(\vec{\vartheta})$ – вектор оцениваемых параметров как функция пространственных координат; c – скорость света в вакууме.

Показано, что полученный алгоритм содержит в себе процедуры фильтрации, синфазного суммирования, декорреляции и усреднения. Рассчитаны потенциальные точностные характеристики оценок РЯИ пространственно-протяженных источников собственного радиотеплового излучения.

1. **Volosyuk V.K.** Transforms of Fields and Their Correlation Functions into Spectral Characteristics of Extended Sources of Wideband Radiation / V.K. Volosyuk. // J.Izvestiya VUZ. Radioelektronika, 1993, P.27-30.
2. **Волосюк В.К.** Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации / В.К. Волосюк, В.Ф. Кравченко -М.: Физматлит, 2008. – 704 с.

УДК 629.78

В.В. Петрожалко, ад'юнкт; С.П. Фриз, к. т. н., доцент
Житомирський військовий інститут ім. С. П. Корольова
Національного авіаційного університету
E-mail: petrozhalko@mail.ru

МЕТОДИКА УЗГОДЖЕННЯ ВИМОГ ЗАМОВНИКА ДАНИХ ТА МОЖЛИВОСТЕЙ КОСМІЧНОЇ СИСТЕМИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Одна із проблем під час прийняття рішення при планування космічного знімання за допомогою космічних апаратів (КА) оптико-електронного спостереження полягає в тому, що особі, яка планує роботу (ОПР) потрібно аналізувати та враховувати різні фізичні величини (фактори), наприклад, час зйомки та передачі інформації, освітленість поверхні, хмарність над районом, об'єм пам'яті бортових засобів необхідний для зберігання даних, енергетичні витрати системи при проведенні зйомки та передачі даних та ін. Внаслідок різноманітних розрахунків та прогнозів, серед значної кількості можливих варіантів роботи як бортових так і наземних засобів, ОПР необхідно вибрати один або декілька оптимальних. Але критерії оптимальності в залежності від ситуації або побажань замовника можуть бути найрізноманітнішими. Так, наприклад, одні замовники бажають отримати дані у максимально короткий термін, інші – з максимальною якістю або максимально можливого об'єму, при цьому використаний ресурс засобів має бути мінімальним. Отже, для ОПР потрібно мати методику вибору найкращого рішення (варіанту зйомки та передачі даних), за якою буде максимально враховано вимоги замовників, а також економно використано бортовий та наземний ресурс засобів під час проведення знімання.

Для розробки такої методики було проаналізовано вплив різних зовнішніх факторів та параметрів космічної системи (КС) на такі показники, як оперативність, якість, повнота отриманого результату. Запропоновано методику за допомогою якої замовник, ще на етапі подачі заявки на зйомку, визначає які з параметрів КС і знімку або інших факторів є для нього дуже принциповими, а які менш. В подальшому, при плануванні реалізації такої заявки ОПР має можливість краще узгодити можливості КС та побажання замовника щодо знімання заданого району.

У доповіді наводиться приклад реалізації такої методики для планування роботи вітчизняної КС «МС-2-8».

УДК 621.384.3

Д.А. Пивторак, аспирантка; В.Г. Колобродов, д.т.н., профессор
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
E-mail: p_diana@i.ua

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕГО ИЗОБРАЖЕНИЯ АЭРОЛАНДШАФТА ИЗ НЕСКОЛЬКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ БРЕКЕТИНГА ЭКСПОЗИЦИИ

При проведении цифровой космической съемки часть информации может быть потеряна из-за несоответствия диапазона яркости объектов съемки динамическому диапазону приемника оптического излучения.

Для снижения потерь информации при регистрации изображения широкое распространение получила технология формирования изображения с высоким динамическим диапазоном HDRI (High Dynamic Range Image) из нескольких изображений с низким динамическим диапазоном LDRI (Low Dynamic Range Image), полученных в результате съемки одного и того же сюжета при разных уровнях экспозиции. Вместе с тем, для корректного отображения HDR-изображений на стандартных устройствах (графические мониторы, принтеры и т.д.), динамический диапазон сигнала подлежит дополнительному сжатию до уровня, который может быть воспроизведен на данных устройствах.

В работе предложен алгоритм получения результирующего изображения, совместимого по динамическому диапазону с стандартными устройствами отображения, из нескольких LDR-изображений того же объекта съемки, полученных в результате брекетинга экспозиции, не формируя при этом HDR-изображение. Для каждого пикселя каждого цифрового изображения рассчитывается или измеряется значение параметра, определяющего эффективность съёмки по выбранному критерию, используя информацию от соседних пикселей в пределах заранее заданного окна. В каждый пиксель результирующего изображения заносится информацию из сопряжённого ему пикселя цифрового изображения, для которого ранее полученное значение параметра, определяющего эффективность съёмки, имеет оптимальное значение. В качестве критерия эффективности может быть использована разрешающая способность изображения в заданной точке кадра. Рассмотрен подход к расчёту разрешающей способности изображения в заданной точке кадра с использованием информации о функциях передачи модуляции и шумовых характеристиках звеньев, участвующих в построении изображения. Показана перспективность применения алгоритма для обработки цифровых фотоснимков. Предложен подход к выбору оптимального количества LDR изображений. Проанализированы практические результаты, полученные при обработке реальных цифровых снимков с помощью специализированной программы, реализующей предложенный алгоритм.

УДК 581.9:528.8

Е.А. Радевич, студент; Ю.М. Обуховский, д.г.н., доцент
Белорусский государственный университет
E-mail: radevich_KA @mail.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ КАРТ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ НАЗЕМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДСПУТНИКОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ БЕЛОРУССКОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Целью представленной работы является разработка методики автоматизированного дешифрирования материалов космических съемок для составления тематических карт. На этапах исследований решались следующие задачи: сбор тематической информации об объекте исследования; подбор и топогеодезическая подготовка материалов дистанционной съемки (МДС); компьютерное дешифрирование МДС, составление дешифровочной схемы; увязка фотоконтуров с топоосновой; составление карты лесной растительности и легенды к ней.

При подготовке карт лесной растительности была использована методика обработки космических изображений, включающая три этапа:

– предварительная обработка снимков, в том числе коррекции изображений (геометрическая, радиометрическая, атмосферная, создание синтезированных продуктов, фотограмметрическая обработка);

– тематическая обработка снимков Landsat 7 ETM+ и их тематическое дешифрирование с применением средств ArcGis и Erdas Imagine;

– построение тематической карты с применением ПО ArcGis , а также ПО Erdas Imagine;

– оформление карты в ArcMap.

В результате выполненных исследований осуществлена тематическая классификация объектов лесного фонда территории полигона. Показано ее место в системе геоботанического районирования Беларуси и соотношение с границами ареалов зональных лесообразующих пород. На карте отражена формационная и типологическая структура лесной растительности. Проанализирована фитоценотическая структура лесов (состав древостоев, подрост, подлесок, напочвенный покров), которая рассмотрена в связи с эдафическими условиями произрастания растительных сообществ. Составлена дешифровочная схема доминантных типов леса исследуемой территории.

На следующем этапе работ по теме проанализированы с использованием компьютерных технологий и ДДЗ возрастная структура лесов, луговая и болотная растительность. Все эти материалы будут использованы как непосредственно для экспериментов на ЭКУ, так и для подготовки космоландшафтной карты территории.

Полученные результаты имеют важное практическое значение для репрезентативного выбора эталонно-калибровочных участков и их ландшафтной паспортизации, что необходимо для наземного обеспечения подспутниковых экспериментов Белорусского космического аппарата (БКА) на территории полигона.

УДК 528.88:502.4

О.С. Тараненко, головний спеціаліст АСУ
ДП «НВП «Інтелект» корпорації «Промтелеком»
E-mail: maildata@ukr.net

ДИНАМІКА ПЛОЩІ ХВОЙНИХ ЛІСІВ НА ТЕРИТОРІЇ ДНІПРОВСЬКО-ОРІЛЬСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА ЗА ДАНИМИ ДЗЗ

Одним із індикаторів антропогенного впливу на територію Дніпровсько-Орільського природного заповідника (ДОПЗ) є зменшення площі хвойних лісів в його межах. На території ДОПЗ хвойні ліси поширені в межах надзаплавних терас.

Вихідними даними ДЗЗ, за якими досліджувалась динаміка площі хвойних лісів, є:

– продукт *Orthorectified Landsat TM и ETM+*, що створений Геологічною службою США (*USGS*), із наступними датами зйомки – 07.08.1986р., 08.10.1991р., 21.08.2000р., 03.06.2006р.;

– багатозональні дані *SPOT*3 *HRV*2 із датою зйомки – 18.06.1995р.

Додатковими вихідними даними, що необхідні для встановлення меж поширення хвойної рослинності на території заповідника, є:

– межа надзаплавної ділянки території ДОПЗ в *shp*-форматі, що є результатом геоморфологічного аналізу та відповідної класифікації растрової ЦМР заповідника;

– геоприв'язана карта лісотехнічного устрою території ДОПЗ в растровому форматі (*world*-формат) з повидільною характеристикою;

– дані польових спостережень щодо видового різноманіття рослинності.

Перед виконанням класифікації всі вихідні дані було трансформовано до *WGS*-84. Класифікація даних ДЗЗ була виконана за допомогою програмного забезпечення *ENVI* із використанням алгоритмів нейронних мереж (*Neural Net Classification*). Результати класифікації в частині динаміки площі хвойних лісів наведені на рис. 1.

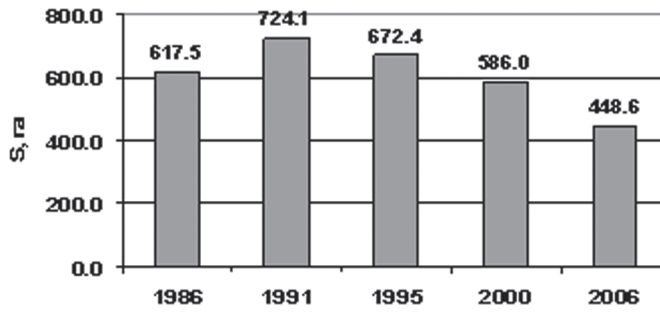


Рис. 1. Динаміка площі хвойних лісів на території ДОПЗ за даними ДЗЗ.

На основі ретроспективного аналізу даних ДЗЗ встановлено, що за 1991-2006 р.р. на території заповідника площа хвойних лісів скоротилась на 275,6 га (38,1%).

УДК 681. 3

К.В. Харитоненко, студент; В.Г. Колобродов, докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
E-mail: katiuh@ukr.net

КОРЕКЦІЯ ІНФРАЧЕРВОНИХ ЗОБРАЖЕНЬ В КОСМІЧНИХ ТЕПЛОВІЗІЙНИХ ПРИЛАДАХ З МАТРИЧНИМИ ПРИЙМАЧАМИ ВИПРОМІНЮВАННЯ

В порівнянні з приладами видимого діапазону, найбільшу проблему при розробці тепловізійних систем створюють значно нижчі контрасти інфрачервоного випромінювання об'єктів, що мають температуру близько 300 К. Таким чином за наявності навіть невеликого геометричного шуму (неоднорідності характеристик елементів матриці) виникають значні спотворення зображення.

Для усунення неоднорідності чутливості елементів застосовуються спеціальні процедури корекції. Існує декілька алгоритмів дво- і триточкової корекції неоднорідності, які засновані на виборі постійного зсуву і коефіцієнта посилення сигналу окремо для кожного пікселя приймача. Ці процедури використовують вихідний сигнал від двох або більше опорних джерел для обчислення коефіцієнтів корекції і відновлення форми вхідного зображення. Елементарний підхід полягає у використанні двох опорних джерел, що мають температуру T1 і T2, відповідно, з лінійною інтерполяцією вихідного сигналу. Він називається алгоритмом двоточкової корекції. Зазвичай температури T1 і T2 обмежують робочий температурний діапазон. В цьому випадку корекція неоднорідності здійснюється по лінійній схемі.

Для вибору алгоритмів корекції і необхідної частоти оновлення коефіцієнтів корекції, необхідно враховувати специфічні особливості приладів. Так матричні фотоприймачі вимагають використання тестових полів для калібрування (визначення дефектних елементів, а також коефіцієнтів чутливості і темнового струму кожного пікселя). При цьому важливим параметром приладу є стабільність даних характеристик.

При обробці тепловізійних даних пікселі приймача слід розділяти на «дефектні» і «нормальні». При цьому «дефектні» – це пікселі з аномально низьким коефіцієнтом чутливості, і пікселі з високим рівнем шуму. Заміщення «дефектних» елементів необхідно виконувати з урахуванням інформації від найближчих «нормальних» пікселів.

Було порівняно результати корекції шляхом застосування кусково-лінійної та квадратичної апроксимації динамічних характеристик отриманих зображень та оцінено можливість виконання в режимі реального часу. На основі аналізу особливостей корекції неоднорідності чутливості пікселів матричних приймачів зображення, що працюють в ІЧ діапазоні, розроблено алгоритм обробки, який поєднує зазначені вище операціїї і дозволяє отримати якісне зображення на дисплеї тепловізійного приладу. Алгоритм реалізовано за допомогою програмного засобу MATLAB. Запропонований комплекс засобів цифрової обробки доцільно застосовувати в космічних тепловізійних приладах для корекції спотворень зображень, причиною яких є шуми\похибки матричних приймачів випромінювання.

УДК 528.85:528.87

Е.А. Чуб, студентка; И.Н. Гаркуша, к.т.н., доцент
ГВУЗ «Национальный горный университет»
E-mail: Angelo4ek_3000@meta.ua

АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО КОСМОСНИМКА ТЕРРИТОРИИ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Использование гиперспектральных снимков позволяет исследовать многие качественные характеристики объектов земной поверхности. Анализ таких снимков позволяет извлекать детальную информацию об объектах, основываясь на величине отражения энергии от объектов, попавших в мгновенное поле зрения сканера. Полученные данные используются для изучения объектов местности и создания картографической продукции различного назначения.

Цель работы состояла в разработке технологии обработки и анализа гиперспектрального космоснимка.

Исходными данными являлись: гиперспектральный космоснимок Днепропетровской области (спутник EO1 сканер Hyperion, съемка 27.10.2009, пространственная разрешающая способность 30 м); топографические карты Днепропетровской области.

Анализ и обработка гиперспектрального снимка выполнялась в программных продуктах ENVI и MultiSpec.

Обработка гиперспектральных данных разделяется на предварительную и тематическую. Предварительная обработка данных включает выполнение геометрической и атмосферной коррекции спутниковых изображений, а так же улучшение изображений путем изменения контраста и фильтрации. Тематическая обработка заключается в выполнении классификации изображения.

Для выполнения геометрической коррекции использованы 15 точек GCP. Трансформирование гиперспектрального изображения произведено в проекцию UTM зона 36 (сфероид WGS-84). Средняя RMSE составила 0,605 пикселей.

Для проведения контролируемой классификации отобраны следующие типы объектов: водные объекты (реки, озера); поля (территории, покрытые сельскохозяйственными культурами); асфальтированные дороги; зона застроенных территорий (здания); растительность (густая растительность, травянистая растительность, леса); пустоши (территории, не покрытые растительностью). В качестве методов классификации использованы: метод спектрального угла, метод минимального расстояния, метод максимального правдоподобия.

Метод максимального правдоподобия показал наилучший результат, общая точность классификации составила 95,1 %. Метод минимального расстояния и метод спектрального угла показали неплохие результаты, общая точность классификации составила 87,6 % и 88,1% соответственно.

Результатом выполнения работы является технология обработки гиперспектрального космоснимка, включающая выполнение геометрической коррекции, контрастирования и классификации изображения методом максимального правдоподобия.

20
Экономика и коммерциализация космической деятельности

Координаторы:
Сазонец Игорь Леонидович,
декан факультета международной экономики ДНУ имени Олеся Гончара, доктор экономических наук, профессор
Федорова Валентина Андреевна,
заведующая кафедрой международных финансов ДНУ имени Олеся Гончара, кандидат экономических наук, доцент

УДК 347.85

А.М. Беляев, менеджер по поставкам и качеству
Бинациональная компания «Алкантара Циклон Спейс», г. Бразилиа, Бразилия
E-mail: Byelyayev@mail.ru

РОЛЬ УКРАИНЫ В МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ: ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В мировом сообществе Украина признана космическим государством, что является следствием скрупулезной работы Государственного космического агентства Украины, а также специалистов ГП «КБ «Южное» им. М. К. Янгеля», ГП «ПО ЮМЗ им. А.М. Макарова» и других предприятий отрасли.

Значительный научный и производственный потенциал ракетно-космического комплекса (РКК) Украины в настоящее время направлен в основном на внешний (мировой) рынок космических услуг, что объясняется целым рядом факторов, основными из которых являются практическое отсутствие национального рынка заказчиков на услуги РКК, отсутствие собственного космодрома для осуществления пусков ракет-носителей (РН). Участие украинских предприятий в значительном количестве международных проектов, таких как «Sea Launch», «Land Launch», «Днепр», «Taurus», «Vega» и др., свидетельствует о высокой оценке возможностей отечественной космической отрасли иностранными партнерами.

Перспективным во всех отношениях является украинско-бразильский проект «Циклон-4», реализация которого обеспечит заказами украинские предприятия отрасли, принесет доход от пусковой деятельности, а главное будет способствовать продвижению украинских пусковых технологий на мировом рынке пусковых услуг.

Участие Украины в освоении космического пространства содействует укреплению политического авторитета страны, инновационному развитию национальной космической отрасли, обязывает к строгому выполнению требований международного и национального космического права.

Основным законодательным актом, регулирующим порядок осуществления космической деятельности Украины, является Закон Украины «О космической деятельности» от 15.11.1996 № 502/96-ВР. В соответствии со статьей 7 данного закона Верховной Радой Украины утверждена «Общегосударственная целевая научно-техническая космическая программа Украины на 2008-2012 года», где приведены меры по обеспечению развития государственной космической отрасли.

Следует отметить, что космическая отрасль Украины будет в полной мере жизнеспособна если ее активными заказчиками будут отечественные структуры и в первую очередь ВПК, телекоммуникационные компании, гидрометеорологический центр, аграрный сектор и др. Также необходимо продолжить исследование вопросов внешнеэкономической деятельности отечественного РКК, создания условий продвижения украинской космической продукции на перспективные мировые рынки, совершенствования законодательства в сфере космоса.

Рассмотрены правовые и экономические аспекты деятельности Украины в международной космической сфере. Проведен анализ некоторых международных и национальных законодательных актов в области космического права и предложены возможные пути их усовершенствования.

УДК 339.5

А.В. Головко, студентка; В.П. Пошивалов, професор, доктор технічних наук
Дніпропетровский національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: hani2004@ukr.net

ФОРМУВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ВИВОДУ ПРОДУКЦІЇ НА МІЖНАРОДНИЙ РИНОК

Важливою умовою створення підприємствами довгострокових конкурентних переваг на ринку інноваційних товарів є вміле застосування теоретичних моделей та бізнес-технологій сучасного маркетингу. При цьому проблема вдосконалення маркетингової діяльності на ринку інноваційних товарів актуальна не лише в контексті реалізації корпоративних інтересів національного бізнесу, а й з погляду конструктивного впровадження моделі інноваційного розвитку економіки України.

Для того,щоб вивести на міжнародний ринок новий продукт, а саме нову технологію необхідна маркетингова стратегія. Формування маркетингових стратегій – один з найсуттєвіших та найскладніших етапів процесу маркетингу. Здійснення маркетингових аналізів для подальшої розробки цілей, опрацювання стратегій, приводить до найкращих результатів. Це досить складна річ в умовах постійної зміни факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ маркетингу, накопичення і розгляд даних усіх результатів про діяльність підприємства, важливо проводити на динамічній основі. Дотримання основних вимог до маркетингового аналізу (точність, послідовність, системність виконання) дає змогу на кожному відрізку часу мати необхідну інформацію для контролю або коригування маркетингової стратегії.

Динамічний розвиток галузі інноваційних технологій та жорстка конкуренція потребує від компаній постійного вдосконалення маркетингових стратегій. Особливо, це стосується управління маркетинговими каналами, а також інноваційної діяльності компаній, які працюють на ринку інформаційних технологій.

Світові тенденції глобалізації, швидкого технічного та технологічного підйому виробництва, зростання темпів розвитку національних ринків і, як наслідок, посилення до жахливого рівня конкурентної боротьби ставлять високі вимоги до стратегічного маркетингу в діяльності господарських суб'єктів. Адже тільки стратегічний маркетинг із властивим йому функціональним апаратом в змозі передбачити і зумовити майбутнє, саме він на даний час є одним з найважливіших елементів конкурентної боротьби, а маркетингова стратегія є основним його інструментом, тому саме розробці маркетингових стратегій необхідно приділяти значну увагу, підприємствам, що господарюють в ринкових умовах.

Динамічний розвиток технологій щораз більше впливає на всі сектори економіки, і, зокрема, на високотехнологічні галузі. На ринках високотехнологічних товарів технологія перетворюється в рушійну силу, що визначає стратегічне майбутнє підприємства. Вона є основним інструментом, за допомогою якого підприємство може здобути і зберігати конкурентну перевагу на ринку.

УДК 347.77

О.Є. Джур, к.т.н., доцент, О.С. Єрофєєва, студент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: eos51@yandex.ru

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТА СПІВРОБІТНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВ КОСМІЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Космічна індустрія – галузь світової економіки, що найдинамічніше розвивається, її щорічне зростання становить понад 10% протягом останніх чотирьох років (включаючи кризовий період). Цей факт свідчить про те, що через 10 – 15 років цей сектор буде одним із визначальних у світовій економіці. На зламі століть стався якісний перелом у фінансуванні космонавтики – інвестиції приватного капіталу перевищили всі держбюджетні вкладення, а цілі галузі взагалі не споживають бюджетних грошей. На даний момент загальна частка урядів в інвестуванні космосу становить не більше третини. Істотне зростання космічних програм пов'язується з потужним припливом приватних інвестицій, розвитком космічного туризму. Україна входить до п'ятірки країн, що мають замкнутий цикл виробництва космічних ракет, вітчизняні підприємства володіють майже всіма відомими у світі технологіями, це дозволяє їм брати участь у багатьох міжнародних проектах. Але незважаючи на успіхи реалізації великомасштабних проектів в космічній галузі Україна має найбільш значну суперечність між рівнем наукового, технологічного потенціалу і забезпеченням цього потенціалу фінансовими і матеріальними ресурсами. На відміну від американських та європейських космічних компаній українські підприємства не зазнали процесів злиття та поглинань, серйозної реструктуризації, яка б допомогла їм покращити показники власної господарської діяльності. Тому питання зміни форми власності та будь-якої реструктуризації повинні бути дуже добре обґрунтовані з точки зору забезпечення національної безпеки та збереження інтелектуального капіталу галузі.

Ефективний розвиток космічної галузі України неможливий без чіткого стратегічного узгодження із напрямками розвитку економіки України, оскільки вторинний ефект від комерціалізації результатів космічної діяльності має принести не тільки додатковий прибуток від реалізації нововведень, а й забезпечити створення нових робочих місць, сприяти розвитку малих інноваційних форм. Це потребує відповідальної участі держави в своєчасному фінансуванні підприємств космічної галузі, використанні переваг державного управління і планування при впровадженні засобів і результатів космічної діяльності для покращення результатів в інших сферах народного господарства України.

УДК 347.77

О.Є. Джур, к.т.н., доцент,
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Dzhur@i.ua

ОСНОВНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СУЧАСНИХ ПІДПРИЄМСТВ КОСМІЧНОЇ ГАЛУЗІ

Сучасна космічна діяльність країн із різним типом економічної системи спрямована на економічний та науково-технічний розвиток, розв'язання глобальних проблем людства, в тому числі проблем безпеки, спрямована на виконання нових завдань щодо використання космічної техніки і технологій для забезпечення сталого розвитку і утвердження України як високотехнологічної держави. Переважний зовнішній попит на продукцію космічного призначення потребує додаткового аналізу універсальних наукових концепцій розвитку ринку і менеджменту, технологій і методів управління національною та міжнародною конкурентоспроможністю для розробки адаптаційного механізму функціонування підприємств високотехнологічного сектору економіки. Прискорення розвитку підприємств космічної галузі різних організаційно-правових форм повинно бути здійснено шляхом системного залучення сучасних організаційних, інтелектуальних, матеріальних, інформаційних, кадрових та інших ресурсів.

Науково-технічний, виробничий та ресурсний потенціал підприємств космічної галузі дає змогу реалізувати спектр переваг міжнародного економічного співробітництва, зокрема участь підприємств у здійсненні великомасштабних міжнародних проектів, розвиток трансферу високих технологій та продажу ліцензій, створення міжнародних консорціумів. Технічною основою виробництва якісної і конкурентоспроможної продукції є новітні технології промислового виробництва. Технічне переозброєння підприємств космічної галузі повинно стати одним з національних пріоритетів розвитку української промисловості на середньострокову та довгострокову перспективу. Підприємства космічної галузі повинні здійснити комплексне технічне (технологічне, інформаційне і кадрове) переозброєння. В даний час розвиток експорту наукоємкої продукції відсутністю на вітчизняних підприємствах технологій електронного супроводу наукоємкої продукції на всіх етапах її життєвого циклу. Отже, програма розвитку кожного окремого підприємства космічної галузі повинна бути сформульована у вигляді окремого документу, що включає перспективний план заходів по організації виробничо-технологічної, фінансово-економічної, нормативно-правової, кадрової, територіальної складової з метою забезпечення життєздатності, а отже і конкурентоспроможності підприємств.

УДК 338.45

О.В. Дядиченко, студентка
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail:Lolo4ka@email.ua

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЛИНГА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕНЕДЖЕРА

На сегодняшний день контроллинг является важнейшим аспектом в работе менеджера и представляет собой комплексную систему управления организацией, направленную на координацию взаимодействия систем менеджмента и контроля их эффективности. Контроллинг обеспечивает информационно-аналитическую поддержку процессов принятия решений при управлении организацией. Без современных компьютерных инструментов анализа и управления, основанных на инновационных эконометрических и экономико-математических методах и моделях, невозможно эффективно принимать управленческие решения. К таким моделям обычно относят: корреляционно-регрессионный анализ; линейную парную регрессию; коэффициент линейной корреляции; множественную регрессия; сравнение коэффициентов регрессии; коэффициент множественной корреляции; коэффициент частной корреляции; оценку параметров нелинейной регрессии; индекс корреляции.

Большое значение для контроллинга имеют не только общие методы, но и конкретные эконометрические модели (например, вероятно статистические модели эконометрики качества, имитационные модели деятельности организации, прогнозирование в условиях риска). Заметное место в математико-компьютерном обеспечении принятия решений в контроллинге занимают методы теории нечеткости, поэтому специалисты по контроллингу большое внимание уделяют проблемам создания, развития и применения компьютерных систем поддержки принятия решений.

Эконометрия может быть использована для решения множества экономических задач, с которыми непосредственно сталкивается менеджер в своей повседневной работе. В частности, эконометрия может быть использована для прогнозирования, а следовательно и планирования. Выборочные исследования, в том числе выборочный контроль, основаны на эконометрике, а планирование и контроль – основа контроллинга. Поэтому эконометрика – важная составляющая инструментария контроллера, воплощенного в компьютерной системе поддержки принятия решений.

УДК 330.341.1

К.О. Жебелєва, інженер[1],
С.А. Матвієнко, нач.відділу[1], Л.Д. Гармідер к.е.н., доцент[2]
[1]Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля»
[2]Дніпропетровський університет економіки та права
E-mail: info@yuzhnoye.com

ФОРМИ КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РОЗРОБОК В РАКЕТНО-КОСМІЧНІЙ ГАЛУЗІ

Україна входить до п'ятірки провідних держав світу в галузі космічних розробок. Наша держава є повноправним учасником багатьох значущих міжнародних проектів в космічній сфері.

Така ситуація спостерігається навіть не дивлячись на те, що бюджетне фінансування ракетно-космічних розробок у нашій державі мізерно мал е. Так, на приклад, останніми роками у США розробки у космічній галузі фінансувалися за рахунок бюджетних коштів, у середньому, на 85%, у Європі цей показник становить 60%. Підприємства космічної галузі Індії, Японії та Китаю всі 100% фінансування отримують з державного бюджету. При цьому, КБ «Південне» отримувало на розробки 3% від зального необхідного обсягу коштів, потрібних на розробки, а, відповідно, 97% – від контрактів.

Таким чином, майже за відсутності державного фінансування, найбільш актуальним стає залучення коштів за рахунок інвестицій шляхом комерціалізації науково-технічних розробок.

Комерціалізація науково-технічних розробок – це процес залучення об'єктів науково-технічних розробок в економічний обіг та, використання цих розробок в господарській діяльності підприємств.

До основних форм комерціалізації можна віднести інжиніринг, промислова кооперація, передача технологій в рамках спільних підприємств, технічна допомога, франшизінг, лізинг.

Крім того, для покращення економічного стану підприємств досліджуваної галузі має велике значення підвищення ефективності функціонування НДДКР. Для цього необхідна реорганізація структури відділу з програмної на проектну. Адже програма — це робота в якій-небудь одній галузі, а проект являє собою пошук рішення певного актуального питання у визначений час і певними засобами. Одним, з найбільш адаптованих під дані умови є інжиніринг. Адже всі методи його здійснення характерні для організації та функціонування проекту.

Промислова кооперація є зручною для даної галузі, оскільки ракетобудування має високу науко місткість, а співробітництво зі взаємовигідним обміном вже існуючих доробків може значно скоротити як час науково-технічної розробки, так і об'єм необхідних фінансових коштів.

Особливість угод про надання технічної допомоги полягає в тому, що об'єкт контракту – «нематеріальний»товар (технічні послуги, виконання досліджень тощо), а це є характерним саме для НДДКР.

Таким чином, в залежності від специфічних факторів стану підприємства та цілей, які воно переслідує під час комерціалізації інновацій, організація має визначитись, відповідно, і з формами їх комерціалізації.

УДК 334.723.6

Ю.С. Зайцева, инженер 2-й категории;
С.А. Матвиенко, начальник отдела; С.В. Филяев, начальник группы
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

КОММЕРЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Основополагающими факторами, способствующими внедрению инновационной модели развития предприятия, является то, что в активе ГП «КБ «Южное» имеется накопленный научно-технический потенциал, уникальные по своим научно-техническим решениям разработки, воплощённые в производственном цикле, который внедрен на предприятии.

Составлением планов работ по проведению инновационных исследований занимается отдел патентно-инновационных исследований ГП «КБ «Южное».

Объекты права интеллектуальной собственности создают все подразделения ГП «КБ «Южное».

Интеллектуальная собственность, созданная предприятием подлежит Государственной регистрации и последующей постановке на баланс ГП «КБ «Южное», по стоимости получения охранного документа.

Анализ перспективности созданной интеллектуальной собственности позволит создать инновационную программу предприятия.

Финансовое обеспечение инновационной деятельности является одним из основополагающих факторов её успешного развития.

Внутреннее финансирование инновационной программы предприятия обеспечивается за счет амортизации и коммерческой реализации объектов права интеллектуальной собственности предприятия, а также накопления финансовых средств в фонд инновационного развития с последующим финансированием инновационной деятельности предприятия.

Возможным путём внешнего финансирования инновационной деятельности является использование современных инвестиционных механизмов – привлечение инвестиций через технопарки, инновационный кластер, интернет-биржу интеллектуальной собственности, участие в проектах УНТЦ, 7 РП и т.п.

Коммерческой реализацией инновационного продукта, созданного в ГП «КБ «Южное», занимается отдел патентно-инновационных исследований с использованием возможностей инновационно-технологического кластера «Ракетно-космическая техника».

Прибыль, которая будет получена в результате коммерческой реализации инновационного продукта должна аккумулироваться в фонде инновационного развития с целью последующего финансирования создания инновационных проектов.

УДК 658.14

Н.О. Коваленко, аспірантка, Л.М. Котлова, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара
E-mail:nina-kovalenko85@rambler.ru

ЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ГРОШОВИМИ ПОТОКАМИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Виробництво та проектування космічних кораблів, запуск комерційних супутників та інші високотехнологічні напрямки діяльності потребують значного фінансування. В сучасних умовах господарювання більшість підприємств, що займаються такою діяльністю, відчувають брак грошових ресурсів. Управління грошовими потоками є одним з найважливіших аспектів фінансового менеджменту, оскільки грошові кошти є найбільш ліквідними активами підприємства, здатними легко трансформуватися в будь-який інший вид активів.

Серед основних етапів управління грошовими потоками можна виділити наступні: бюджетування, збір інформації про заплановані платежі, перевірка та затвердження платежів, оперативне планування, оперативне управлянні платежами тощо. Розглянемо більш детально такий етап, як оперативне планування.

Оперативне планування призначене для планування поточних потреб і надходжень грошових коштів. Кінцевою ціллю оперативного планування є, головним чином, платіжний календар, який дозволяє виявити касові розриви більш детально та точно. Платіжний календар може формуватися на основі планових надходжень і заяв на витрачання грошових коштів, також в календарі зазначається залишки грошових коштів, що плануються, на початок та кінець періоду по кожному банківському рахунку. Однак цих даних може також бракувати для аналізу причин касових розривів. Тому календар може бути більш розгорнутий, з додатковою інформацією у розрізі по контрагентам, по договорам тощо. Платіжний календар — це інструмент оперативного планування фінансової діяльності підприємства. Він складається, як правило, на місяць з розбивкою на декади або тижні. У ньому визначаються очікувані на той чи інший відрізок часу грошові надходження за всіма напрямами доходів і спроможність підприємства своєчасно виконувати всі свої фінансові зобов'язання.

Незбалансованість платіжного календаря спонукає підприємство негайно шукати резерви збільшення обсягу грошових надходжень як за рахунок прискорення відвантаження продукції, ліквідації недоліків у сфері розрахунків зі споживачами продукції, так і за рахунок зменшення (або тимчасової зупинки) певних витрат, укладання з банками договорів овердрафту тощо.

Застосування платіжного календаря дозволить:

– підвищити контрольованість поточних платежів, що знижує втрати від нецільового використання коштів,

– створити обґрунтовані середньострокові та короткострокові плани надходжень та виплат,

– мати в оперативному режимі повну та достовірну інформацію про наявність грошових коштів,

– економія по залученню додаткових кредитів.

УДК 334(075)

С.В. Колісник, студент; В.В. Доленко, ст.. викладач
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
Харківський авіаційний інститут
E-mail: Sergiokv21@mail.ru

ОСНОВНІ ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Економічні показники діяльності підприємств – величини або характеристики, що показують стан економіки підприємства. Їхня динаміка задається статистичним рядом що розраховуються, як правило, щотижня, щомісяця або щокварталу значень, що допомагає знайти тенденції розвитку підприємства і пророчити її майбутнє. Короткострокові процеси і явища, що відбиваються на стані економіки підприємства, досить різноманітні.

Деякі з них регулярно повторюються у визначений час року, як, наприклад, різке збільшення обсягу роздрібних продажів напередодні Нового року.

Серед економічних показників першорядне значення мають показники стану і результатів функціонування економіки підприємства в цілому, що часто називають агрегірованими показниками.

При аналізі цих і деяких інших показників майже завжди бажано виділяти регулярні сезонні коливання, які можна спостерігати на прикладі розглядаємого нами підприємства НТ СКБ «ПОЛІСВІТ» філія ДНПВ «Об'єднання Комунар», значень з інших коливань. Дана операція виробляється шляхом розрахунку значень річних сезонних коливань на основі даних минулих років і наступного внесення виправлень у поточні значення або вирахування з них. Багато показників публікуються з виправленням на сезонні коливання, інші – без такого виправлення.

Одне з переваг обліку виправлень полягає в тому, що він дозволяє зіставляти поточні значення не тільки зі значеннями відповідного місяця минулого року, але і зі значеннями попереднього або будь-якого іншого місяця. Нескоректовані на сезонні коливання дані звичайно зіставляються з торішніми даними для того ж місяця.

У тих випадках, коли виникає необхідність швидко і точно виявити нову тенденцію в економіці підприємства, особливого значення набувають порівняння даних за більш короткі, чим рік, проміжки часу.

Отже, потрібно використовувати дані, скоректовані на сезонні коливання.

Система показників, використовуваних у планово-аналітичній роботі підприємств, являє собою комплекс взаємозалежних економічних і інформаційних параметрів. Показники відбивають цілі і задачі плану, характеризують кількісні обсяги діяльності, якісні і структурні зрушення, передбачені на плановий період у розвитку торговельного підприємства.

Правильне обчислення й обґрунтування показників визначає науковий рівень і ефективність планування.

Планово-аналітичні показники повинні не тільки відповідати загальним вимогам, але і повною мірою відбивати галузеву специфіку, що виявляється при систематизації показників і підрозділі їх на такі групи, як кількісні і якісні, абсолютні і відносні, натуральні і вартісні.

УДК 658.589:629.73

Б.В. Кузнецов, студент; Л.А. Прошкина, к.э.н., доцент
Пензенская государственная технологическая академия;
А.С. Булаев, студент
Пензенский государственный университет;
Ю.Е. Филиппова, студент
Всероссийский заочный финансово-экономический институт (филиал в г. Пензе)
E-mail: bris-AZAZEL@mail.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРЕНАЖЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Многофакторная модернизация как метод повышения конкурентоспособности продукции тренажеростроения учитывает возрастание человеческого фактора при ее моделировании и использовании в современных условиях [1]. Конкурентоспособность тренажера, определяется той специфической услугой, которую он оказывает аэрокосмической промышленности при соответствующем техническом содержании, составляющим его качество, и социально-экономическим компонентом, который образуют знания, навыки и опыт обучающегося персонала, взаимодействующего с тренажером при определенной имитации реальных условий полета. Следовательно, специфическое свойство конкурентоспособности тренажера, как материального фактора, взаимодействующего с человеческим, проявляется в уровне новых знаний, навыков полученных обучающимся персоналом при созданной в процессе модернизации тренажера большей степени имитации внешних условий полета и, принимающих форму более высокой степени полезности тренажера, которая и составляет сущность его возросшей конкурентоспособности, приобретающей особое значение для обеспечения безопасности полетов [2]. Типизация факторов модернизации позволила выработать методические принципы по управлению практической реализации инновационных изменений в условиях модернизации тренажеростроения. Реализация этого метода приводит в, первую очередь, к улучшению технико-экономических и экономических показателей тренажера, как обучающих систем, что подтверждается практикой их использования в России и за рубежом. В ходе выполнения работы разработана многомерная модель, отражающая зависимость степени имитации реального информационного поля на тренажере, затрат на его обеспечение и цены тренажера.

1. **Булаев А.С.**, Прошкина Л.А. Проблемы современного этапа модернизации экономики // Актуальные проблемы управления в социальных и экономических системах: Матер. Всерос. студ. эконом. науч.-прак. конф. – Пенза: ПГУАиС, 2010.
2. **Кузнецов Б.В.**, Прошкина Л.А. Методы повышения полноты моделирования обучающих систем на основе их модернизации // Надежность и качество: Тр. Междунар. симп. – Пенза: Изд-во Пенз. ГУ, 2010. – 1.Т– С. 174-175

УДК 829.764.8

И.В. Куцак, специалист отдела маркетинга;
А.В. Серкин, Заместитель генерального директора
ЗАО «МКК «Космотрас»
E-mail: kutsak@kosmotras.ru

УЧАСТИЕ МАЛЫХ УНИВЕРСИТЕТСКИХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В КЛАСТЕРНЫХ ЗАПУСКАХ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ «ДНЕПР»

Программа создания и эксплуатации пусковой системы для запуска космических аппаратов на базе ликвидируемых межконтинентальных баллистических ракет РС-20 (Программа «Днепр») – крупнейшая российско-украинская конверсионная программа. За время существования программы в период с 1999 года по настоящее время осуществлено 15 успешных запусков РН «Днепр», на околоземную орбиту выведены 56 космических аппаратов (КА) и полезных нагрузок.

В настоящее время тенденция исследования космического пространства, его явлений и процессов в научно-образовательной сфере не только укрепилась, расширилась, но и приобрела практический характер. Для многих университетов и образовательных центров различных стран приоритетным направлением в развитии стало создание собственных проектов по разработке малых космических аппаратов. Малогабаритность создаваемых КА и малобюджетность таких проектов делают их экономически не привлекательными для поставщиков пусковых услуг.

В сложившихся условиях МКК «Космотрас» разработала концепцию объединения нескольких университетских КА в рамках единого кластерного запуска РН «Днепр» на низкие околоземные орбиты. По результатам технической проработки выбранной концепции МКК «Космотрас» совместно с ГП «КБ «Южное» были предложены конструкционно-технологические решения, позволяющие осуществлять подобного рода кластерные запуски.

Предложенная схема работы с малыми университетскими КА позволяет:

– объединив отдельные КА в группу, обеспечить финансовую реализуемость пуска;

– предоставлять гибкие контрактные условия для таких Заказчиков;

– создать условия для тесного сотрудничества университетов различных стран в рамках программы «Днепр»;

– решать прикладные задачи исследования космических технологий, вовлекая студенческие группы в реальный процесс подготовки и осуществления запуска.

Начиная с пуска РН «Днепр» в 2000 году, МКК «Космотрас» привлекает университетские КА к запускам. На сегодняшний день в рамках программы «Днепр» были задействованы такие университеты как: «Ла Сапиенза», Университет Рима (UniSat 1, 2, 3, 4), Калифорнийский Политехнический Университет США (P-POD контейнеры с CubeSat), МГТУ им. Н.Э.Баумана и другие. На период 2011-2012 год МКК «Космотрас» запланировала запуски с участием: EduSat (Университет Рима), КА Университета Торонто, POD контейнеры со спутниками CubeSat из различных университетов мира и другие. В докладе представлены технические особенности адаптации малогабаритных КА с РН «Днепр», технология подготовки КА к запуску, особенности схемы выведения и отделения КА на орбите.

УДК 001.895

О.Л. Мороз, инженер 2 кат., С.А. Матвиенко нач. отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: info@yuzhnoye.com

ОРГАНИЗАЦИОННО-ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

В докладе рассматриваются пути решения проблемы создания системы, которая обеспечит инновационное развитие предприятия.

Основными проблемами являются:

1 Отсутствие организационной схемы создания инновационных проектов.

2 Отсутствие финансового обеспечения создания инновационных проектов.

Одним из путей решения является финансирование создания инновационного проекта из фонда инновационного развития предприятия, который наполняется за счет амортизационных отчислений и коммерческой реализации стоящих на балансе предприятия объектов права интеллектуальной собственности в составе нематериальных активов.

Введение объектов права интеллектуальной собственности в хозяйственный оборот осуществляется для обеспечения возможности получения экономической выгоды от их использования в хозяйственной деятельности предприятия и включает:

– инвентаризацию объектов права интеллектуальной собственности в составе нематериальных активов;

– определение первоначальной стоимости нематериальных активов;

– постановку на баланс в составе нематериальных активов;

– оценку объектов права интеллектуальной собственности по рыночной (справедливой) стоимости.

Постановка объектов права интеллектуальной собственности в составе нематериальных активов на бухгалтерский учет осуществляется по первоначальной стоимости.

Предприятие самостоятельно устанавливает срок полезного использования каждого объекта, в течении которого он будет амортизироваться.

Сумма амортизационных отчислений определяется на основании балансовой стоимости нематериальных активов и способа амортизации исходя из срока их полезного использования.

Путем начисления амортизации по объектам права интеллектуальной собственности в составе нематериальных активов предприятие возмещает расходы, связанные с их созданием или приобретением, в случае их включения в налогооблагаемую базу прибыли.

Амортизационные отчисления от нематериальных активов являются основным источником наполнения фонда инновационного развития предприятия. Часть фонда, сформированная из амортизационных отчислений от нематериальных активов, используется для выполнения инновационных проектов, выплаты авторских вознаграждений и создания базы объектов права интеллектуальной собственности предприятия.

УДК 338.45:629.78
К.В. Мулюкина, студент; Р.А. Комар, старший преподаватель каф. финансов
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: moolukina@mail.ru

ЭКОНОМИКА И КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

XXI век – век инноваций, информации, новых технологий, наукоемких отраслей, новых космических открытий. Человек пытается постичь устройство мира, природы на новом, наноуровне. Он хочет знать и уметь то, что раньше могли сказать «Одному Богу известно». В человеке заложена природой тяга к знаниям, стремление познать и использовать постигнутую им информацию для новых открытий, достижений, для блага всего человечества и, к сожалению, порой не в мирных целях, поэтому важно развитие космических систем гражданского и военного назначения.

Нанотехнологии и наноматериалы на сегодня это та сфера науки, без которой в будущем не сможет обойтись не одно государство. Нанопроизводство требует малых затрат энергии, материалов, не нуждается в обширных производственных и складских помещениях, экологически приемлемо, но требует серьезной научной базы, а по тривиальной причине – нехватке финансирования, эта сфера в Украине тормозится.

Приятно то, что государство Украины, в лице президента не оставляет эту проблему неразрешенной. «Государство сделает все от него зависящее, чтобы ракетно-космическая сфера сохранила свои ведущие позиции в мире. Мы будем делать последовательные взвешенные шаги, направленные на развитие отрасли. Вы должны быть в этом уверены» (заявление президента Украины Виктора Януковича 02.10.2010).

Ученые предполагают, что к 2020г. не будет такой отрасли, которая не применяла бы наноразработки, материалы, технику, и уже сейчас в РКТ используется плазменное напыление, газотермические технологии нанесения покрытия, но следует так же обратить внимание на использование атомно-силовой микроскопии, нанокомпозитных материалов, наноаккумуляторов, внедрение робототехники в РКТ. Применяя опыт лидирующих стран в нанотехнологиях, Украине следует создавать новые научно-исследовательские институты, компании в этой отрасли и использовать имеющуюся базу; объединять нанотехнологические центры для использования их в качестве платформы для совместных исследований и экспериментов; увеличивать количество исследований и публикаций в данной области; организовывать спецучебные программы; создавать венчурные фонды, привлекая венчурного инвестора.

Для конкурентоспособного развития в мировом масштабе нанонауки в Украине очень важно партнерство государства, бизнеса и науки. Желательны вклады национальных инвесторов, создание госфондов по привлечению ресурсов в суперотрасль, привлечение еще не «утекших мозгов».

УДК 330.341.1

А.А. Пеліхова, студентка; О.В. Лиса, старший викладач
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: pel_alk@inbox.ru

АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ФІНАНСУВАННЯ КОСМІЧНОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ

Космічна промисловість — це сукупність підприємств, зайнятих конструюванням, виробництвом і випробуваннями ракет, космічних апаратів і кораблів, а також їхніх двигунів і бортового обладнання. Значення космічної промисловості вкрай велике. Вона вимагає наявності в країні високого технологічного та інтелектуального потенціалу. Для якісного зростання вона мусить бути на вершині науково-технічного прогресу. Україна успадкувала третину промислово-космічного потенціалу колишнього Радянського Союзу. Для подальшого розвитку цієї галузі Україна утворила Національне космічне агентство України, завдання якого полягає у контролі і спостереженні за більш ніж за 30 установами, безпосередньо пов'язаними з космічною діяльністю і які включають в себе промислові підприємства, конструкторські бюро, військові об'єкти, дослідницькі інститути та інші організації, включені в цю галузь.

Загальні тенденції розвитку космічної діяльності вимагають активного пошуку Україною свого місця на космічних ринках і в міжнародному поділі праці. Центральною проблемою в економіці космічної галузі України є гармонізація зовнішніх чинників і нагальних потреб розвитку власної економіки, науки, проблем безпеки та оборони, а також соціальних очікувань. Тобто вихідні дані для подальшого розвитку космонавтики перебувають у площині забезпечення сталого розвитку країни. У свою чергу, космічні засоби і технології, які є зараз і які розробляються, можуть визначати перспективні шляхи забезпечення безпеки, підготовки управлінських рішень, заходів з оптимізації природокористування, розвитку фундаментальних досліджень тощо. Реалізація відповідних зв'язків — необхідна умова формування основ ефективної космічної діяльності.

У липні 2007 року Кабінет міністрів схвалив нову космічну програму на 2008—2012 роки, яка передбачає посилення бюджетної підтримки нових розробок у середньому до 300 млн. гривень на рік. Ухвалене рішення може означати, що подолано поріг, який відділяє стагнацію галузі від її поступального розвитку. Розглядався варіант інтенсивного розвитку, найбажаніший, із погляду швидкого розвитку космічних технологій. З огляду на прогнозовані темпи зростання ВВП, реальний стан космічної галузі, а також соціальні очікування в суспільстві, оптимальним визнано варіант інтенсивного розвитку.

Таким чином, космічна програма — складова частина державної політики в галузі космічної діяльності. Проблеми розвитку вітчизняної космонавтики вирішуються також програмою реструктуризації галузі, комплексом зовнішньоекономічних заходів, галузевими програмами, які передбачають використання космічних засобів та інформації. Робота над програмою висвітлила гостру потребу розробки системного підходу до космічної діяльності, створення стратегічного плану на найближчих 15—20 років. Космічна політика держави потребує координації зусиль державних органів, науки, промисловості.

УДК 004.9:629 764

В.Н. Расстрыга, инженер; Т.В. Трубин, начальник отделения
ГП «КБ «Южное»
E-mail: info@yuzhnoe.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ИЗДЕЛИЯ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЕ PDM И EPM

Актуальной задачей на сегодняшний день для крупных промышленных предприятий в информационном плане является обеспечение надежного управления всем объемом разнородных данных, которые порождаются, хранятся и используются в различных информационных системах. При разработке наукоемких изделий, таких как ракето-носители, необходимо управлять стоимостью, сроками выполнения проекта, ресурсами задействованными в проекте, а также данными об изделии, структурой изделия, изменениями, процессом передачи данных, документов и заданий между участниками. Первые две задачи решаются с помощью корпоративной системы управления проектами (Enterprise Project Management – EPM), последние – системой управления данными изделия (Product Data Management – PDM). Одним из способов создания системы управления промышленным предприятием является интеграция этих двух систем.

Интегрированная система позволит осуществлять проектное управление всей деятельностью предприятия, а также управление данными об изделии при его разработке (конструкторской и технологической подготовке производства).

Основная идея интеграции EPM и PDM-системы состоит в том, что необходимо консолидировать отдельные процессы с помощью календарно-сетевого графика. То есть, каждая работа в системе EPM представляется отдельным рабочим процессом в PDM-системе, при этом каждый рабочий процесс наследует из календарно-сетевого графика такие данные: ранний старт работы; поздний старт работы; длительность работы; информацию о шагах работы; ресурсы, назначенные на работу. В свою очередь EPM получает от PDM-системы сигнала о фактическом начале работы, который формироваться при запуске процесса. По завершении процесса в EPM передаются также сигналы окончания работы и отчетные данные, что реализует механизм контроля выполнения проекта.

Важно отметить, что рабочие процессы должны быть заранее построены на основании определенных или стандартных бизнес-процессов предприятия. Разработанные сетевые графики предыдущих проектов также должны быть проанализированы и сохранены в базе как шаблоны проектов.

Такой подход реализует принцип быстрого создания планов проекта и более точный расчет необходимого количества времени и ресурсов (объёмов проекта) на этапе анализа проекта. Это помогает в приняти решения о целесообразности выполнения проекта при стратегического планирования бизнеса предприятия.

В процессе выполнения проекта эффективность разработки изделий повышается за счет консолидации данных систем управления жизненным циклом проекта и управления жизненным циклом изделия, что упрощает процессы инициализации, планирования, исполнения и завершения проекта, а также повышает качество разрабатываемого изделия.

УДК 339(02)

І.Л. Сазонець, д.е.н., професор, О.Є. Джур, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЧНИХ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ, ЯК БАЗИС ДЛЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОСМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Космічна діяльність стала важливою складовою сучасної національної та світової економіки, що підпорядковується універсальним закономірностям та факторам розвитку. Незважаючи на позитивні тенденції по використанню результатів космічної діяльності космічна галузь України в кінці минулого століття пережила період різкого скорочення державного фінансування та глибокого спаду виробництва. Регрес галузі мав поступовий та системний характер внаслідок невідчутності внеску космічних технологій у підвищення ефективності соціальної та господарської сфер країни, повільної віддачі витрат.

Вибір напрямків розвитку космічної галузі України повинен визначати пріоритети, що враховують сегментацію космічного ринка та обсяг продажів в кожному сегменті, період окупності інвестицій. Підприємствам галузі потрібно виконати комплекс оптимізуючих заходів відповідності до міжнародних принципів, стандартів галузевої структури та структури управління, системи обліку витрат та ціноутворення. Важливими заходами тут можна вважати: а)створення в ДКАУ та науково-дослідних структурах спеціалізованих підрозділів, зорієнтованих на взаємодію з іншими міністерствами та відомствами, завданням яких має бути не тільки проведення спільних дослідницьких робіт, але й розробка спільних стратегічних позицій стосовно науково-технологічної та інноваційної сфери (узгодження із національними пріоритетами розвитку); б) проведення фундаментальних досліджень у складі відповідних структур космічної галузі. Це може бути реалізовано шляхом об'єднання ресурсів окремих галузевих науково-дослідних інститутів, проектних організацій, виробничих підприємств, вищих навчальних закладів, що здійснюють відповідну підготовку фахівців галузі, різних громадських організацій та фондів підтримки інновацій тощо; в) удосконалення механізмів охорони і використання інтелектуальної власності, як всередині країни так і закордоном, що буде додатковим джерелом інноваційної активності в космічній сфері; г) розвиток різних організаційних форм, що буде найкращим чином сприяти забезпеченню фундаментальних робіт з результатами інноваційної діяльності підприємств.

УДК 347.77

С.Г. Сергієнко, студент, О.І. Фроленко, О.Є. Джур, к.т.н., доцент,
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: Dzhur@i.ua

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЄКА ТА НАСА

Ядром сучасної індустрії Європи виступає група галузей машинобудування. В середині ж машинобудівного комплексу велику роль відіграє авіаційно-космічне виробництво. Стратегічна важливість і вигідність галузі для усієї планети підтверджується думкою вчених, які називають космічну галузь «главным двигателем экономического и социального развития, а космические инвестиции – инвестициями в будущее». Європейські підприємства у цій сфері користуються широким міжнародним визнанням. З 1975 року координує діяльність цих підприємств створене «Європейське космічне агентство» (ЄКА). НАСА – це національне агентство США по аеронавтиці та дослідженню космічного простору, володіє найбільшим бюджетом серед всіх космічних агентств миру. Незважаючи на світову кризу фінансування НАСА не зменшується і бюджет на 2011 рік складе близько $19 млрд. дол. Серйозні зміни були внесені в діяльність НАСА президентом США Бараком Обамою, що підписав закон про діяльність НАСА. По словам представника НАСА Чарльза Болдена нове «законодавство підтримує амбіційний план президента, згідно із яким НАСА повинна стати піонером на новому рубежі інновацій та відкриттів». Основна тенденція розвитку сучасних світових підприємств космічної галузі – це глобалізація космічних наукових досліджень і технологій. З економічного погляду вона розвивається в двох напрямках: комерційний (міжнародні підприємницькі проекти, міжфірмові контракти) і некомерційний (реалізація міждержавних наукових проектів й академічних угод). Останнім часом жваво почали здійснюватися глобальні комерційні наукові проекти. Насамперед, це найскладніші і значущі для світової спільноти vip-проекти (освоєння Місяця, Марса, інших планет Сонячної системи).

Тенденції інноваційного розвитку підприємств космічної галузі виділяють процеси консолідації в контексті міжнародних інтеграційних процесів. Процеси транснаціоналізації високотехнологічного виробництва, інтернаціоналізації та становлення світового ринку технологій свідчать про необхідність концентрації капіталу в міжнародних масштабах. На даному етапі одним із найбільш поширених механізмів забезпечення цього процесу є злиття та поглинання. В цих умовах уряд України і підприємства космічної галузі повинні враховувати ці тенденції із своїми власними стратегічними цілями та інтересами.

УДК 339.9
М.О. Сухова, студентка; В.П. Пошивалов, професор, доктор технічних наук
Дніпропетровский національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: ritka_margaritka@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ВИСОКИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Освоєння космосу людиною почалося ще в першій половині минулого століття, що створило передумови настання нової космічної ери, яка швидкими темпами міняє життя сучасної людини. Вже мало хто уявляє собі життя без мобільно телефону, супутникового телебачення, точних прогнозів погоди. Проте мало хто здогадується, що багато благ цивілізації пов'язані в першу чергу з космосом: саме космічні апарати зробили можливим передачу даних на величезні відстані, а космічні технології 21 століття проникли в повсякденне життя, зробивши його ще комфортніше.

Завдяки першому запуску космічного апарату авіакосмічна галузь промисловості вийшла на одну з перших позицій у стратегічному розвитку країни. Зараз аерокосмічна галузь — це основа зв'язку, телерадіомовлення, наукових досліджень, метеорології та інших сфер діяльності людини. Більш того, космічна промисловість є колискою багатьох винаходів, оскільки космічні технології одержують більш приземлене застосування в народному господарстві та побуті.

Аерокосмічна галузь належить до ринку високих технологій, і як на будь-якому ринку фірмам і компаніям, які виробляють певну продукцію або надають різноманітні послуги, необхідно постійно проводити моніторинг ринка, на якому вони працюють. Це дозволяють робити маркетингові дослідження ринку, що значно зменшують невизначеність при ухваленні важливих маркетингових рішень, що дозволяє ефективно розподіляти економічний потенціал для досягнення нових висот у бізнесі.

Дослідження ринку здійснюється у двох розрізах: оцінка тих чи інших ринкових параметрів для даного моменту часу та отримання прогнозних значень. У першу чергу оцінюється поточна ситуація на ринку (кон'юнктурна ситуація), потім визначається величина місткості ринку, проводиться його сегментація і визначаються позиції продукту на окремих ринкових сегментах. Після поділу ринку на окремі сегменти необхідно оцінити ступінь їх привабливості і вирішити, на скільки сегментів має орієнтуватися підприємство, інакше кажучи, вибрати цільові сегменти ринку. Потім підприємство повинно вивчити властивості і образ продуктів конкурентів і оцінити положення свого товару на ринку. Вивчивши позиції конкурентів, підприємство приймає рішення про позиціонування свого товару, тобто про забезпечення конкурентоспроможного стану товару на ринку. Позиціонування товару на обраному ринку – це логічне продовження знаходження цільових сегментів, оскільки позиція товару на одному сегменті ринку може відрізнятися від того, як його сприймають покупці на іншому сегменті.

Якщо сегментування дасть характеристики, які повинен мати продукт з точки зору бажань і припущень, то позиціонування переконує споживачів, що їм пропонується саме той товар, який вони хотіли б придбати, що дає змогу виробникам ефективно працювати на ринку.

УДК 347.85

Ч.А. Тишко, студент; Т.П. Мандрыка, преподаватель
Днепропетровский колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара
E-mail: tishko777@mail.ru

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА НЕРАСПРОСТРАНЕНИЕМ РАКЕТ И РАКЕТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ГСК)

К концу 1990-х гг. стало очевидно, что созданный в 1987 г. Режим контроля ракетных технологий (РКРТ) – многосторонний механизм, призванный координировать усилия международного сообщества по контролю за передачами другим государствам определенных типов ракет и ракетных технологий, – не в состоянии служить достаточно эффективным заслоном на пути ракетного распространения. Он был и остается консультативным органом, участники которого добровольно обязались придерживаться определенных принципов и правил в ракетном экспорте.

Среди выдвинутых в последнее время идей о дальнейшем развитии международного регулирования в области ракетных технологий наибольшую поддержку заинтересованных государств получили предложение России о создании Глобальной системы контроля за нераспространением ракет и ракетных технологий (ГСК) и свод правил «корректного» поведения в виде так называемого «Международного кодекса поведения (МКП) по предотвращению распространения баллистических ракет», изначально оформившегося в рамках РКРТ.

В развернутом виде ГСК представляет собой комплекс международных режимов и механизмов, включающий в себя:

– режим транспарентности пусков ракет;

– механизм стимулирования государств, отказывающихся от обладания ракетными средствами доставки оружия;

– механизм предоставления гарантий безопасности;

– механизм международных консультаций;

– международный орган, функционирующий под эгидой ООН, координирующий работу ее режимов и механизмов.

В проекте МКП сведены универсальные принципы и правила поведения в ракетной сфере, которыми обязуются руководствоваться государства–участники в их ракетной деятельности, а также меры по укреплению доверия и стимулы против распространения ракетных технологий, во многом созвучные тем, которые легли в основу концепции ГСК.

Сейчас о ГСК можно уже говорить как о важном, состоявшемся компоненте международного сотрудничества в деле контроля ракетного распространения. Ее появление – веление времени, процесс объективный, а поэтапное движение к ее воплощению в реальный механизм – своего рода ответ на вызов, брошенный системе международной безопасности растущей угрозой применения ракет.

УДК 005.91.96

Ю.А. Шашко, студент, Т.П. Мандрика, викладач
Дніпропетровський коледж ракетно-космічного машинобудування
Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ

Ракетно-космічна галузь України має значний економічний та науково-технічний потенціал. В Україні створено чотири покоління бойових ракет стратегічного призначення, в тому числі – SS-18 та SS-24, а також високоефективні космічні ракетні комплекси «Циклон» та «Зеніт».

За останні роки рівень розвитку ракетно-космічної галузі дуже знизився, у порівнянні з 70, 80-ми роками. Україна поступово втрачає свої позиції в рейтингу космічних держав. Тому це питання є досить актуальним сьогодні. Основним завданням є проведення аналізу та висвітлення або формулювання проблем, які впливають на розвиток цієї галузі.

Проаналізувавши роботу підприємств цієї галузі за останні роки було визначено низку факторів, що впливають на розвиток ракетно-космічної галузі:

– особливі зобов'язання в рамках додержання режиму щодо непоширення ракетних технологій;

– наявні зовнішні обмеження в рамках співробітництва з Міжнародним валютним фондом;

– відчутна комерціалізація технологій;

– уповільнення залучення сучасних іноземних технологій у виробництво;

– наявність істотних політичних і фінансових ризиків для іноземних партнерів при співробітництві з підприємствами галузі;

– збільшення нестачі обігових коштів, дешевих кредитів для розвитку підприємств з року в рік.

Вирішення цих проблем зумовить часткові зміни на краще у галузі. Це допоможе не тільки підняти рівень розвитку галузі, а й створити нові робочі місця, а найголовніше – утримати лідируючі позиції на світовому ринку космічних технологій.

УДК 334(075)

О.С. Шкарлат, студент; В.В. Доленко, ст. преподаватель
Харьковский национальный университет им. Н.Е. Жуковского
Национальный аэрокосмический университет Украины
E-mail: chainnka@mail.ru

ИНВЕСТИРОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РЫНКЕ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЙ УКРАИНЫ

В мировой экономике многие компании увеличивают инвестиции в информационные и телекоммуникационные технологии для получения преимущества перед конкурентами, чтобы выделить свою продукцию, повысить производительность работы, приобрести новых клиентов и открывая при этом для себя новые рынки и обеспечивая долгосрочный экономический рост.

К примеру, в странах с высоким уровнем производства современные технологии используются наиболее широко. Это подтверждает использование ПК, интернета, широкополосного доступа и мобильных телефонов, также показывает четкую связь между экономическим развитием и эффективностью использования информационных и телекоммуникационных технологий.

В контексте мировой экономики информационные и телекоммуникационные технологии стали жизненно важным компонентом стабильного экономического роста и процветания страны.Ключ к этому лежит в тесном сотрудничестве правительства и компаний.

В нынешнее время на украинском рынке телекоммуникаций – Укртелеком единственная компания которая имеет лицензию на использование технологии WiMAX. Одним из важнейших преимуществ для первоочередного инвестирования этой компании, является государственная форма собственности.

Преимущества использования технологии WiMAX, очевидны. Технология WiMAX не только откроет возможности для инвестиций и создаст новые рабочие места, но также обеспечит всем гражданам Украины высокоскоростной и недорогой доступ в интернет при минимальных расходах на развертывание инфраструктуры по сравнению с проводными широкополосными соединениями.

УДК 004.9:629 764

А.В. Шрамко, инженер; А.В. Трубин, нач. отделения
ГП КБ «Южное»
E-mail: info@yuzhnoe.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ДЕКОМПОЗИЦИИ РАБОТ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ

Проекты в аэрокосмической отрасли являются уникальными и довольно сложными по своей природе. Поэтому выбор методик и принципов для разработки и управления проектом влияет важную роль на успешность реализации проекта.

Для повышения конкурентоспособности на международном рынке ракетоносителей и повышения эффективности реализуемых проектов, на предприятии ГП КБ «Южное» был организован пилотный проект по отработки методик и принципов управления проектами.

Источником методов и принципов являются международные стандарты по управлению проектами: ECSS (European Cooperation for Space Standardization) и PMBOK (Project Management Book of Knowledge). Важным требованием данных стандартов является применения принципов декомпозиции. В рамках пилотного проекта данные принципы были адаптированы к реалиям предприятия и получены несколько уровней применения декомпозиции в зависимости от стадии проекта.

Верхним уровнем применения принципов декомпозиции является применения методик WBS (Work Breakdown Structure). Данный уровень включает в себя работы по созданию пакетов работ на этапе инициализации проекта. На данном этапе определяются пакеты работ, которые необходимо выполнить для достижения целей проекта.

Следующим уровнем является уровень задач. Данный уровень включает в себя работы по декомпозиции пакетов работ на задачи на этапе создания плана проекта. Полученные задачи вводятся в систему управления проектами (EPM). На основании полученных задач создается ресурсно-календарный план проекта.

Третьим уровнем является уровень процессов. Данный уровень включает в себя работы по декомпозиции задач на процессы на этапе выполнения проекта. На данном этапе определяются процессы, которые необходимо выполнить для выполнения задач проекта. Полученные процессы вводятся в систему управления жизненным циклом изделия (PLM).

Использование полученных уровней применения декомпозиции в зависимости от стадии проекта делает выполнение проекта более «прозрачным», что позволяет заранее оценить трудоемкость и соответственно стоимость проекта с максимально возможным приближением.

УДК 629.78:338:334.012.42

В.Б. Щеньова, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mai: lectheory@efdnu.dp.ua

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

На підприємствах космічної галузі для роботи над проектами широкого розповсюдження набули матричні організаційні структури управління. Вони дають можливість створювати мобільні групи, що складаються зі спеціалістів функціональних відділів і підпорядковуються на час виконання проекту його керівнику. Управління ними, створення єдиної команди, спроможної розв'язувати складні завдання, є важливою функцією керівника. При цьому функціональні керівники повинні забезпечити високу кваліфікацію своїх спеціалістів, а керівник проекту – навчити їх працювати спільно, зробити так, щоб гармонійно поєднувалися мета кожного виконавця, проекту, підприємства в цілому.

Можливість бути обраним членом команди стимулює спеціалістів підвищувати свій професіоналізм, набувати нових знань. Під час роботи над проектом зусиллями менеджера в команді формуються нові цінності, мораль, психологія, культура поведінки, керівник проводить навчання, ділиться досвідом, інформацією, знаннями, вчить самостійно приймати і реалізовувати рішення, нести відповідальність. Працівники підіймаються на новий рівень знань.

Використання Інтернет-технологій дозволяє керівнику сформувати відносини в команді на новому, вищому рівні, дає працівникам набагато більше можливостей, але в той самий час ставить і вищі вимоги. Якщо на підприємстві добре розвинуті інформаційні технології, можна впроваджувати нові принципи менеджменту, ефективно застосовувати правила успішної індивідуальної поведінки, неможливі за традиційної ієрархічної організації.

Такий командний підхід може бути розповсюджений на всю організацію або як на сукупність груп, що працюють над окремими проектами, або як на велику команду. Проникнення нових принципів менеджменту і правил індивідуальної поведінки у внутрішньофірмове середовище змінює організаційну форму підприємства., етичні і ціннісні орієнтації персоналу; зростає рівень довіри між працівниками, панує «дух доброї волі».

За такої організації засвоєння нових навичок чи знань відбувається краще, економляться ресурси на навчання. В результаті співпраці вигоду отримує вся команда, причому кожний працюючий має від колективної роботи набагато більше, ніж від індивідуальної і в кількісному виразі, і в якісному.

Таким чином, впровадження і вдале використання Інтернет-технологій на підприємстві, високий рівень професіоналізму менеджера дозволяє змінювати організаційну структуру підприємства, використовувати нові методи господарського управління наукою і виробництвом, різні форми активації людського фактора, створювати особливу культуру організації, в результаті економити наявні ресурси і підвищувати ефективність діяльності.

21
Нанотехнологии и наноматериалы в РКТ

Координатор:
Калинина Наталья Евграфовна,
профессор кафедры технологии производства ЛА ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

УДК 620.22:544.478
К.В. Белоконь, аспирант; Г.Б. Кожемякин, к.т.н., доц., зав. каф. ООС
Запорожская государственная инженерная академия
E-mail: Savela_Karina@mail.rut

ПОЛУЧЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ГЛУБОКОГО ОКИСЛЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТНОЙ НАНОСТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Катализаторы процессов глубокого окисления оксида углерода и углеводородов востребованы в различных отраслях промышленности, энергетике и на транспорте для эффективной очистки отходящих газовых выбросов, а также в процессах беспламенного сжигания топлив. В настоящее время для этих целей наиболее широко применяются катализаторы, содержащие металлы платиновой группы (Pt, Pd, Rh). Они обладают высокой активностью и стабильностью, однако дороги и весьма чувствительны к примесям каталитических ядов. В результате массового применения этих катализаторов на автотранспорте возникла проблема вторичного загрязнения окружающей среды высокодисперсными порошками каталитически высокоактивных металлов. Результаты их пролонгированного воздействия на биохимические процессы в биосфере пока неясны. Поэтому разработки и исследования новых катализаторов в этой области, не содержащих благородных металлов, продолжаются широким фронтом.

Новым направлением здесь являются впервые предложенные нами многокомпонентные металлические катализаторы типа металлов Ренея, получаемые из алюминидов переходных и редкоземельных металлов (Ni, Co, Mn). Устойчивость в окислительной среде, не свойственная обычным катализаторам Ренея, нашим системам придает каркас из низших алюминидов, образующихся в процессе горения.

Катализаторы, состоящие из чистого никеля, а также с добавками кобальта, обладают не очень высокой удельной поверхностью (<10 $м^2/г$). Добавка марганца приводит к повышению удельной поверхности, которая для образцов на основе железа достигает величин порядка 60 $м^2/г$. Исследования на сканирующем электронном микроскопе показали, что это связано с образованием на поверхности наноструктур различной морфологии (волокнисто-игольчатой и в форме тонких шестиугольных дисков) с диаметром или толщиной около 50-100 нм.

Электронно-зондовый микроанализ показал, что эти нанообразования содержат преимущественно марганец и кислород, т.е. являются металл-оксидными структурами.

Уже Ni-Co катализаторы с содержанием 5-10% мас. Co показали высокую активность. Так, температура 50%-ной конверсии CO составляет 175°C, а для пропана этот показатель равен 250°C. Основным недостатком этих катализаторов является низкая стабильность. Добавка Mn приводит к существенному повышению как стабильности, так и активности, особенно при окислении пропана. Этот факт можно связать с появлением на поверхности катализаторов, как отмечалось выше, наноразмерных образований. Такие структуры, по-видимому, обладают как повышенной активностью, не в последнюю очередь вследствие высокой удельной поверхности, так и большой стабильностью.

УДК 669.034.7

Ю.В. Бондаренко, ассистент; Б.П. Середа, д.т.н., профессор, зав. каф. ОМД
Запорожская государственная инженерная академия
E-mail: bond.1984@mail.ru

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ЛОПАТОК ГТД В УСЛОВИЯХ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

Лопатки газовых турбин работают в сложных условиях воздействия циклических изменяющихся высоких температур и напряжений, вызывающих термомеханическую усталость материалов, а также коррозионно-эррозионного разрушения поверхностного слоя скоростным газовым потоком. В газовой среде нередко содержатся агрессивные компоненты, вызывающие образование на поверхности лопаток солевого осадка и резкое увеличение скорости разрушения поверхностного слоя металла. В составе используемых топлив нередко присутствуют ванадий, легкоплавкие оксиды которого вызывают катастрофическое разрушение поверхностного слоя лопаток газовых турбин.

Для защиты лопаток турбин от химического разрушения поверхностного слоя газовым потоком широкое применение нашли высокотемпературные покрытия. Важнейшим преимуществом диффузионных покрытий является возможность защиты от газовой коррозии труднодоступных поверхностей охлаждаемых лопаток газовых турбин (полости, щели, каналы, отверстия перфорации).

В этой связи актуальной является разработка новых технологий, обеспечивающих получение покрытий необходимых эксплутационных характеристик при минимальном времени их формирования. Такими технологиями могут служить способы получения покрытий на основе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) представляет собой высокоинтенсивное экзотермическое взаимодействие химических элементов в конденсированной фазе, способные к самопроизвольному распространению в виде волны горения .

Разработаны технологические процессы силицирования титана ВТ1-0, титанового сплава ВТ-20 и титанового сплава ВТ3-1 при нестационарных температурных условиях в режиме теплового самовоспламенения.

Силицирование в режиме теплового самовоспламенения осуществляется при температурах 900-1000° С в течение 30-90 минут. При этом толщина упрочненных слоев достигает до 85 мкм.

Разработаны теоретические представления и схемы протекания процессов силицирования тановых сплавов при нестационарных температурных условиях.

Показано, что при силицировании в режиме теплового самовоспламенения упрочненный слой формируется в несколько стадий. На стадии теплового самовоспламенения, в результате значительного температурного градиента между порошковой смесью и обрабатываемыми деталями, на последних образуется нанесенное покрытие. На стадиях прогрева деталей и изотермической выдержки нанесенное покрытие диффундирует в подложку.

УДК 669.250

Д.С. Бондарь, студент; Т.В. Носова, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: 32bita1@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В задачу исследований входит выявление оптимальных наноструктур что осуществляется в тесной связи с технологией их изготовления и дальнейшей эксплуатацией.

Современная методология экспериментальных исследований предполагает наличие моделей (адекватных, компьютерных) исследуемых структур.

В ряде изданий, монографий и статей изложены сведения о технологии, структуре свойствах и применении наноструктур.

Изучение наструктур и наноматериалов базируется на нескольких фундаментальных и прикладных науках: физике химии биологии, на стыке которых находятся несколько интегративных направлений: квантовая теория (описывающая способы поведения и взаимодействия элементов наноструктур в нанометровом диапазоне), физическое материаловедение (точнее его часть, изучающая свойства наноматериалов), физика и химия вероятности (поскольку законы поведения материи, преобретают не детерминированный, а вероятностный характер), химический синтез, биохимия и молекулярная биология (описывающие наноструктуры биологического происхождения и химические процессы синтеза наноструктур и протекающие в самих наноструктурах).

Решение проблем нанотехнологии, в первую очередь исследовательских, выявило множество пробелов, как в фундаментальных, так и в технологических знаниях.

Существуют несколько разновидностей наноматериалов:

- Консолидированные наноматериалы;
- Нанополупроводники;
- Нанополимеры;
- Нанобиоматериалы;
- Фуллерены и нанотрубки;
- Наночастицы и нанопорошки;
- Нанопористые материалы;
- Супрамолекулярные структуры;

Методы нанотехнологии позволяют получать принципиально новые устройства и материалы с характеристиками значительно превышающими современные аналоги.

УДК 621.01/03

Д.В. Борисов, студент[1]; Н.Е. Калинина, д.т.н., профессор[1];
А.К. Федючук, ведущий специалист[2]; О.А. Кавац, к.т.н., инженер-технолог[2]
[1]Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
[2]ГП «ПО Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова»

О РАЦИОНАЛЬНОМ МИКРОЛЕГИРОВАНИИ МЕТАЛЛА ПАЯНОГО ШВА

В энергетических паяных агрегатах авиа- и ракетнокосмической техники используются жаростойкие сплавы, содержащие дорогие и дефицитные элементы – Ni, Co, Mo, W. К припоям предъявляют высокие требования относительно механических и эксплуатационных характеристик.

С учетом технологических, эксплуатационных и экономических аспектов припои должны иметь не только высокую температуру плавления, жаростойкость, но и удовлетворительные литейные свойства. Такими припоями могут быть сплавы на основе никеля, железа, кобальта или марганца, содержащие значительное количество легирующих элементов (прежде всего хром, кремний, бор). Паяные швы таких припоев имеют крупнозернистую структуру, которую нельзя изменить режимами термической обработки из-за природы этих сплавов и сложности спаянной конструкции, не допускающей термическую обработку из-за возможного повреждения паяных швов.

Измельчения первичного зерна паяного шва невозможно добиться технологическими приемами, известными в металлургии, например, введением в расплав легирующих элементов – по причинам недоступности паяных швов в закрытых полостях конструкции, сложности манипулирования режимами охлаждения при печной пайке. Улучшить структуру, а вместе с ней и свойства паяного шва в таких случаях возможно только дополнительной обработкой – введением в исходный состав припоя карбидо- или нитридообразующих элементов (Ti, Nb, Zr, и др.), микролегированием и модифицированием, а также элементов, способствующих дисперсионному твердению металла паяного шва.

Представляется возможным применение для припоев традиционных методик микролегирования и модифицирования, способствующих измельчению дендритной структуры в сплаве паяного шва.

Предлагаемая обработка припоя дисперсными и наноматериалами позволит значительно измельчить как кристаллы вторичной фазы, так и эвтектику, что способствует улучшению характеристик паяного соединения.

УДК 6619.048.4
Е.О. Бренько, студентка гр. ТМ-08-1; С.И. Мамчур, доцент, Т.В. Носова, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: k.brenko@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ СТЕПЕНИ ДИСПЕРСНОСТИ ВЕЩЕСТВ ПРИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Диспергирование – тонкое измельчение твердых, жидких веществ с равномерным распределением по продукту.

По степени раздробленности (дисперсности) системы делятся на следующие классы: грубодисперсные, размер частиц которых более 10^{-5}м; тонкодисперсные (микрогетерогенные) с размером частиц от 10^{-5} до 10^{-7}м; коллоидно-дисперсные (ультрамикрогетерогенные) с частицами размером от 10^{-7} до 10^{-9}м.

Степень дисперсности вещества играет не меньшую роль, чем химический состав. Реакционная способность зависит от степени дисперсности вещества, изменение которой может приводить к сдвигу фазового или химического равновесия. Воспламенение и взрыв пылевых смесей в воздухе зависит от концентрации пыли, химической структуры, температуры и степени дисперсности вещества. Диффузия в случае более мелких частиц дисперсной фазы протекает с большей скоростью и замедляется с увеличением размера.

В коллоидных системах поверхность раздела между дисперсной фазой и дисперсионной средой достигает огромной величины по сравнению с поверхностью того же количества вещества дисперсной фазы в компактном виде. Вследствие этого все явления, связанные с особенностями поверхностных слоев, приобретают в коллоидных системах очень большое значение. Поверхность раздела быстро растет по мере увеличения степени дисперсности вещества. Такое развитие поверхности приводит к появлению у системы новых свойств. Оно же приводит и к особому усилению адсорбционных процессов.

При диспергировании твердых тел происходит их механическое разрушение.

Для высокоэффективного способа сверхтонкого измельчения используются планетарно-центробежные мельницы. В основу такой мельницы заложены те же принципы, что и в шаровой мельнице. Но кроме вращения вокруг собственной продольной оси, барабану придается движение вокруг оси переносного вращения (как планеты вращаются вокруг Солнца).

УДК 669.715

З.В. Вилищук, аспирантка
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: zvilli@mail.ru

НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Модификаторы по их воздействию можно разделить на 2 группы:

1. Модификаторы, являющиеся непосредственными зародышами кристаллизации;

2. Инокуляторы – модификаторы, изменяющие литую структуру за счет уменьшения перегрева кристаллизирующегося металлического расплава.

Конечной задачей модифицирования является повышение механических, технологических и эксплуатационных свойств отливок и слитков что ведет к повышению данных свойств у получаемых из них полуфабрикатов и изделий.

При литье слитков модифицирование чаще проводят введением в расплав добавок, которые образуют тугоплавкие соединения (карбиды, нитриды, оксиды), кристаллизирующиеся в первую очередь. Выделяясь в виде мельчайших частиц, эти соединения служат зародышами образующихся при затвердевании кристаллов (модификаторы I рода). В качестве модификаторов при модифицировании алюминиевых сплавов также применяют Ti, V, Zr. Иногда используют растворимые в жидком металле модификаторы (модификаторы II рода), избирательно адсорбирующиеся на кристаллическом зародыше, которые снижают межфазовое поверхностное натяжение и затрудняют рост кристаллитов.

Обычное содержание модификаторов, вводимых в расплав, составляет несколько процентов от массы расплава. На промышленном уровне поставки обычного модификатора (соли NaCl, NaF, KCl) производятся партиями по 25 – 50 кг. Количество же вводимых наномодификаторов составляет 0,01...0,1% от массы расплава. Проэтому экономически целесообразно использовать наномодификаторы взамен тардиционных в промышленных масштабах. Рационально внедрение одного вида модификатора для различных алюминиевых сплавов.

Для литейных алюминиевых сплавов хорошо зарекомендовал себя модификатор SiC. Возможно применение данного модификатора также для алюминиевых деформируемых сплавов. Так, возможно упрочнение сплавов системы Al-Mg для сплавов АМг6 и 01570.

Сплав 01570 отличается от АМг6, дополнительным легированием Sc и Zr. Поэтому необходимо дополнительное сравнение механических свойств сплава 01570, модифицированного нанодисперсным SiC, и сплава 01570, легированного нанодисперсным Sc и Zr.

УДК 62-419, 678.5
А.М. Гавріленко, інженер-технолог; Л.А. Лимарчук, провідний інженер-технолог;
М.А. Малий, нач. відділу; В.С. Зівако, к.т.н., доцент
ВАТ «Український науково-дослідний інститут технології машинобудування»
E-mail: maliy@ukrniitm.dp.ua

ПРО РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ ДОСЛІДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ НАНОМОДИФІКОВАНИХ ПЛАСТИКІВ

ВАТ «Українським науково-дослідним інститутом технології машинобудування» сумісно з академічними інститутами була експериментально випробувана технологія виготовлення скло-, вуглепластиків з використанням наноматеріалів.

Дослідні заготовки зразків наномодифікованих скло-, вуглепластиків виготовлялись методом вакуумного формування при умовах:

– питомий тиск – 0,8÷0,9 кгс/см^2;

– максимальна температура полімеризації – 160^{0}С.

У процесі виконання дослідно-експериментальних робіт підтверджена можливість вакуумного формування наномодифікованих скло-, вуглепластиків.

Фізико-механічні властивості наномодифікованих пластиків на 20-40% вище ніж на вихідному сполучному. Використання наномодифікованих пластиків дозволить зменшити матеріалоємність та масу конструкцій і як наслідок знизити собівартість виробів.

Роботи по дослідженню ступеню впливу наноматеріалів на фізико-механічні властивості пластиків та оптимізації рецептур будуть продовжені у 2011 році.

УДК 620.3+629.78:620.22:620.3

А.Л. Дальникович, студент;
Р.А. Комар, старший преподователь кафедры финансов
Харьковского национального аэрокосмического университета
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: Leclash@ukr.net

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В РКТ

В авиации и космонавтике существует настоятельная необходимость в изготовлении прочных, легких и износостойких конструкций. Композиционные материалы применяются для изготовления силовых конструкций летательных аппаратов, искусственных спутников, теплоизолирующих покрытий ракетоносителей, космических зондов. Все чаще композиты применяются для изготовления обшивок воздушных и космических аппаратов, и наиболее нагруженных силовых элементов. Нанотехнология имеет особое значение в методах разработки и изготовления совершенно новых конструкторских материалов.

Таким образом, в Украине созрела необходимость развития инновационной деятельности, например, путем венчурного инвестирования. Почему именно венчурное инвестирование? Потому что данный вид инвестирования имеет ряд плюсов.

В развитых странах осознание ключевой роли, которую уже в недалеком будущем будут играть результаты работ по нанотехнологиям, привело к разработке широкомасштабных программ по их развитию и государственной поддержке. Так, уже в 2000 году в США принята приоритетная долгосрочная комплексная программа, названная Национальной нанотехнологической инициативой и рассматриваемая как эффективный инструмент, способный обеспечить лидерство.

В ожидании громадного рынка в мире резко возросла инвестиционная активность крупных корпораций. К научным и прикладным разработкам в области нанотехнологий подключились все ведущие мировые университеты. Наноматериалы, наноинструменты, наноэлектроника, микроэлектромеханика и нанобиотехнологии уже приносят коммерческую отдачу. Существует более трех тысяч потребительских и огромное число промышленных продуктов, произведенных с помощью нанотехнологий и пользующихся спросом на мировом рынке.

Зачастую мы забываем, что по сей день являемся гражданами великой научной державы, потенциал которой неизмерим, принимая во внимание все наши предприятия, учебные заведения, НИИ, специалистов и ученых, которые даже при минимальных денежных инвестициях готовы делать научные открытия в облости нанотехнологий. Хотелось бы, что бы государство уделяло больше внимания и создавало финансовую поддержку нашим ведущим ученым, которые составляют цвет отечественной нанотехнологии и создавало все условия для их работы и проживания.

Исходя из всего этого, необходимо развивать венчурное инвестирование, так как Украина может стать конкурентно способной державой!

УДК 541.67

И.О. Драголюк, аспирантка; Н.Е. Калинина, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: ira_dragolyuk@mail.ru

ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИИ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наиболее распространенными и дешевыми в получении объектами, имеющими размер в несколько нанометров, или десятков нанометров, являются сверхтонкие (нанокристаллические, нанофазные) порошки. Порошки и процессы их получения представляют самостоятельный научный и технологический интерес. Большая часть процессов получения осуществляется в неизотермических и неравновесных условиях, а формирующиеся частицы находятся в метастабильном состоянии. Порошки рассматриваются и как самостоятельные объекты исследования, и как сырье для получения наноструктурных консолидированных материалов. Особенностями нанопорошков являются большая удельная поверхность, высокий уровень межчастичного трения, формирование агломератов; а следствием этих особенностей являются большой объем адсорбированных газов, низкая плотность при прессовании, зональное обособление усадки при спекании.

Большую часть нанокристаллических материалов получают компактированием и спеканием ультрадисперсных порошков (монокристальных частиц) или более грубых порошков, содержащих наночастицы. Методы синтеза наночастиц можно условно объединить в три класса: физический, химический, комбинированый. Часть методов химического синтеза основана на термически активированных процессах, новая идеология осуществления которых недавно разработана авторами настоящей работы. Скоростью таких процессов легко управлять, изменяя температуру, а в неизотермических условиях открывается возможность еще и управлять дисперсностью, морфологией и степенью агломерированности продукта синтеза.

Особенностью современных процессов получения нанопорошков, тонких пленок и т.д., в отличие от традиционных способов является их неизотермичность и неравновесность. Таким образом, процессы различаются по степени отклонения системы от равновесия. Широко известны процессы плазмохимического синтеза, протекающие в сильнонеравновесных условиях, нашли практическое применение для большого числа соединений и композиций, включая тугоплавкую керамику. Однако наибольшее развитие получили процессы синтеза и конденсации из газовой фазы и более умеренных квазиравновесных условиях тепло-массообмена, чем плазменные, что обусловлено возможностью контроля теплового режима и более гибкого управления дисперсностью и чистотой синтезируемого продукта. Однородность гранулометрического и химического состава (чистота порошка) принципиально важны для получения компактных нанокристалических материалов с улучшенными физико-химическими и механическими свойствами, поскольку распределение частиц по размерам определяет меру устойчивости ансамбля зерен к рекристаллизации в процессе компактирования, а концентрация примесей – свойства границ зерен и, следовательно, свойства материала.

УДК 669.017

И.О. Драголюк, аспирантка; Н.Е. Калинина, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: ira_dragolyuk@mail.ru

НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ

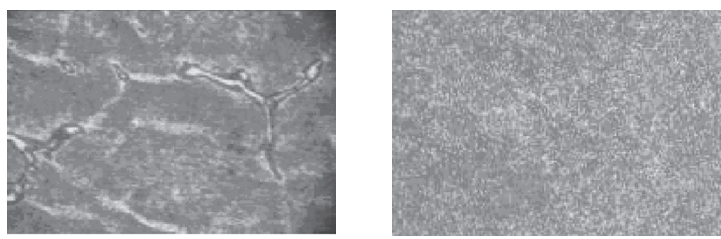
Одной из основополагающих проблем материаловедения и литейного производства является создание определенных воздействий на жидкий кристаллизующийся сплав, которые обеспечат протекание объемной кристаллизации сплава с получением плотной, мелкозернистой и гомогенной структуры сплава в твердом состоянии, а также получения ряда специальных свойств. Увеличение твердости и прочности с уменьшением размера зерна до некоторого критического размера наблюдается практически для всех материалов.

Универсальным, относительно дешевым, технологически гибким и высокоэффективным методом управления структурой кристаллизующегося сплава является модифицирование. Технология наномодифицирования железоуглеродистых расплавов предназначена для внепечной модифицирующей обработки в литейном производстве литейных расплавов чугуна и стали перед их разливкой в литейные формы.

Конструкционные стали системы Fe-Cr-Mo-V широко применяются для изготовления штампов, пуансонов для горячего деформирования. Они должны обладать теплостойкостью и жаропрочностью. В связи с неудовлетворяющей макроструктурой, пористостью и крупнозернистостью эти стали не выдерживают циклических нагрузок и конструкции преждевременно выходят из строя. Одним из перспективных способов повышения качества штамповочных сталей является модифицирование их расплавов нанодисперсными материалами.

Одним из направлений воздействий на расплавы является модифицирование эффективными модификаторами железно-углеродистых и никелевых сплавов являются соединения на основе титана: TiC, TiN, TiCN.

Модифицирование железоуглеродистых сплавов системы Fe-Cr-Mo-V нанодисперсным TiCN приводит к измельчению зерна, структуры стали и к снижению пористости (рис.1).



а б

Рис. 1. Микроструктура стали 3Х3М3Ф до (а, х300) и после (б, х150) модифицирования наночастицами TiCN

УДК 620.95

М.Н. Дьяченко, студентка; Т.В. Носова, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: mariaknirps@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ СЛОИСТЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Одним из наиболее перспективных направлений развития современной науки является нанотехнология. Исходя из названия «нанотехнология» можно сказать, что данное научное направление работает с объектами, размеры которых измеряются нанометрами („нано» – означает 10^{-9} м). Нанотехнология – это процесс получения и использования материалов, состоящих из наночастиц (наноматериалы, нанокристаллы, нанокомпозиты).

В нанокомпозитах наночастицы взаимодействуют с полимерной матрицей не на макро– (как в случае с композиционными материалами), а на молекулярном уровне. В следствие такого взаимодействия образуется композиционный материал, обладающий высокой адгезионной прочностью полимерной матрицы к наночастицам. Нанокомпозиция имеет упорядоченную внутреннюю структуру.

Технология получения нанокомпозиционного материала в первую очередь зависит от типа наночастиц, которые вводятся в полимер. Так, при получении нанокомпозитов на основе различной керамики и полимеров применяется зольгель-технология, в которой исходными компонентами служат алкоголяты некоторых химических элементов и органические олигомеры. Сначала алкоголяты подвергают гидролизу, а затем проводят реакцию поликонденсации гидроксидов. В результате образуется керамика из неорганической трехмерной сетки. Существует также метод синтеза, в котором полимеризация и образование неорганического стекла протекают одновременно. Возможно применение нанокомпозитов на основе керамики и полимеров в качестве специальных твердых защитных покрытий, а также как оптические волокна.

Слоистые нанокомпозиты получают на основе керамики и полимеров, но с использованием природных слоистых неорганических структур, таких как монтмориллонит или вермикулит, которые встречаются, например, в глинах. Слой наполнителя, толщина которого составляет ~1нм, насыщают раствором мономера, а затем проводят полимеризацию. Слоистые нанокомпозиты по сравнению с исходной полимерной матрицей обладают гораздо меньшей проницаемостью для жидкостей и газов.

Нанокомпозиты являются дорогим материалом. Поэтому технология получения полимерных нанокомпозитов постоянно совершенствуется с целью упрощения и удешевления способов получения композиционных материалов, содержащих в своем составе наночастицы. Применение нанотехнологий и исследования в этой области проводятся в условиях единичного производства. Однако нанотехнологии развиваются высокими темпами, являются перспективными, и будут внедрены в промышленных масштабах.

УДК 621.762

А.А. Евстафьева, студентка; Н.Е. Калинина, д.т.н. профессор
Днепропетровский Национальный университет им. Олеся Гончара

СВОБОДНОЕ СПЕКАНИЕ БЕЗ ДАВЛЕНИЯ

Возможность использования свободного спекания для получения .плотных нанокристаллических материалов продолжительное время подвергается сомнению. Считается, что цена, которую приходится платить за легкость исполнения свободного спекания (простой нагрев в печи в течение некоторого времени) это рост зерна. Однако известны примеры успешного спекания наноструктурных металлов, керметов и керамики. Так, недавно опубликованы результаты спекания порошков композиции $ZrO_{2-(}$ 3- 30%) Al_2O_3 с размерами частиц 3- 4 нм при температурах ниже 1000 °С до теоретической плотности в режиме нагрев-выдержка, при этом фактор роста зерна достигал 10-12. Таким образом, конечный размер зерен был около 40 нм! Этот результат до недавнего времени был естественным для консолидации под высоким давлением, но не после спекания. Оксид алюминия является ингибитором роста зерна в отношении $ZrO_{2.}$ Для чистого диоксида циркония в отсутствие ингибитора конечной раз мер зерен не пре вішал 60 нм при факторе роста 15-20. Ниже будет показано, что существуют методы спекания, позволяющие уменьшить фактор роста зерна до 3-5. Беспористые материалы с размерами зерна 80-100 нм, полученные спеканием, казались нереальными вчера, но сегодня представляют передовой уровень технологии спекания. Керамика с размерами зерна 10-20 нм считается недостижимой сегодня, но может стать обыденной завтра.

Скоростное спекание

При изучении спекания некоторых керамических материалов обычной дисперсности (например $BaTiO_3$, Al_2O_3, $Pb(Ti,Zr)O_3$,было установлено, что быстрый нагрев с последующей выдержкой приводят к большей плотности при той же температуре, чем, если бы нагревание было медленным. Теоретически нанокристаллическая керамика должна послужить идеальным объектом скоростного спекания, поскольку исходные порошки имеют гигантскую площадь удельной поверхности и, следовательно, высокую активность поверхностной диффузии и коалесценции. Для образцов большого размера такой подход оказался неприемлем, поскольку быстрый нагрев приводит к худшему уплотнению, чем медленный нагрев, ввиду эффекта зонального обособления усадки и влияния температурного градиента. Если учесть, что все сказанное справедливо для каждого значения пористости, то становится понятной идеология спекания с контролируемой скоростью усадки.

Авторы работы широко используют спекание с контролируемой скоростью как научно обоснованный метод, ориентированный на гибкое управление структурой спеченного материала. Действительно, спекание нанодисперсных порошков с контролируемой скоростью уплотнения не только успешно заменяет спекание под высоким давлением, но и дает лучшие результаты с точки зрения сочитания максимально высокой плотности керамики и сохранения средних размеров зерна на уровне 100 нм и менее.

УДК 539.2

Ю.Л. Жабчик, студент; А.С. Долгов , к.т.н., доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail:yuljapka@rambler.ru

МИГРАЦИЯ В СТРУКТУРЕ ГРАФЕНА

Электронные свойства графена делают его многообещающим кандидатом для будущей микро- и наноэлектроники. Рассматривая электронные свойства, больше внимания уделяется электронному переносу, чем переносу атомов, дефектов или некоторых типов возбуждений. Но эти аспекты очень важны, так как графен получают в неидеальных условиях и поэтому в нем присутствуют атомы загрязнений. Кроме того искусственно внесенные дефекты позволяют существенно изменить свойства графена. Из этого следует, что микрокинетика перемещения частиц различных видов (далее атомов) весьма актуальна.

В сотовой структуре графена миграция происходит путем перескоков на один шаг атомов из разрешенных позиций в соседние, где вероятности этих перескоков температурообусловлены и пропорциональны гиббсовскому фактору. В данной работе предполагается такой вариант миграции, когда мигрирующие атомы размещаются условно в эпицентре правильных шестиугольников, из которых состоит вся структура. А так как возможность перескоков атомов из одной позиции в соседнюю предопределяется физическим равноправием этих позиций, то это предполагает равноправие взаимодействия с шестью ближайшими атомами углерода и наличие шести аналогичных позиций в ближайшей окрестности. Инородный атом выглядит при этом как примесь внедрения.

В структуре графена размещение разрешенных позиций задается двумя числами. Используется двойная индексация, которая ориентирует направление отсчета одного целочисленного индекса «m» в направлении нормали к стороне шестиугольника, а другого «n» – параллельно ей. Уравнения миграции в безразмерной форме имеют вид

$$\frac{d\varphi_{mn}}{d\tau} = \varphi_{m-2,n} + \varphi_{m+2,n} + \varphi_{m-1,n-1} + \varphi_{m-1,n+1} + \varphi_{m+1,n-1} + \varphi_{m+1,n+1} - 6\varphi_{mn}$$

Точное решение записанных уравнений позволяет определить моменты распределения частиц и указать закономерности кинетики миграции. Среднеквадратическое удаление от позиции первоначальной локализации качественно вполне соответствует закономерностям диффузионного распространения в простейших моделях диффузии, отличаясь от них количественными параметрами.

В качестве элемента энергетических установок и преобразователей энергии свойства графена могут быть применены в высокоэффективных фотоэлектрических преобразователях и накопителях водорода. Это важно для минимизации массы современных автономных энергосистем космического применения.

УДК 669.034.7
О.А. Жеребцов, асистент; Б.П. Середа, д.т.н., професор, зав. каф. ОМТ
Запорізька державна інженерна академія
E-mail: horseman@mail.zp.ua

ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ЗКОМПАКТОВАНИХ АЛЮМІНІДІВ ТИТАНУ З НАНОПОРОШКІВ В УМОВАХ САМОРОЗПОВСЮДЖУВАЛЬНОГО ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗУ

Підвищення ефективності роботи газотурбінних двигунів напряму пов'язоно з використанням нових конструкційних матеріалів. Тому створення нових жароміцних сплавів, що працюють при більш високих температурах, ніж нікелеві суперсплави та титанові сплави, більш легких і жаростійких є актуальною задачею.

Аналіз даних про властивості жароміцних матеріалів на основі тугоплавких металів (W, Mo, Nb, Ta), інтерметалідів, керамік і композиційних матеріалів показав, що найбільш перспективними для заміни Ni-суперсплавів є легкі матеріали на основі інтерметалідів , особливо, алюмінидів перехідних металів з упорядкованою структурою з більш високою температурою плавлення та низькою щільністю.

Існуючі методи отримання алюмінідів титану (пічна металургія, електрошлакове переплавлення, Exo-melting) мають ряд труднощів, пов'заних з хімікофізичними властивостями реагентів, складністю технології. Тому розробка нових, ресурсо- та енергозберігаючих технологій одержання інтерметалідних з'єднань є актуальним завданням.

Одним з найбільш прогресивних методів отримання нових матеріалів на основі інтерметалідних з'єднань є саморозповсюджувальний високотемпературний синтез (СВС). Характерні риси запропонованої технології: використання більш дешевої внутрішньої хімічної енергії взаємодії, простота й дешевина устаткування, більша швидкість процесу (малий час синтезу) і висока продуктивність.

Для отримання зкомпактованих інтерметалідних з'єднань системи Ti-Al була обрана технологія силового СВС-компактування, що поєднує операції екзотермічного синтезу та наступного ущільнення синтезованого продукту у реакційній прес-формі.

З метою визначення можливості отримання алюмінідів титану в СВС умовах було досліджено тепло-фізичну картину процесу синтезу та проведені термодинамічні розрахунки теплоти і температури горіння обраної системи. Аналіз показав доцільність розробки інтерметалідних з'єднань фаз TiAl та $TiAl_3$.

При подальшому вивченні було змоделювано та експериментально підтверджено процес структуроутворення у бінарній системі Ti-Al з урахуванням компоненту у рідкій фазі.

Визначено оптимальні технологічні умови при синтезі та ущільненні алюмінідів титану, що дозволяють одержувати безпористі кінцеві продукти гомогені за складом.

Металографічні, рентеноструктурні, мікрорентгеноспектральні, термогравіметричні та трибологічні дослідження підтвердили одержання зкомпактованих алюмінідів титану визначених фаз з високими експлуатаційними властивостями та незначною пористістю.

УДК 621.89

Н.С. Зубарев, студент; В.Е. Олишевская, к.т.н., доцент
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»
E-mail: NiSExpert@i.ua

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ

С 1995 года главным направлением развития во многих странах является создание наноматериалов и нанотехнологий, которые могут быть использованы не только на Земле, но и в космосе. Использование наноматериалов позволяет снизить массу, линейные размеры и объем деталей машин, энергопотребление, вибрацию и шум, и повысить надежность изделий.

Открытие в 60-годах 20-го столетия третьей формы элементарного углерода – карбина – стало началом настоящей гонки по синтезу, идентификации и выделению структур углерода. Были открыты многочисленные формы элементарного углерода – фуллерены и нанотрубки, гигантские фуллерены и луковичные структуры, тороидальные и спиральные формы углерода. Одним из существенных достижений за последние 3...4 года в области наноматериаловедения стало создание полимерных композиционных наноматериалов, которые представляют собой полимерные матрицы с наноразмерными наполнителями. В качестве матрицы могут использоваться термореактивные и термопластичные полимеры, включая нейлоны, полиолефины, например, полипропилен, полистирол, полиэтилентерефталат, сополимеры этиленвинилацетата, полиимиды, полиуретаны и эпоксидные смолы. Наполнителями нанокомпозитов могут быть наночастицы, нанотрубки, наноглины, нановолокна полиэдрального олигомерного силсесквиоксана (ПОСС), многостенные нанотрубки с закрытыми концами, нанопластины, нанопроводники и нанонити. Наиболее широко применяемыми наполнителями являются наноглины и нанотрубки. Наноглины представляют собой алюмосиликатный материал с наноразмерной зернистостью, который можно разделить на отдельные слои толщиной 1 нм и шириной от 70 до 150 нм. В качестве наноглин используют слоистый алюмосиликат монтмориллонит, гекторит (магнийсиликат) и синтетические глины (например, гидротальки т). Нанотрубки, применяемые в качестве наполнителей, насчитывают более 50 разновидностей с составом, охватывающем практически всю периодическую систему элементов. Нанотрубки могут быть синтезированы из оксидов и галогенов переходных металлов, содержать примесные металлы, металлические включения, иметь углеродную, кремниевую или борную основу. Разнообразие наноглин и нанотрубок особенно важно в материалах, применяемых при высоких нагрузках, температурах и давлениях. Установлено, что наноглины улучшают механические свойства пластмасс (повышают модуль упругости и предел прочности при растяжении), а углеродные нанотрубки придают композитам электро- и теплопроводность.

По объему применения полимерных композиционных материалов лидирует автомобильная промышленность. Из нанополимеров изготавливают топливные трубопроводы, покрытия внешних кузовных деталей и стекол, оптические микропереключатели. Композиты с ПОСС, обладающие высокой стойкостью к радиационному, химическому и механическому разрушению, могут быть использованы для защиты от радиации в космосе.

УДК 621.89

Н.С. Зубарев, студент; В.Е. Олишевская, к.т.н., доцент
Г.С. Олишевский, к.т.н., доцент
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»
E-mail: NiSExpert@i.ua

СТРОЕНИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Одним из ярких результатов исследований углеродных наноструктур явился синтез углеродных нанотрубок (УНТ) – тонких протяженных нитей, обладающих необычными электрическими и механическими свойствами. Углеродные нанотрубки представляют собой углеродное волокно в форме цилиндра, длиной до нескольких микрометров и диаметром в несколько нанометров, стенки которого образованы углеродными цепочками, аналогичными графитовым. Теоретическое предположение о существовании нанотрубок было высказано в 1977 г. Корниловым, а создать их удалось только в 1991 г., и лишь в 1998-м г. нашлось практическое применение в виде сверхчувствительных весов, на которых можно взвешивать вирусы. Уникальность структуры нанотрубок заключается в спиральном расположении углеродных шестиугольников на поверхности слоя, представляющего собой ячеистую структуру, и в топологии, т. е. в определенном образом ориентированной геометрической конфигурации отдельных слоев в трубке. Сочетание размеров, структуры и топологии нанотрубок определяет их необычные механические свойства. Например, механическая прочность однослойных углеродных трубок более чем на порядок превышает прочность высоколегированных сталей. Уникальные механические свойства нанотрубок делают их идеальным материалом для армирования металлов. Исследования механических свойств композитов на основе алюминия, магния, меди и никеля, армированных УНТ, показали положительные результаты [1]. Предел текучести алюминия, равный 80 МПа, увеличивается до 86 МПа у композита, армированного 0,5 % УНТ, и до 99 МПа у композита, армированного 2 % УНТ. Предел текучести композита на основе меди, армированного 5 % УНТ, составляет 149 МПа, а введение в композит 10 % УНТ повышает предел текучести композита до 197 МПа.

Известно, что повышение механических свойств нанокомпозитов обусловлено передачей нагрузки от металлической матрицы к УНТ, повышением плотности дислокаций, однородным распределением наполнителей и размером зерна матрицы. Создание нанокомпозитов и прогнозирование их свойств сдерживается тем фактом, что принципы механики наноматериалов (наномеханики) находятся сегодня на ранней стадии своего развития [2-4].

1. Carbon Nanotube Reinforced Composites. Metal and Ceramic Matrices (2009). p. 243.
2. **Bhushan, B.** (2005) Nanotribology and nanomechanics. Wear, 259, 1507-1531.
3. **Gutz, I.A.**, Rodger, A.A., Guz, A.N. and Rushchitsky, J.J. (2007) Developing the mecnanical models for nanomaterials. Composites A, 38, 1234-1250.
4. **Liu, W.K.**, Park, H.S., Qian, D., Karpov, E.G., Kadowaki, H. and Wagner, G.J. (2006) Bridging scale methods for nanomechanics and materials. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 195, 1407-1421.

УДК 541.135.6

С.Е. Иванова, студентка; Е.В. Копачовец, студентка;
Н.П. Юрченко, к.х.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: ivanova.svetlana.dnu@gmail.com

ПОЛУЧЕНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ НАНОСТРУКТУР CO-CU/CU МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

Магнитные многослойные наностуктуры находят всё большее применение в носителях информации, электронных датчиках и др. Электроосаждение многослойных пленок, состоящих из чередующихся ферромагнитного и немагнитного нанослоёв металлов и проявляющих эффект гигантского магнетосопротивления (ГМС) [1], является альтернативой более дорогим и сложным в исполнении методам физического осаждения [2]. Результатом исследовательской активности в изучении электроосаждённых многослойных пленок с ГМС стало большое количество научных работ за последние 15 лет [3]. Несмотря на результаты, полученные в этих работах, многие аспекты взаимосвязи характеристик ГМС таких плёнок с условиями электроосаждения остаются невыясненными, вследствие чего электрохимически полученные нанокомпозиты низкосортны по сравнению с параметрами физически осаждённых пленок, имеют меньшие величины ГМС и, как следствие, более низкую чувствительность к магнитному полю.

Целью данного исследования является изучение факторов электроосаждения, оказывающих влияние на наноструктуру пленок Co-Cu/Cu и, следовательно, на их магнитные свойства. В первую очередь, такими факторами являются:

• Одновременное осаждение кобальта и меди из электролита в процессе формирования слоя кобальта (образование неравновесного сплава Co-Cu с низким содержанием меди).

• Параллельное протекание побочных процессов (окисление и/или восстановление примесей, выделение водорода и др.).

В качестве подложек для получения данных наноструктур были использованы Au и In, нанесённые на поверхность кремния. Основными проблемами, возникшими при получении и определении свойств слоистых структур Co-Cu/Cu, являются сложность определения толщины каждого из слоёв теоретическими методами, а также трудность получения гладких слоёв в составе плёнок.

Работа выполнена под руководством профессора кафедры радиоэлектроники ДНУ им. Олеся Гончара, д. ф.-м. н. С. А. Омельченко

1. The Nobel Prize in Physics. Published online by The Nobel Foundation at <http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2007/index.html>; 2007.
2. Farrow RFC. The role of molecular beam epitaxy in research on giant magnetoresistance and interlayer exchange coupling// IBM J Res Dev. -1998.-№42.-p.43–52.
3. I. Bakonyi, L. Peter Electrodeposited multilayer films with giant magnetoresistance (GMR): Progress and problems// Progress in Materials Science. -2010.-№55.-p.107-245.

УДК 621.791.3/669.71
О.А. Кавац, к.т.н., инженер-технолог 1 категории[1];
Н.Е. Калинина, д.т.н., профессор[2]
[1]ГП «ПО Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова»
[2]Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ОГРАНИЧЕНИЕ РАСТЕКАНИЯ ПРИПОЕВ НАНОДИСПЕРСНОЙ ПАСТОЙ

После пайки кожуха с бобышкой, находящегося в пневмогидросистеме двигателя, наблюдается значительное растекание припоя на медной основе по всей поверхности кожуха. Последующее нанесение металлического покрытия на спаянный узел приводит к недопустимым отслоениям покрытия. Нежелательное растекание припоя можно ограничить несколькими способами: созданием различных барьеров в виде технологических стенок, снижением количества припоя, применением аморфных припоев. С целью полного ограничения растекания припоя по поверхности детали и удержания припоя в паяном шве проведены работы по изготовлению и применению пасты с нанодисперсными частицами SiC размером 75 нм.

Материалами связующего выбирают смесь органических высокомолекулярных углеводородов, к которым предъявляют следующие требования: в процессе пайки не окислять припой и паяемые металлы; при выгорании не оставлять на поверхности основного металла сажистого остатка. Кроме того, продукты сгорания не должны быть токсичны.

Преимуществом паст являются: точность дозировки нанодисперсного материала; отсутствие растекания избытка припоя; возможность подачи пасты в соединения сложной конфигурации; возможность изменения вязкости пасты от жидкого до густого состояний. Обычно для паст используют порошки фракцией менее 150 мкм. Основное требование к пасте заключается в том, чтобы компоненты находились только в месте их нанесения, исключая самопроизвольное затекание компонентов в соединение в начале нагрева, разбрызгивание и излишнее растекание по поверхности узла.

В качестве связующего выбрали акриловый лак. Содержание нанопорошка карбида кремния в пасте составило 85...90 % (мас.).

Результаты опробования предложенной пасты при пайке узлов и образцов на верхнем пределе режимов пайки медными и никелевыми припоями показали, что припои растекаются только внутри ограничиваемой площади, растекание припоев снаружи отсутствует. При использовании аморфных никелевых припоев подобной проблемы не возникало, поскольку припои затрачиваются на формирование паяного шва и галтели паяного соединения.

УДК 669.245.5.018

А.Е. Калиновская, студентка; Н.Е. Калинина, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: nastasia.kalinovskaia@gmail.com

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРЕННОЙ СТРУКТУРЫ СПЛАВА ВТ6С НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЕМ

Двухфазные титановые сплавы ВТ6, ВТ6С, ВТ14 применяют для сваривания листовых конструкций ответственного назначения. Сплав ВТ6 применяют в основном для штамповок. Для изготовления шаробаллонов для хранения сжиженных газов используют сплав ВТ6С, который удовлетворительно сваривается. Химический состав сплава ВТ6С следующий: 5% мас. Al, 3,5% мас. V, остальное – Ti. Алюминий действует как эффективный α-стабилизатор, расширяющий пределы растворимости в α-твердом растворе. Кроме того, алюминий повышает удельную прочность, жаростойкость, жаропрочность и модуль упругости сплава. Ванадий снижает температуру полиморфного превращения титана, расширяет область твердых растворов и повышает прочность и термическую стабильность сплава ВТ6С.

С целью измельчения зеренной структуры сплава ВТ6С в данной работе предложено ввести модификатор – цирконий в количестве 0,1...0,2% мас. в виде порошка средним размером менее 200 нм. Нанопорошок циркония предложено вводить при выплавке сплава в вакууме.

Цирконий относится к нейтральным упрочнителям. Он хорошо растворяется в α- и β-модификациях титана и существенно не влияет на температуру полиморфного α/β-превращения. Известно, что цирконий эффективно измельчает зерно титановых сплавов, при модифицировании. Наночастицы циркония, введенные в расплав, служат центрами кристаллизации, что способствует эффективному измельчению зерна сплава ВТ6С.

Металлографическим анализом установлено, что в исходном состоянии сплав ВТ6С имеет третий балл зеренной структуры по девятибалльной шкале. После наномодифицирования зеренная структура оценивается в 5...6 баллов. Кроме того, достигается однородность микроструктуры после модифицирования по толщине листовой заготовки.

Измельчение структуры сплава ВТ6С привело к увеличению прочностных свойств при удовлетворительной пластичности: в исходном состоянии $\sigma_в$=930 МПа, δ=10%, после модифицирования $\sigma_в$=945МПа, δ=9,7%, что доказывает эффективность наномодифицирования.

УДК 536:669

В.М. Кетов, студент, А.А. Внуков, научный сотрудник, Е.И. Демченко, ассистент
Национальная Металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск
E-mail: Ketovvladimir@rambler.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Задача синтеза различных материалов с наноразмерными частицами возникла в связи с бурным развитием нанотехнологий. Нанокристаллические материалы, обладают уникальными свойствами, отличными от свойств крупнокристаллических материалов того же химического состава.

Одним из наиболее эффективных способов получения тонких и толстых пленок, а так же порошков, состоящих из наноразмерных зерен металлов и оксидов, является золь-гель метод. Этот метод включает в себя получение золя, перевод его в гель и дальнейший перевод последнего в кристаллическое состояние. Золь-гель метод получил распространение благодаря своим достоинствам и широким возможностям, таким как низкие температуры синтеза, точный контроль стехиометрического и химического состава, чистота получаемого продукта, высокая гомогенность продукта, простое и недорогое оборудование.

Золь-гель технологии используются при производстве неорганических сорбентов, катализаторов и носителей катализаторов, синтетических цеолитов, вяжущих неорганических веществ, керамики со специальными теплофизическими, оптическими, магнитными и электрическими свойствами, стекла, стеклокерамики, волокон, и др.

В данной работе рассмотрено получение порошка никеля с размером частиц менее 1 мкм конденсационным золь-гель методом в водных растворах. Определены параметры процесса, при котором достигается наибольшее содержание наноразмерной фракции в порошке.

Наноразмерный порошок никеля обладает большой удельной поверхностью и повышенной активностью. Он может использоваться в качестве катализатора, а так же для легирования порошковых сталей. Перспективным является использование такого порошка в качестве добавки в порошковые шихты для понижения температуры и уменьшения времени спекания порошковых изделий за счет его активности и пониженной температуры плавления.

Процесс получения порошка никеля включает в себя следующие стадии: перевод хлорида никеля в золь на основе его карбоната или гидрооксида; получение из него геля; сушка геля до образования ксерогеля; восстановление ксерогеля до металла; разрушение конгломератов частиц металла путем размола в планетарной мельнице.

Вследствие повышенной активности наноразмерных частиц восстановление происходит при температурах более низких, чем температура припекания частиц никеля. Поэтому можно проводить размол ксерогеля перед операцией восстановления.

В работе проведен сравнительный анализ свойств порошков никеля, полученных восстановлением из золей его карбоната и гидроксида.

УДК 543.070:543.42

Л.А. Ключник, аспирант; Т.С. Чмиленко, к.х.н., доцент;
Ф.А.Чмиленко, д.х.н., професор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: analyticdnu@mail.ru

НАНОЧАСТИЦЫ КОМПЛЕКСОВ МЕТАЛЛ-КРАСИТЕЛЬ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ В РАСТВОРАХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА

Полимеры с включенными наночастицами металлов и органических молекул открывают возможности для создания новых материалов, поскольку сочетают уникальные свойства составляющих их частиц и обладают рядом новых качеств. Актуальность работы очевидна, потому что этот новый класс инженерных материалов в последние годы находит широкое применение в самых современных информационных, компьютерных и экологических технологиях.

Методами видимой спектрофотометрии изучен состав тройных металлополимерных комплексов (МПК) на основе катионного полиэлектролита полигексаметиленгуанидиний хлорида (ПГМГ, M_r=10000 г/моль), Cu(II) и красителя ксантенового ряда – о-нитрофенилфлуорона. Тройные МПК образуются путем первоначальной предорганизации красителя при введении ПГМГ в раствор с дальнейшим образованием комплекса Cu(II)-о-НФФ либо взаимодействием ионов Cu(II) с макроионом с последующим добавлением о-НФФ. Введение ПГМГ вызывает изменение химико-аналитических свойств системы: сдвигает границы $pH_{опт}$ образования комплекса в кислую область на 2 единицы pH, выход комплекса увеличивается на 75% (pH 5,5). Методом тройных диаграмм найдены соотношения компонентов в образующихся МПК. При pH 5,5 установлено существование субмолекулярных частиц состава ПГМГ:Cu(II):о-НФФ (λ_{max},нм; $\varepsilon,\cdot10^{-4}$) равного 1:8:8 (580 нм; 6,9); 1:2:2 (585 нм; 5,9); 2:1:1 (590 нм; 5,6) (рис. 1).

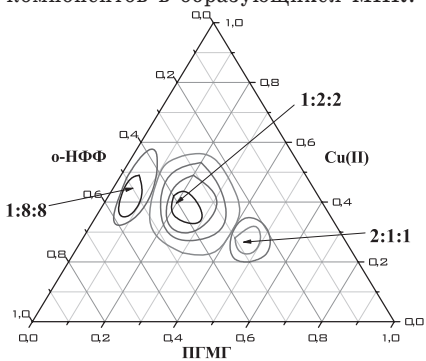


Рис. 1. Треугольник состава в системе ПГМГ-Cu(II)-о-НФФ. pH 5,5.

Тройной МПК ПГМГ·$Cu(II)_8$·о-$НФФ_8$ ис-пользован для разработки методики спектрофотометрического количественного определения ПГМГ в водных растворах с пределом обнаружения ниже ПДК ≈ в 100 раз. Уравнение градуировочного графика имеет вид: $A_{580} = 1{,}410 \cdot C + 0{,}088$ ($R^2 = 0{,}999$; нижняя граница определения 0,01 мг/л, вер-хняя граница определения 0,1 мг/л; Sr=0,02).

УДК 620.295

Г.Г. Ковалевский, студент;
Т.В. Носова, к. т. н., доцент; С.И. Мамчур, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: antismokerdp@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОКЛАСТЕРОВ И НАНОУСТРОЙСТВ

Особенность нанотехнологии заключается в том, что рассматриваемые процессы и совершаемые действия происходят в нанометровом диапазоне пространственных размеров.

Перед материаловедением наносистем стоит целый комплекс научно-технических проблем, решение которых должно быть направлено не только на изучение масштабного фактора, но и на исследование принципиально новых явлений, присущих наномасштабу.

К множеству нанообоъектов относятся сверхмалые частицы, состоящие из десятков, сотен или тысяч атомов. Из нанокластеров, как из крупных строительных блоков, можно целенаправленно конструировать новые материалы с заранее заданными свойствами и использовать их в каталитических реакциях, для разделения газовых смесей и хранения газов. Магнитные кластеры состоят из атомов переходных металлов, лантиноидов, актиноидов. Эти кластеры обладают собственным магнитным моментом, что позволяет управлять их свойствами с помощью внешнего магнитного поля. Наномагниты представляют интерес при проектировании процессоров для квантовых компьютеров. Если учесть, что расстояние между молекулами составляет около 10 нанометров, то плотность памяти в такой системе может быть порядка 10 гигабайт на квадратный сантиметр.

Нанотрубки составляют основу новых конструкций плоских акустических систем и плоских дисплеев, то есть привычных макроскопических приборов. Из наноматериалов могут быть созданы определенные наноустройства, например нанодвигатели, наноманипулятор, молекулярные насосы, высокоплотная память. Кратко остановимся на моделях некоторых наноустройств.

Молекулярные шестерни и насосы. Валами шестеренок в коробке передач являются углеродные нанотрубки, а зубцами служат молекулы бензола. Характерные частоты вращения шестеренок составляют несколько десятков гигагерц. Устройства «работают» либо в глубоком вакууме, либо в инертной среде при комнатной температуре.

Алмазная память для компьютеров. Схема устройства проста и состоит из зонда и алмазной поверхности. Зонд представляет собой углеродную нанотрубку. Алмазная поверхность покрывается монослоем атомов водорода. Некоторые атомы водовода замещаются атомами фтора. При сканировании зонда вдоль алмазной поверхности, покрытой монослоем адсорбата, молекулу C_2H_5N , согласно квантовым моделям, способна отличить адсорбированный атом от адсорбированного атома водорода. Поскольку на одном квадратном сантиметре поверхности помещается около 1015 атомов, то плотность записи может достигать 100 терабайт на квадратный сантиметр.

УДК 620.295

А.Г. Котляр, студентка; Р.А. Комар, ст. преподаватель
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
Национальный авиационный институт
E-mail: Kot.annalise@ukr.net

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В РКТ

В Концепции социально-экономического развития Украины до 2020 г. говорится о переходе украинской экономики к инновационному типу развития. Одним из приоритетных направлений Концепции является развитие нанотехнологической отрасли, в том числе и в ракетостроении.

В основе нанотехнологий лежат фундаментальные исследования в таких науках, как физика, химия, биология, материаловедение, электроника, медицина и др. Неоспоримо огромные перспективы использования нанотехнологий открываются в области ракетостроения и космической техники. Спектр этих исследований очень широк, поэтому в условиях ограниченного финансирования важной задачей является определение главных перспективных направлений, устранение неоправданного дублирования, горизонтальная координация исследовательских центров.

Пока в Украине работают единичные предприятия в области наноиндустрии, и они создают 0,09 % мировой продукции. Ориентировочный объем средств, необходимых для финансирования Государственной целевой научно-технической программы «Нанотехнологии и наноматнриалы», составляет 1847100 тысяч гривен. Финансирование Программы планируется осуществлять в основном из Государственного бюджета (около 90% расходов). Недостающие финансовые ресурсы необходимо привлекать извне. Безусловно, главенствующую роль здесь играет венчурное финансирование.

Особое место в системе венчурного финансирования занимают венчурные фонды. В случае венчурных проектов необходимо создавать радикально новые технологии и продукты, которые призваны совершить революцию на рынке РКТ. Система образования определяет самый главный ресурс инновационного развития страны. Специфической особенностью нанотехнологий является их междисциплинарность, что требует от специалистов, приходящих в отрасль РКТ для реализации инновационных проектов, междисциплинарного мышления, широкого кругозора в смежных отраслях, владения современными аналитическими и технологическими инструментами.

Вузы, осуществляющие подготовку специалистов в сфере нанотехнологий, должны реализовывать программы профессиональной переподготовки и повышения квалификации. Необходима подготовка специалистов в области экономики, менеджмента, предпринимательства и коммерциализации инновационных проектов. В этом направлении необходимо проводить фундаментальную и практическую подготовку специалистов в сфере создания и управления высокотехнологичным бизнесом, а также превращения фундаментальных научных идей в защищенную интеллектуальную собственность и конкурентоспособные высокотехнологичные изделия.

УДК 621.793.6:669.35
Д.О. Кругляк, аспирант; Б.П. Середа, д.т.н., профессор, зав. каф. ОМД
Запорожская государственная инженерная академия
E-mail: krugly@ukr.net

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОПОРОШКОВ В УСЛОВИЯХ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА ДЛЯ РКТ

На современном этапе развития экономики все большей становится потребность в новых наукоемких технологиях, позволяющих при изготовлении продукции минимизировать материальные издержки и, тем самым, повысить рентабельность производства. В связи с этим возрастает роль новых ресурсозберигающих технологий обработки металлов. Среди этих технологий видное место занимают процессы насыщения поверхностного слоя металла в условиях самовоспламеняющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Преимущества этого процесса в технологическом и экономическом аспектах позволяет применять его взамен процессов химико-термической обработки и др.

Разработка теории износостойких покрытий, а также усовершенствование технологий и оборудования для их нанесения позволили значительно повысить продолжительность работы, эффективность и надежность червячных венцов, букс в силовых цилиндрах самолетов, дисков муфт сцепления, направляющих втулок выхлопных клапанов авиамоторов, поршней и др. Все эти детали изготавливаются из бронз и латуней марок: БрХ-08, БрАЖМц 10-3-1,5, БрАЖ 9-4-1, БрАМц 9-2, ЛМцЖ 55-3-1, ЛМцЖ 52-4-1.

В настоящее время в мире широко используют многокомпонентные композиционные покрытия на основе титана, хрома, кремния, алюминия. Использование деталей с подобными покрытиями повышает физико-механические свойства и срок службы.

В связи с этим важно, чтобы материалы узлов трения создавались из доступных недефицитных компонентов с использованием технологий, не требующих нестандартного оборудования, высокого вакуума, криогенных температур и дорогостоящих мероприятий.

На основании анализа требований, предъявляемых к покрытиям на бронзах и латунях, способом насыщения металлов для получения защитных покрытий, выбрали диффузионный метод поверхностного насыщения из твердой фазы в активной газовой среде. Этот метод обеспечивает высокое качество поверхности, является наиболее простым и удобным в лабораторной практике, хорошо воспроизводимым в условиях производства и не требует специального сложного оборудования для своего осуществления.

Отличия в качестве поверхности, структуре, фазовом, составе, микротвердости и содержании легирующих элементов в диффузионных слоях на сплавах определяются температурой процесса, временем выдержки и составом СВС-смеси. Режим теплового самовоспламенения, характеризующийся небольшой длительностью (0,5 – 1,5 ч) и относительно невысокими температурами 800–950 °С.

УДК 553.9

А.К. Овсяников, студент;
Н.М. Никулин,к.ф.-м.н., доцент, Е.В. Ясинская, ст.препод.
РГУ им. И.Канта, г. Калининград
E-mail: kazarularu@hotmail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМИССИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Используемые в настоящее время в ЭРД источники электронов – катоды-компенсаторы, обладают определёнными недостатками: содержат высокотемпературный эмиттер (рабочая температура около 1500 °С). Для нагрева термоэмиттера до такой температуры требуется мощность 80...150Вт в зависимости от необходимого времени запуска двигателя. При этом нагреватель имеет температуру 1800...2200 °С, что накладывает на катод определённые ограничения и требует серьёзной отработки. Такие теплонапряжённые элементы катода могут снизить надежность, как катода, так и двигателя и в целом, ЭРДУ. Известно, что острийные структуры могут обладать высокой автоэлектронной эмиссией уже при комнатных температурах вследствие усиления электростатического поля вблизи острий и понижения энергетического барьера для электронов, покидающих эмиттер. Тубеленовые пленки, синтезированные различными способами, обладают высокой эмиссионной способностью. При этом высокая термическая прочность тубеленов (температура фрагментации около 3000К) и низкая рабочая температура электронной эмиссии позволяют ожидать высокий ресурс такого эмиттера.

В данной работе представлены результаты исследований эмиссионных характеристик холодных эмиттеров, содержащих углеродные наноструктуры, которые были синтезированы с использованием различных технологий (термическое разложение графита; термокаталитическое разложение ацетилена).

Перед снятием вольтамперных характеристик образцы выдерживались в течение суток в толуоле для очистки от молекул фуллеренов, далее подвергались сушке при комнатной температуре в воздушной среде. Некоторые образцы подвергались дополнительной очистке от металлов.

Расстояние между поверхностью образцов и цилиндрическим анодом устанавливалось в пределах от 30 до 200 мкм с точностью 0,5 мкм. Напряженность электростатического поля между электродами варьировалось в пределах от 0 до 9 В/мкм. Наибольшие эмиссионные токи наблюдались из образцов, легированных металлами переходной группы. Так для отдельных образцов при напряжённости электрического поля около 8 В/мкм была получена плотность тока порядка 1,25 А/см^2.

Проведённые исследования, показали высокую эмитирующую способность образцов различного происхождения при комнатной температуре. Наиболее перспективными, на наш взгляд, являются образцы, полученные в процессе термокаталитического разложения углеводородов в присутствии катализатора.

УДК 620.22: 661.66

А.Н. Онищенко, аспирант; Б.П. Середа, д.т.н. профессор, зав каф. ОМД
Запорожская государственная инженерная академия
E-mail: x16.zp.ua@yandex.ua

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ В УСЛОВИЯ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА ДЛЯ РКТ

В настоящее время 81% углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) используется в авиастроении, 18% – в ракетной и космической технике и только около 1% во всех остальных сферах применения.

Развитие и совершенствование средств выведения космических аппаратов на орбиту неразрывно связано с повышением энергетических характеристик двигателей, входящих в состав маршевых ступеней ракет и разгонных блоков. В настоящее время в жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) все чаще стали находить применение сопловые насадки из углеродных композиционных материалов, в том числе и раздвижные насадки, поскольку это единственный способ повышения эффективности таких двигателей.

Высокие требования, которые предъявляются к характеристикам двигателей, предполагают применение конструкционных материалов, работающих при температурах до 3600 °С.

Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ), благодаря их уникальной сопротивляемости термоудару, термической, химической и эрозионной стойкости находят все более широкое применение в ракетно-космической технике для наиболее теплонапряженных деталей газового тракта сопел и сопловых насадков ЖРД.

В настоящее время для повышения жаростойкости и окислительной стойкости УУКМ раструбов насадков отрабатывается технология нанесения различных защитных покрытий (SiC, $MoSi_2$, TiC, ZrC, TiSi, $TiSi_2$, Cr_2B, CrB, Cr_3C_2 и др), которые также могут быть использованы при изготовлении раструбов. Покрытие на основе SiC, полученное методами жидкофазной пропитки, обеспечивает защиту рабочей поверхности от уноса массы, однако при нанесении покрытия происходит повреждение армирующего каркаса, что приводит к некоторому снижению прочности основного (защищаемого) материала.

На основании анализа требований, предъявляемых к покрытиям на УУКМ и самим композитным материалам, способом насыщения металлов для получения защитных покрытий, выбрали диффузионный метод поверхностного насыщения из твердой фазы в активной газовой среде в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Отличительной чертой данного метода является высокое качество получаемой поверхности покрытия, небольшая длительность, и высокие температуры, которые характеризуются составом СВС смеси.

УДК 620.295

М.С. Отмахова, студентка; Р.А. Комар, ст. преподаватель
Харьковский национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
Харьковский авиационный институт
E-mail: Imprina@bigmir.net

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В РКТ

Развитие цивилизации неразрывно связано с совершенствованием технологий получения и использования материалов, т.е. с нанотехнологиями.

Нанотехнология – междисциплинарная область фундаментальной и прикладной науки и техники, имеющая дело с производством и применением продуктов с заданной атомарной структурой путем манипулирования отдельными атомами и молекулами.

В наше время нанотехнологии рассматриваются ведущими странами как рычаг для приобретения мирового экономического, финансового, политического и военного господства. Развивающиеся страны рассматривают государственную поддержку развития нанотехнологий как наиболее эффективный способ подъема своего промышленного производства и вхождения в мировой рынок с конкурентоспособной продукцией широкого применения.

Нанотехнологии требуют значительных инвестиций и государственную поддержку.

По оценкам специалистов мировой рынок нанотехнологической продукции и услуг к 2015 году будет составлять порядка 1,5 триллиона долларов.

На пути к новой экономике необходимо создание высокотехнологичных производств, к числу которых, без сомнения, относится ракетно-космическая промышленность, должны постоянно подтверждать свою высокую эффективность и готовность соответствовать самым современным требованиям информационного общества, но все это требует огромных денежных ресурсов.

Для поддержки инноваций в Украине необходимо создание финансовой инфраструктуры. Например, создавать условия для расширения частных инвестиций в космическую деятельность. Важной предпосылкой для этого является создание инфраструктуры для эффективного бизнеса в этой области. Поэтому именно для космической отрасли необходимо поднимать роль государственно-частного партнерства как институционально и организационно оформленного взаимодействия на взаимовыгодной основе между государством и бизнесом в целях реализации экономически и социально значимых проектов и программ.

Т.к. инновационные проекты имеют конкурентоспособность, желательно, чтобы на Украине осуществлялись скоординированные программы при сосредоточении на наиболее актуальных ключевых проблемах; одновременно необходимо дальнейшее расширение международного сотрудничества, прежде всего с целью изучения зарубежного опыта и применения на практике. В связи с тем, что деятельность в космосе требует огромных капиталовложений, сложных технологий и сопряжена с человеческим и коммерческим риском, особое внимание необходимо уделять повышению эффективности руководства наукой для обеспечения надежности создаваемой космической техники и достижения лучших коммерческих результатов.

УДК 621.762

Р.М. Петренко, студент; З.В. Вилищук, аспирант;
Н.Е. Калинина, д.т.н., профессор
Днепропетровский Национальный университет им. Олеся Гончара

ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИИ НАНОСТРУКТУРНЫХ КОНСОЛИДИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наиболее распространенными и дешёвыми в получении объектами, имеющими размер в несколько нанометров, и десятков нанометров, являются сверхтонкие (нанокристаллические, нанофазные) порошки. Порошки и процессы их получения представляют самостоятельный научный и технологический интерес. Большая часть процессов получения осуществляется в неизотермических и неравновесных условиях, а формирующие частицы находятся в метастабильном состоянии. Порошки рассматриваются и как самостоятельные объекты исследования, и как сырьё для получения наноструктурных консолидированых материалов.

Особенностями нанопорошков являются большая удельная поверхность, высокий уровень межчастичного трения, формирование агломератов; а следствием этих особенностей являются большой объем адсорбируемых газов, низкая плотность при прессовании, зональное обособление усадки при спекании.

Большую часть нанокристаллических материалов получают компактированием и спеканием ультрадисперсных порошков (монокристальных частиц) или более грубых порошков, содержащих наночастицы. Методы синтеза наночастиц можно условно объединить в три класса: физический, химический и комбинированый.

В химических синтезах часто используются простые химические реакции. Ультрадисперсные частицы можно получить путём управления кинетикой реакции, чтобы добиться преобладания зарождения над ростом зародышей новой фазы. Кинетикой зарождения можно управлять, варьируя количество или соотношение реагентов, а также подачей или сменой распределения тепла по камере.

Также известен метод ультразвуковой активации, или так называемый сонохимический синтез. При использовании высоких температур и давления (3000 К, 50-100 МПа), ультразвук в отсутствии кавитации улучшает смешивание компонентов, что ускоряет реакцию и приводит к образованию намного меньших частиц.

Существенным недостатком является неуниверсальность химических синтезов. Для каждого продукта выбирается своя реакция, с нуля просчитывается кинетика, условия и характеристики получаемого порошка.

Термофизический синтез представляет собой преобразование твёрдого тела в пар с последующей его конденсацией в порошкообразном состоянии. Пересыщенный пар получают испарением мишени при помощи электронного луча, лазерного луча, магнетронным распылением, с помощью дугового разряда и других методов, приводящих к широкому разнообразию характеристик выходного продукта.

Вместе с тем, наиболее прогрессивным методом синтеза считается химико-термофизический, в котором исходные реагенты испаряют и пары смешивают, а уже в паровой фазе происходит реакция, с последующей конденсацией в высокодисперсные состояния.

УДК 620.295

В.А. Подоплелов, студент,
Т.А. Носова, к.т.н., доцент, С.И. Мамчур, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: Vasili-podoplelov@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ В РКТ

Одно из важнейших направлений нанотехнологии – это получение наноразмерных порошков . Изменение фундаментальных свойств традиционных материалов в нанодисперсном состоянии открывает широкий диапазон применения нанопорошков в области создания новейших материалов и технологий, принципиально новых приборов и устройств. Особый интерес к нанопорошкам связан с их применением в качестве исходного сырья при производстве керамических, магнитных и композиционных материалов, сверхпроводников, солнечных батарей, фильтров, присадок к смазочным материалам, компонентов низкотемпературных высокопрочных припоев и др.

Процессы, в результате которых происходит формирование нано- или ультрадисперсных структур – это кристаллизация, рекристаллизация, фазовые превращения, высокие механические нагрузки, интенсивная пластическая деформация, полная или частичная кристаллизация аморфных структур. Выбор метода получения наноматериалов определяется областью их применения, желательным набором свойств конечного продукта. Характеристики получаемого продукта — гранулометрический состав и форма частиц, содержание примесей, величина удельной поверхности — могут колебаться в зависимости от способа получения в весьма широких пределах. Так, в зависимости от условий получения, нанопорошки могут иметь сферическую, гексагональную, хлопьевидную, игольчатую формы, аморфную или мелкокристаллическую структуру. По определению, наночастицы должны иметь диаметр менее 100 нм. Почти половина нанопорошков имеет диаметр менее 30 нм. Девять процентов порошков, относящихся к группе «нано», имеют диаметр более 100 нм. Методы получения ультрадисперсных материалов разделяют на химические, физические, механические и биологические.

Нанопорошки можно производить из сотен различных материалов. Все наноматериалы, которые производятся в настоящее время, подразделяются на четыре группы: оксиды металлов, сложные оксиды (состоящих из двух и более металлов), порошки чистых металлов и смеси.

Оксиды металлов составляют не менее 80% всех производимых нанопорошков. Нанопорошки чистых металлов составляют значительную и все больше возрастающую долю общего объема производства. Сложные оксиды и смеси имеются в ограниченном количестве. Однако, ожидается, что в долгосрочной перспективе их использование возрастет.

УДК 669.5

В.В. Рычагов[1], студент; С.И. Мамчур[1], к.т.н., доцент;
А.К. Федючук[2], ведущий технолог; Т.В. Носова[1], к.т.н., доцент
[1]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2]Государственное предприятие «Южный Машиностроительный завод им. Макарова»

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ЖАРОСТОЙКОГО ПРИПОЯ, СОДЕРЖАЩЕГО НАНОКОМПОЗИЦИИ

В настоящее время перспективно применение нанокомпозиций в составах порошковых припоев с целью повышения их технологических свойств, температуры кристаллизации и жаростойкости.

В данной работе в состав припоя ПЖК-35 был введен нанопорошок карбида титана со средним размером частиц порядка 70 мкм. Порошок TiC получен методом высокотемпературного плазмохимического синтеза. Количество вводимого нанопорошка составило 0,1% от массы припоя.

Выбор тугоплавкой нанокомпозици TiC с температурой плавления 3250°С объясняется тем, что титан также как и железо в основе припоя относится к переходным металлам и имеет кубическую кристаллическую решетку с параметрами TiC: a=4,329 Å

Выбор материала для изготовления элементов фильтра и припоя объясняется исходя из условий работы детали: давление 100 атм. (перепад давлений 10 атм.); напряжение, которое действует на сетку – 9,09 МПа; среда – топливо (керосин); рабочая температура t=-24°С; испытывает вибронагрузки в большом диапазоне; продолжительность работы фильтра 5 минут.

Анализируя условия работы фильтрующего устройства, рациональным технологическим решением будет изготовление кольца и сетки из стали, которая сохраняет свои механические свойства в условиях работы при данной температуре и в агрессивной среде.

Проведены эксперименты по пайке сетчатого фильтроэлемента из нержавеющей стали 12Х18Н9Т припоем ПЖК-35 с добавками нанокомпозии TiC. Температура пайки составляет 1200±10°С. Выдержка 5-7 минут.

Сравнение паяных швов, полученных обычным припоем ПЖК-35 и ПЖК-35 с применением нанокомпозиций показало, что в случае нанодисперсного припоя паяное соединение имеет лучшее качество, большую плотность и мелкозернистое строение. Измельчение зерна в нанодисперсном припое связано с тем, что наночастицы TiC с более высокой температурой плавления, чем основа припоя, служат мельчайшими центрами кристаллизации, обуславливающими получение конечной мелкозернистой структуры шва.

УДК 541.67

А.Ю. Сальникова, студентка; Т.И. Ивченко, вед.науч.сотр.
Днепропетровский национальный университет им.О.Гончара

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИТОГРАФИИ В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

В настоящее время электроника является основной отраслью промышленности, где нанотехнологии нашли свое применение. Сегодня обычный процесс изготовления интегральных микросхем включает такие технологические этапы как литография, ионная имплантация, диффузия и окисление, осаждение и травление, очистка, планаризация.

Первым шагом фотолиграфического процесса является химическая очистка поверхности подложки от следов различных примесей. После очистки на поверхность подложки осаждается защитный слой SiO2. Этот слой должен быть селективно удален с тех участков кремния, куда должны быть введены атомы легирующих примесей, т.е. в слое SiO2 нужно создать тонкую пленку из фоточувствительного материала (фотосинтез), а затем экспонировать (облучать) ее через маску.

Если в результате облучения пленка полимеризуется и теряет растворимость, то обработка растворителем ведет к удалению только необлученных участков и на подложке возникает негативное изображение маски, то соответствующие фоторезисторы называют негативными. Если в результате воздействия облучения фоторезист становится растворимым, то при облучении через маску и последующем проявлении удаляются облученные участки и на подложке возникает позитивное изображение маски, то такие фоторезисторы называются позитивными.

Далее пластина кремния с нанесенным рисунком помещается в среду, из которой в кремний через окна вводятся атомы легирующей примеси. Повторение операций окисления, фотолитографии и легирования позволяет селективно вводить атомы легирующих примесей р- и n- типа в очень малые по размеру области на поверхности кристалла.

Технологии осаждения тонких пленок позволяют с точностью до десятых долей нанометра выдерживать размер создаваемого элемента в направлении, перпендикулярном плоскости подложки.

Для уменьшения размеров элементов интегральных схем до нанометрического диапазона и повышения разрешающей способности литографического процесса необходимо развития литографической технологии в направлении сокращения длины световой волны.

УДК 541.67

А.Ю. Сальникова, студентка; Н.Е. Калинина, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им.Олеся Гончара

МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВАЯ ЭПИТАКСИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ) – современный метод выращивания высококачественных тонких пленок и создания гетероструктур. МЛЭ обеспечивает: получение монокристаллов высокой чистоты благодаря высокой частоте потоков вещества и росту в сверхвысоком вакууме, выращивание сверхтонких структур с резкими изменениями состава на границах за счет использования невысоких температур роста, препятствующих диффузии, получение гладких бездефектных поверхностей за счет ступенчатого механизма роста, исключающего зародышеобразование, получение сверхтонких слоев с контролируемой толщиной благодаря малым скоростям роста и точному управлению потоками, создание структур со сложными профилями состава, создание структур с заданными внутренними напряжениями.

Для получения полупроводниковых наногетероструктур существует две основных методики – молекулярно-лучевая эпитаксия и газофазная эпитаксия металлоорганических соединений.

В МЛЭ первоначально попадающие на чистую поверхность кристалла атомы и молекулы адсорбируются и десорбируются, а молекулы могут диссоциировать. При правильно выбранной температуре подложки и отношении интенсивностей падающих пучков на поверхности из адсорбированных атомов образуется сплошная монокристаллическая пленка, которая имеет заданный химический состав и растет слой за слоем. Успешное выращивание структур в первую очередь зависит от правильной подготовки подложки. Подложку GaAs кипятят в трихлорэтилене, промывают в ацетоне, метаноле и воде, травят в смеси серной кислоты, перекиси водорода и воды, промывают в воде и снова травят в HCl для удаления с поверхности любого оксида или органического вещества, еще раз промывают в воде и сушат в потоке очищенного азота. После этого подложку помещают в установку МЛЭ.

МЛЭ заключается в осаждении элементарных компонентов на подогретую десорбированную монокристаллическую подложку.

Методы МЛЭ с помощью масок позволяют выращивать на поверхности локальные структуры. Маска в виде пленки толщиной 10-100 нм с окнами в требуемых местах может быть напылена непосредственно на подложку из GaAs. Материалом напыляемой маски могут быть SiO2, Si3N4. В другом варианте для выращивания трехмерных структур используются теневые маски. Механические теневые маски изготовляют из тугоплавких металлов W, Ta, Mo или из тонких пластин Si. Самосовмещенные теневые маски представляют собой избирательно вытравленные канавки на подложке. Уникальным свойством МЛЭ является возможность выращивания сверхрешеток – полупроводниковых гетероструктур с резкими границами на атомарном уровне.

УДК 669.14:621.793.4:540.271

Д.Б. Середа, студент; Б.П. Середа, д.т.н., профессор
Запорожская государственная инженерная академия, Запорожье
E-mail: seredadb@rambler.ru

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ БОРОАЛИТИРОВАННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

В работе исследовались защитные покрытия, нанесенные на легированные стали, применяемые для изготовления штампованной оснастки. При высоко интенсивности работе, изделия изготовленные из этих материалов часто выходят из строя введу их невысокой износостойкости, жаростойкости и хрупкости. Перспективным является использование бороалитированных покрытий полученных в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Бороалитирование проводилось на СВС-установке в реакторе открытого типа. В качестве насыщающих сред использовались порошки бора, алюминия и активаторы процесса. Исследование структуры покрытий проводилось с использованием электронной и световой микроскопии. Предложена модель процесса образования защитных покрытий состоит из 3-х стадий:

1) стадия прогрева детали до температуры начала образования BF_3, а также хлоридов и йодидов алюминия.

2) стадия прогрева детали до температуры начала образования диффузионных слоев.

3) образование диффузионного слоя на стадии охлаждения.

Образование боридных фаз наблюдается на границах диффузионных слоев и основного насыщающего металла. Они возникают в результате диффузии бора сквозь алитированный слой. Толщина алитированной зоны слоя увеличивается при повышения содержания алюминия в смеси, а боридной уменьшается. Результаты микрорентгеноспектрального анализа показывает, что диффузионный слой состоит из боридов алюминия AlB_2 и легированных хромом, кремнием, бором алюминидов железа Fe_2Al_5 и твердого раствора хрома, алюминия и бора в железе. Микротвердость слоев составляет 23-27 ГПа.

Упрочнение диффузионного слоя происходит за счет образования композиционного материала состоящего из метала подложки армированного высокотвердыми наноразмерными частицами.

В наноструктурных покрытиях характер взаимодействия между соседними зернами тормозит генерацию дислокаций, препятствует распространению трещин из-за упрочнения границ зерен. При этих условиях дислокации в нанозернах отсутствуют.

Разработанный инструмент имеет повещенную износостойкость в 1,5-1,7 раза

Простота установки для получения наноструктурированных бороалитированных покрытый, при нестационарных температурных условиях, позволяет рекомендовать процесс в производство.

УДК 669.295

И.В. Сикора, студент; Т.В. Носова, к. т. н., доцент; С.И. Мамур, к. т. н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В РКТ

В настоящее время применение нанотехнологий в ракетно-космической технике является актуальным и перспективным. Исследования ведутся по нескольким направлениям. Первым направлением является создание тонкопленочных покрытий для конструкционной приборной оптики. Физический принцип регулирования оптических свойств изделий посредством модификации их поверхности заключается в использовании интерференции электромагнитных волн.. Для видимого диапазона излучения толщины покрытий 10-125 нм. Варьируя число слоев с различными показателями преломления и их толщины можно создавать различные типы оптических светофильтров.

Главным направлением исследований является изучение тенденции увеличения упруго-прочностных характеристик углепластика на основе эпоксидной матриц, модифицированной наночастицами. Для этого была использована золь-гель технология с целью введения наночастиц оксида циркония и других наномодификаторов в эпоксидную матрицу. Наномодифицирование полимерной матрицы наночастицами оксидом циркония позволило специалистам предприятия и других институтов России достичь увеличения упруго-прочностных характеристик полимерного композиционного материала на 25-30%. При этом наблюдается высокая стабильность полученных результатов («разброс» между минимальными и максимальными значениями предела прочности при сжатии в два раза меньше у наномодифицированного углепластика по сравнению с немодифицированным). Композиционные детали, выполненные по данной технологии, позволяют изготавливать облегченные изделия с повышенными прочностными характеристиками: корпуса летательных аппаратов и детали для них.

УДК 621.3.049.77

Д.В. Слюсар, аспирант[1], В.И. Слюсар, д.т.н., профессор[2]
[1]Национальный технический университет Украины «КПИ»
[2]Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины
E-mail: swadim@inbox.ru

БЕСПРОВОДНАЯ СЕТЬ НА КРИСТАЛЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ MIMO

Появление новой парадигмы реализации систем на кристалле (SoC) в виде беспроводных сетей на чипе (WiNoC) делает актуальным решение задачи повышения скорости передачи данных на внутрикристальном уровне на основе использования перспективных методов передачи и обработки сигналов. В этом смысле заслуживает внимания адаптация применительно к WiNoC технологии MIMO, особенно в ее многопользовательском варианте – (MultiUser MIMO), позволяющем обеспечить связь между элементами WiNoC по принципу «каждый с каждым».

В узловых элементах WiNoC могут использоваться наноразмерные MIMO-решетки на основе известных структур наноантенн, расположенных в плоскости размещения наносхем и имеющих диаграммы направленности, отжатые от подложки кристалла. Для эффективного распространения сигналов внутри WiNoC в этом случае следует заполнить пространство над подложкой переотражающими рассеивателями, которые бы создавали условия для множественных переотражений сигналов, характерные для обычных MIMO-каналов связи в макросистеме.

Учитывая тенденцию распространения трехмерных технологий исполнения наносхем (многослойная эпитаксия с применением, например, 9-слойных топологий), целесообразно при создании беспроводных сетей на кристалле перейти к применению вертикально ориентированных наноантенных решеток.

В качестве рабочего диапазона частот для беспроводной передачи данных внутри кристалла целесообразно выбрать терагерцовый. Выборочный расчет соответствующих длин волн несложно провести, воспользовавшись известным соотношением $\lambda = c/f$. Для частоты 1 ТГц = 10^{12} Гц получим $\lambda = 300$ мкм. Аналогично для 100 ТГц длина волны $\lambda = 3 \cdot 10^{-3}$ мм =3 мкм. Таким образом, при расположении антенных элементов в решетке с шагом в $\lambda/2$ при частоте несущей сигналов 100 ТГц межэлементное расстояние между излучателями будет равно 1,5 мкм.

Обычно в литературе указывается, что дальняя зона антенны лежит на расстоянии более 100 длин волны, на которой излучает антенна. В этом случае уже при расстоянии между наносхемами более 300 мкм можно применять электродинамическую модель дальней зоны антенной решетки, что существенно упрощает обработку сигналов. В случае укорочения длины волны за счет использования метаматериалов плотность компоновки наносхем в составе кристалла может быть увеличена. Заполнение метаматериалом с отрицательным индексом преломления пространства между наносхемами позволит также обузить диаграммы направленности излучателей наноантенной решетки и создать волноводный канал, усиливающий электромагнитную развязку WiNoC и макросреды за пределами микросхемы.

УДК 541.16:539.2:514.11
Ю.А. Соколовская, аспирант; И.М. Спиридонова, д.т.н., профессор;
А.А. Дышлис, к.ф.-м.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: yulia_sokolov_ua@mail.ru

ПОЯВЛЕНИЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ УГЛЕРОДА ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ КАРБИДА БОРА

Фуллерены являются наноструктурными элементами углерода, которые появляются после его специальной обработки. Материалы с их добавками применяются в полупроводниковой технике, в фоторезисторах, для выращивания алмазных пленок, при получении искусственных алмазов методом высокого давления, в огнезащитных красках.

После обработки углерода наблюдается не более 20% фуллеренов.

Нами была проведена термообработка карбида бора путем его нагрева каждые 100^0C до температуры 1200^0C в графитовых и алундовых тиглях. С помощью рентгеноструктурного анализа после термообработки карбида бора обнаружено присутствие линий фуллеренов.

Поверхность фуллерена состоит из многоугольников с пятью и шестью углами. Для их описания в фуллеренах C_n, где $n = 20 \div 80$ предложено использовать два показателя: кривизну поверхности фуллерена и отношение F_6 / F_5 числа шестиугольных граней F_6 к числу пятиугольных F_5. Для оценки количества шестиугольников нами использовалась теорема Эйлера $V - E + F = 2$, связывающая число вершин V, число ребер E и число граней F произвольного выпуклого многогранника. Согласно теореме Эйлера число пятиугольников постоянно и равно 12, однако число шестиугольников меняется и зависит от числа вершин. Связь числа шестиугольников F_6 с числом вершин V дается формулой $F_6 = V/2 - 10$.

Анализ показывает, что по мере увеличения $n = V$ изменяются число шестиугольников и кривизна поверхности. Отношение F_6 / F_5 числа шестиугольных граней F_6 к числу пятиугольных F_5 с ростом n от 20 до 80 изменяется от 0 до 2,5.

УДК 669.295.04
Ю.В. Татарко, вед. инж.; О.М. Шаповалова, д.т.н., проф.; М.А. Кушнир с.н.с.
ДНУ имени Олеся Гончара
E-mail: beejulia@ukr.net

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ КОЛЕСНОЙ СТАЛИ R7

Модифицирование стали R7 специальными модификаторами проведено для повышения трещиностойкости колес диаметром 920 мм пассажирского транспорта. Исследованием состава, структуры и свойств 232 промышленных плавок стали и образцов разрушившегося колеса в процессе динамических испытаний на трещиностойкость (10^7 циклов) из серийной стали марки R7 установлены факторы риска: недолегированность феррита микроэлементами: Cr, Ni, Cu, Mo, V и Si, что снижало его прочность и ударную вязкость; ослабление феррита, за счет преимущественного расположения в нем неметаллических включений неблагоприятной ограненной и удлиненной формы (сульфидов, оксисульфидов, алюминатов), что повышает склонность к образованию и распространению микротрещин в феррите; повышенное содержание фосфора, даже в пределах нормативной документации, который растворяется только в феррите, и при избыточных количествах выделяется по границам зерен, блоков, способствует снижению порога хладноломкости, ударной вязкости и трещиностойкости.

С целью нивелирования вышеперечисленных факторов сталь R7 модифицировали специальными модификаторами РМШ многокомпонентного состава, в который входили элементы-раскислители, элементы-модификаторы, элементы-десульфураторы, элементы-дефосфораторы. Модификаторы РМШ, разработанные в ДНУ имени Олеся Гончара проф. О.М. Шаповаловой обладали дискретной структурой, 100 % растворимостью в расплаве, постоянством геометрических размеров, интенсивным многофункциональным взаимодействием со сталью. Модифицированием специальными модификаторами 4 промышленных плавок стали R7 получены следующие результаты:

1. Снижено содержание серы до 50 % и фосфора в 1,43 раза в модифицированной стали R7 по сравнению с серийными немодифицированными плавками. Содержание серы и фосфора в значительной степени, определяют ударную вязкость стали R7 и ее трещиностойкость.

2. Достигнуто оптимальное количество избыточного феррита от 11 % до 15 % согласно требованиям европейского стандарта EN 13262, в отличие от серийных плавок, где оно составляло от 17,5 % до 21 %. Избыточный феррит в модифицированной стали формировался в виде прерывистых окаймлений по сравнению с немодифицированной, а также увеличилась дисперсность перлита.

3. Сформированы мелкие, округлые неметаллические включения, вместо удлиненных и ограненных, что позволило нивелировать их роль, как концентраторов напряжений благодаря модифицированию.

Таким образом, механические свойства модифицированной стали R7 соответствовали требованиям EN и отличались заметной их стабильностью. Это связано с измельчением первичных зерен, уменьшением количества неметаллических включений, их глобуляризацией; стабилизацией химического состава, повышением однородности структуры.

УДК 669.295.04

Ю.В. Татарко, вед. инж.;
О.М. Шаповалова, д.т.н., проф.; Н.Е. Калинина д.т.н., проф.
ДНУ имени Олеся Гончара
E-mail:beejulia@ukr.net

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ РАСПЛАВА ЧУГУНА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ИЗЛОЖНИЦ ДЛЯ ОТЛИВКИ КОЛЕСНОЙ СТАЛИ

В металлургии стали существует проблема повышения механических и служебных свойств колесных сталей в связи с постоянным увеличением нагрузок, скоростей движения, изменения условий эксплуатации подвижного состава железных дорог. Поскольку производство колесных сталей связано с кристаллизацией в изложницах и их качеством, исследованы вопросы повышения стойкости чугунных изложниц. Изложница должна обладать: оптимальными химическим составом, микроструктурой, устойчивостью к разгару и росту чугуна, трещиностойкостью в сложных условиях термоциклических нагрузок и сочетанием прочности и ударной вязкости. В работе исследовано влияние процесса модифицирования на структуру и свойства чугуна, применяемого на ОАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ» при изготовлении изложниц для колесной стали, после обработки комплексным дискретным модификатором Шаповаловой О.М. Оценочным критерием качества изложниц является количество наливов стального расплава в изложницы. Исследован и проанализирован большой массив данных по стойкости промышленных изложниц для колесной стали. Установлено согласно Гауссовскому распределению наиболее вероятное число наливов 70. Наибольшему числу изложниц 679 (58 %) соответствовало только от 1 до 70 наливов, а целесообразным является 100 наливов и более, их выдержало 182 изложницы (16 %) от всего массива данных и 303 изложницы (26 %) было выведено из эксплуатации в интервале наливов от 70 до 100.

В сталефасоннолитейном цехе ОАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ» проведена опытная плавка серого чугуна с модифицированием комплексным модификатором. В результате исследований установлены:

– методами статистической обработки высокая стабильность химического состава модифицированного чугуна в сравнении с немодифицированным, о чем свидетельствуют низкие значения коэффициентов вариации;

– благоприятная и однородная по сечению образца структура из тонкопластинчатого и округлого графита, расположенного в феррито-перлитной и перлитной матрице;

– повышение и стабилизация механических свойств чугуна, модифицированного новым комплексным модификатором, по сравнению с серийным чугуном изложниц. Так средние значение предела прочности модифицированного чугуна на 47,82 % выше немодифицированного, а значения коэффициента вариации ниже для опытного чугуна в отличие от серийного металла, что подтверждает стабилизацию предела прочности.

Положительные результаты опытно-промышленных исследований модифицированного чугуна свидетельствуют о целесообразности модифицирования комплексным модификатором серого чугуна с целью повышения качества материала для изложниц и сменного оборудования.

УДК 621.7.

М.В. Тиха, студент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

До основних областей застосування керамічних матеріалів відносяться різальний інструмент, деталі двигунів внутрішнього згоряння та газотурбінних двигунів тощо.

Для виготовлення різального інструменту широко застосовується кераміка на основі оксиду алюмінію з добавками діоксину цирконію, карбідів і нітридів титану, а також на основі без кисневих сполук.

В технології виготовлення керамічних двигунів залишається низка невирішених проблем. До них насамперед, відносяться проблеми забезпечення надійності, стійкості до термічних ударів, розроблення методів з'єднання керамічних деталей з металевими та пластмасовими.

Найбільш ефективне застосування кераміки для виготовлення дизельних адіабатних поршневих двигунів, які мають керамічну ізоляцію, і високотемпературних газотурбінних двигунів.

Кераміка з успіхом використовується для виготовлення підшипників. Високі робочі температури та зносостійкість керамічних матеріалів дозволяють підвищити швидкохідність обертання роторів, знизити вимоги до змащення й охолодження. Важливими чинниками є також немагнитність, корозійна стійкість і електроізоляційні властивості керамічних матеріалів.

До кераміки спеціального призначення відносяться надпровідна кераміка, кераміка для виготовлення контейнерів з радіоактивними відходами, броньового захисту військової техніки та теплового захисту головних частин ракет і космічних кораблів.

Важливими властивостями керамічних матеріалів, які обумовили їх застосування в якості броні, є високі твердість, модуль пружності, температура плавлення(розкладання) при в 2-3 рази меншій густині.

Для підвищення міцності, відбивної здатності та абляцій них характеристик зовнішньої поверхні теплозахисних матеріалів їх покривають шаром емалі товщиною близько 300 мкм.

Роботи по керамічним матеріалам в усім світі різко розширюються. Якщо обсяг випуску конструкційної кераміки в 1995р. у США склав 1 160млн.дол.., то в 2000 р. він виріс до 2645млн.дол.

УДК 621.793.6:669.35
С.Н. Ткаченко, инженер-технолог[1]; Б.П. Середа, профессор[2]
[1]ОАО «Запорожский сталепрокатный завод»
[2]Запорожская государственная инженерная академия
E-mail: space7770@rambler.ru

ПОЛУЧЕНИЕ БРОСИЛИЦИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОПОРОШКОВ В УСЛОВИЯХ СВС ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ РКТ

В последнее время интерес к космической промышленности постоянно растет. Металлы – наилучшие и главные конструкционные материалы для изделий космической индустрии, их масса составляет больше чем 90 % от других материалов. Перспективные решения в производстве новых металлов должны обеспечить металлы с максимально оптимальными свойствами, позволяющими использование их в космосе. Одним из наиболее эффективных технологических путей повышения надежности работы деталей из высокоуглеродистых материалов используемым в космической промышленности является нанесение на их рабочую поверхность различных покрытий. Покрытие представляет поверхностный слой детали, целенаправленно создаваемый воздействием окружающей среды на поверхность детали, и характеризующийся конечной толщиной, а также химическим составом и структурно-фазовым состоянием, качественно отличающимися от аналогичных характеристик материала основы. Незначительный расход материала покрытия и высокие характеристики поверхности детали обеспечивают повышенный интерес к разработке новых методов нанесения покрытий целевого назначения и широкое внедрение покрытий в космическую промышленность. На сегодняшний день актуальным является вопрос получения покрытий большей толщины с заданным химическим составом. Одним из методов повышения износостойкости, жаростойкости и коррозионной стойкости является химико-термическая обработка (ХТО) в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). СВС представляет собой высокоинтенсивное экзотермическое взаимодействие химических элементов в конденсированной фазе, способное к самопроизвольному распространению в виде волны горения. Благодаря высоким технологическим и физическим (тепловые свойства, электрические и магнитные характеристики) свойствам высокоуглеродистых материалов, используемых в качестве материала в ракетостроении применяется поверхностное упрочнение кремнием деталей в условиях теплового самовоспламенения, заключающегося в совмещении химических транспортных реакций с процессом теплового самовоспламенения порошковых смесей. Толщина упрочняющих слоев зависит главным образом от температуры процесса и времени выдержки. Увеличение содержания кремния в шихте, способствует незначительному росту диффузионных слоев. Результаты фазового состава показали, что слои с содержанием кремния и бора на поверхности состоят из фаз Fe-Si-B разных соотношений которые обладают чрезвычайно высокой износостойкостью. Повышение температуры увеличивает скорость процесса диффузии, поэтому толщина диффузионного слоя, образующегося за данный отрезок времени, сильно возрастает с повышением температуры процесса.

УДК 669.017.

А.В. Тонконог, студент[1]; Н.Е. Калинина, д.т.н. проф.[2]
[1]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2]Национальный горный университет Украины
E-mail: tonanya@yandex.ru

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЛИТЕЙНОГО СИЛУМИНА ПРИ МОДИФИЦИРОВАНИИ НАНОЧАСТИЦАМИ

Космос – это природная гигантская лаборатория экстремальных условий, которую не возможно создать на Земле. В наземных лабораториях невозможна длительная невесомость, а для получения малого магнитного поля, глубокого вакуума, температуры вплоть до абсолютного нуля, необходимы большие затраты материальных ресурсов и энергии.

Литейные силумины системы Al-Si являются перспективными конструкционными материалами, применяемыми в конструкции космических летальных аппаратов благодаря легкости, высокой удельной прочности и коррозионной стойкости при комнатной и низких температурах.

В работе исследован литейный алюминиевый сплав АЛ2 следующего химического состава, % мас.:

Fe – (до 1.5); Si – (10 – 13); Mn – (до 0.5); Ti – (до 0.1); Al – (84.3 – 90); Cu – (до 0.6); Zr – (до 0.1); Mg – (до 0.1); Zn – (до 0.3);

В исходном состоянии, после литья под давлением или в кокиль отливки из сплава АЛ2 имеют крупное кристаллическое строение, пористость выше 2 балла, неоднородность структуры по сечению. С целью устранения указанных недостатков проведено модифицирование сплава АЛ2 порошковым карбидом кремния (SiC) дисперсности ~200нм. Нанопорошок (SiC) выбран в качестве модификатора, поскольку он имеет одинаковую с алюминием кристаллическую решетку (ГЦК) и малый атомный радиус. Модифицирование проводили в конце выплавки после расплавления шихты и рафинирования расплава. Количество порошкового модификатора составляло 0,1% массовый.

Исследования макро- и микроструктуры образцов сплава АЛ2 показало в исходном состоянии наличие крупных зерен α-твердого раствора алюминия, грубой дендритной структуры и крупных включений первичного кремния. После наномодифицирования достигнуто значительное измельчение зерна сплава (в 2 раза), однородность макро- микроструктуры по сечению отливки.

Кристаллы первичного кремния раздроблены, а в центре α-зернистой структуры присутствуют дисперсные включения интерметаллидных фаз типа AlSiMn.Такая структура модифицированного сплава приводит к повышению прочностных свойств без потери пластичности.

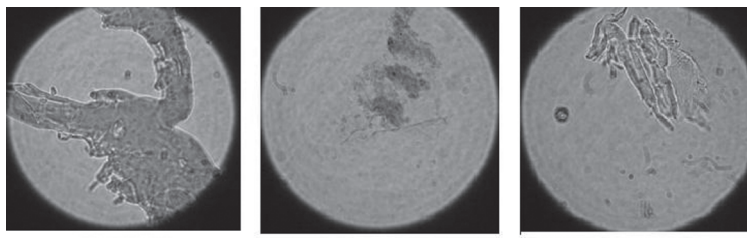
С целью упрочнения проведена термоупрочняющая обработка отливок сплава АЛ2 по режиму Т6: закалка от температуры 570°С с последующим искусственным старением при температуры 120°С 8 часов. В результате старения происходит распад пересыщенного α-твердого раствора и выделение дисперсных интерметаллидных фаз, что способствовало дополнительному – упрочнению сплава.

УДК 543.070:541.49

Е.А. Чеброва, аспирант; Т.С.Чмиленко, к.х.н., доцент;
Ф.А.Чмиленко, д.х.н., професор
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: analyticdnu@mail.ru

ЖИДКИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ: ФЕНОЛОВЫЙ КРАСНЫЙ-ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНИЙ ХЛОРИД

Исследование объектов нанохимии и технологии – приоритетное направление современной науки. Среди разнообразия наноразмерных объектов важную роль играют моно- и мультислойные материалы. Роль таких материалов в ракетокосмической отрастли состоит в модификации поверхности, создании новых наноструктурированных микрообъектов, изменении физико-химических свойств материалов и устройств. Однако наименее изученными являются жидкие наноструктурированные среды, один из путей их получения – самоассоциация (снизу-вверх). В работе получены жидкие наноструктурированные среды путем самопроизвольной ассоциации трифенилметановых красителей в присутствии полиэлектролитов. Оценка микрогетерогенности системы (образование агрегатов) на примере фенолового красного (ФК) в водно-полиэлектролитной среде (полигексаметиленгуанидиний хлорид, ПГМГ), проведена методами: спектрофотометрии, кондуктометрии, турбидиметрии, рефрактометрии и оптической микроскопии. Увеличение микрогетерогенности системы наблюдается при соотношении ФК:ПГМГ=(8 и 16):1.



ФК:ПГМГ=8:1 а) ФК:ПГМГ=12:1 б) ФК:ПГМГ=16:1 в)

Рис.1. Микрофотографии систем ФК–ПГМГ, увеличение в 10^3.

Методом компьютерного моделирования (РМ3) рассчитаны в водной среде энергетические характеристики для фрагмента полиэлектролита ПГМГ (число звеньев (n) от 1 до 8). Наиболее устойчивая структура характерна для фрагмента $ПГМГ_{n=8}$. Структура представляет собой гидрофобную полость с расположением гидрофильных групп $=NH_2^+$ полиэлектролита в водную среду. Расчитаны энергетические характеристики ассоциата: $ПГМГ_{n=8}$*ФК, и агрегатов $ПГМГ_{n=8}$*$ФК_x$ (x=1-8). Энергетически устойчивым структурам, по данным оптической микроскопии, соответствуют наиболее структурированные растворы (рис.1а и 1в). Разработаны методики количественного определения поликатионов в водных растворах, которая позволила исключить влияние степени «упакованности» полиэлектролита, его конформационные состояния и величину заряда макроиона.

УДК 620.16.001.76

А.С. Чёрный, студент
Национальный Технический Университет Украины
«Киевский Политехнический Институт»
E-mail:vevil@i.ua

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В РКТ

Применение нанотехнологий в авиакосмической промышлености позволит создать композитные материалы, обладающие большей прочностью и имеющие при этом меньший вес, уменьшит размер и энергопотребление электроники, позволит создать многофункциональные материалы со встроенными сенсорами и многое другое.

Среди всех наноматериалов наибольший интерес вызывают нанотрубки. Их разделяют на два вида. Одностенные, которые состоят из одной трубки, и многостенные, которые напоминают структуру из пустотелых концентрических цилиндров с расстоянием между стенками 0.34 А.

Структуру нанотрубок характеризует хиральный вектор (m,n). Когда (m-n)/3 целое положительное число, то нанотрубка обладает металлическими свойствами, иначе полупроводниковыми свойствами. Это уникальное электрическое свойство делает широким спектр применения нанотрубок. Нанотрубки также показывают экстраординарные механические свойства. Их модуль Юнга составляет более 1ТПа, а предел прочности на разрыв – 200Гпа. Теплопроводность нанотрубок может достигать 3000Вт/м·К. Нанотрубки могут быть химически усовершенствованы, например, возможно прикрепить атомарную или молекулярную группу к концам или середине нанотрубки.

Создание высокопрочных легких композитов основная задача нанотехнологий в авиакосмической промышлености. Исследования металлических и керамических композитов с нанотрубками в качестве основы материала только в самом начале. Но они с каждым днем становятся все важнее. Во многих случаях, проблема состоит в том, что невозможно разместить нанотрубки равномерно по всему композиту.

Другое применение нанотрубок включает в себя создание электронных компонентов логических микрочипов и микрочипов памяти, сенсоров, исполнительных механизмов и многого другого. Все ранние работы в области наноэлектроники использовали нанотрубки в качестве проводниковых каналов в кремниевых кристаллах. Это применение, к сожалению, не будет иметь будущего, пока не будут решены проблемы кремниевых кристаллов, такие как теплоотдача и литография. Возможным выходом является разработка навой архитектуры, которая соответствует новым материалам.

Применение нанотехнологий в аэрокосмической промышлености даст возможность реализовать самые смелые проекты, о которых раньше мы могли только мечтать.

УДК 620.295

А.В. Шевцов, студент, Т.В. Носова, к.т.н., доцент, С.И. Мамчур, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ НА НАНОУРОВНЕ

Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ, англ. SPM – Scanning Probe Mikroscope) — класс построения изображения поверхности и ее локальных характеристик, процесс получения трехмерного изображения поверхности с высоким разрешением. Сканирующий зондовый микроскоп в современном виде изобретен Гердом Карлом Биннингом и Генрихом Рорером в 1981 году. За это изобретение были удостоены Нобелевской премии по физике за 1986 год, которая была разделена между ними и изобретателем просвечивающего электронного микроскопа Э.Руска. Отличительной особенностью СЗМ является наличие: зонда, системы перемещения зонда относительно образца по 2-м (X-У) или 3-м (X-У-Z) координатам регистрирующей системы.

Регистрирующая система фиксирует значение функции, зависящей от расстояния зонд-образец. Обычно регистрируемое значение обрабатывается системой отрицательной обратной связи, которая управляет положением образца или зонда по одной из координат (Z). В качестве системы обратной связи чаще всего используется ПИД-регулятор.

Исследование свойств поверхности с помощью сканирующего зондового микроскопа проводятся на воздухе при атмосферном давлении, в вакууме и даже в жидкости. Различные СЗМ методики позволяют изучать как проводящие, так и не проводящие объекты.

С помощью сканирующего зондового микроскопа можно не только увидеть отдельные атомы, но также избирательно воздействовать на них, в частности перемещать атомы по поверхности. Ученым уже удалось создать двумерные наноструктуры на поверхности, используя данный метод, например, в исследовательском центре компании IBM, последовательно перемещая атомы ксенона на поверхности монокристалла никеля, сотрудники смогли выложить три буквы логотипа компании, используя 35 атомов ксенона.

При выполнении подобных манипуляций возникает ряд технических трудностей. В частности, требуется создание условий сверхвысокого вакуума, необходимо охлаждать подложку и микроскоп до сверхнизких температур, поверхность подложки должна быть атомарно чистой и атомарно гладкой, для чего применяются специальные методы ее приготовления. Охлаждение подложки производится с целью уменьшения поверхности диффузии осаждаемых атомов.

Перспективным направлением совершенствования сканирующих зондовых микроскопов является использование не только атомов водорода для сканирования поверхности объекта, но и атомов гелия при определенных условиях работы.

УДК 621.7.

Т.І. Шинкоренко, студент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

СУПЕРСПЛАВИ ДЛЯ РОБОТИ МАТЕРІАЛІВ В УМОВАХ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КОРОЗІЇ

У найбільш широкому сенсі під високотемпературною гарячою корозією (ВТГК) розуміється прискорене, часто катастрофічне роз'їдання виробів з жароміцних сплавів під впливом гарячих газів в температурних межах 760 – 1000°С.

Робота стаціонарних (ГТД) допускає використання природного газу і продуктів газифікації твердого палива, а пікові ГТД – рідкого палива і природного газу.

Умови експлуатації деталей гарячої частини ГТД визначаються повзучістю, втомою і гарячою корозією, які викликають деградацію найбільш навантажених елементів турбіни. Причому, вони можуть впливати роздільно або сумарно на обмеження ресурсу роботи компонентів ГТД.

Корозійні процеси прискорюються зі збільшенням температури і досягають максимуму в інтервалі 927 – 980°С. Це пов'язано, зокрема, з прискоренням дифузійних процесів. При подальшому підвищенні температури інтенсивність корозійних процесів зменшується у зв'язку з випаровуванням солей і зміною механізму процесів, що проходили, як звичайне окислення.

Дослідження ВТГК нікель-хромових сплавів підтвердили суттєвий вплив хрому на їх корозійну стійкість і показали, що в сплавах з підвищеною концентрацією хрому (>13-15%) достатня його кількість приймає участь в підтриманні захисних властивостей поверхневої плівки $NiO*Cr_2O_3$ зі зв'язуванням сірки до стабільних сульфідів, що запобігає утворенню значних за розміром ділянок та виключає появу легкоплавкої евтектики.

У зв'язку з цим велике значення має можливість блокування дифузії за найлегшими шляхами за рахунок використання нанодобавок поверхнево активних рідкісноземельних металів, що мають винятково малу розчинність в нікелі і при введені утворюють сегрегації на межах зерен.

УДК 621.7.016

А.В. Шульга, студент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ПЕРСПЕКТИВНІ СУПЕРСПЛАВИ ДЛЯ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Найбільш високі робочі температури (до 1000 – 1100°С і більше) витримують так звані суперсплави, виготовлені на основі елементів 8 групи періодичної системи – нікелеві, кобальтові, залізонікелеві сплави. Їх застосовують при виготовлені газотурбінних двигунів для аерокосмічних і промислових енергоустановок. Для роботи при ще вищих температурах застосовують тугоплавкі метали та керамічні матеріали.

Початком історії суперсплавів можна вважати 1929 р., коли Белфорд і Пілінг додатково легували невеликими добавками Ti і Al розроблений раніше жаростійкий хромонікелевий сплав ніхром Х20Н80 із ГЦК граткою. Введеня цих елементів забезпечило істотний приріст опору повзучості. Цікаво, що поява суперсплавів випадково збіглася за часом з початком розробки реактивного двигуна. Наприкінці 1930 – х років у Німеччині й Англії були створені перші зразки літаків з турбінними двигунами. Поява нових конструкцій обумовила необхідність розроблення нових сплавів з високою жароміцністю. На перших реактивних двигунах стояли лопатки з аустенітних нержавіючих сталей з дуже малим ресурсом довговічності. К 1941 р. в Англії для двигуна «Бритиш Уиттл» був розроблений сплав на основі нікелю Німонік 75. Через рік з'явився сплав Німонік 80 з вищим вмістом титану, а потім й Німонік 80А з 2% Ti і 1,4% Al, уперше дисперснозміцнений виділеннями γ – фази – $Ni_3(Al, Ti)$. Цей сплав з'явився прототипом першого радянського жароміцного сплаву ХН77ТЮ (ЭИ437).

За розробку сплавів Німонік інженер Гриффіт був відзначений в Англії лицарським титулом. Протягом тривалого часу тягові реактивні двигуни створювалися винятково для військових цілей. Надалі з'явилася необхідність створення газових турбін для електростанцій, газопровідних насосів та інших приводних пристроїв. У всіх країнах в 1950 – 1960 р.р. почалось інтенсивне розроблення жароміцних суперсплавів, а пізніше й дотепер – удосконалювання технології та безперервне розширення їх виробництва з використанням тугоплавких нанокомпозицій.

На відміну від парових турбін авіаційні газові турбіни мають відносно невеликі розміри та масу, порівняно високу потужність і забезпечують можливість швидкого запуску. Збільшення температури газу на вході в газову турбіну підвищує ефективність її роботи.

УДК 669.018

Л.В. Щурко, студентка; Т.В. Носова, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ И СВОЙСТВА ОБЪЕМНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

В настоящее время разрабатываются различные виды наноструктурных материалов: нанопленки и гетероструктуры, наночастицы и кластеры, углеродные наноструктуры, супрамолекулярные системы, наноструктурные покрытия, нанопористые структуры и др. Особое место среди них занимают объемные наноструктурные материалы – поликристаллы с размером зерен порядка и менее 100 нм. Эти материалы имеют уникальные физико-механические свойства, значительно отличающиеся от свойств обычных, крупнозернистых материалов.

Объемные наноматериалы могут быть получены множеством способов, которые основаны на двух основных принципах – «снизу-вверх», когда предварительно дезинтегрированный на нанопорошки материал компактируется в объемный; и «сверху-вниз», когда измельчение зерен осуществляется без нарушения сплошности путем создания большеугловых границ зерен.

Перспективными способами получения наноматериалов, основанными на первом принципе, являются механическое сплавление (обработка в шаровой мельнице), плазмохимический синтез, электровзрыв металлических проволок, химико-металлургический метод, самораспространяющийся высокотемпературный синтез и т.д. Этими методами могут быть получены нанопорошки металлов, сплавов и керамики. Для получения объемных наноматериалов нанопорошки компактируются путем спекания под давлением. При этом основной проблемой является остаточная пористость полученных наноматериалов, которая отрицательно сказывается на их механических свойствах.

Ко второму классу методов получения объемных наноструктурных материалов относятся деформационные методы наноструктурирования (ДМН) – методы, основанные на делении зерен путем пластической деформации, без нарушения сплошности материала. В основе этих методов лежит чрезвычайно общее явление, имеющее место при пластической деформации кристаллов – накопление дислокаций и их самоорганизация в большеугловые границы зерен. Наиболее перспективными ДМН с точки зрения промышленных применений являются равноканальное угловое прессование (РКУП) и всесторонняя изотермическая ковка (ВИК).

В 1990-х гг. и начале 2000-х гг. были проведены обстоятельные исследования структуры и свойств объемных наноматериалов, полученных различными методами. Было показано, что в объемных наноматериалах границы зерен имеют специфическую, неравновесную структуру, характеризующуюся повышенной энергией. Было введено представление о двухфазном строении наноматериалов, состоящем из зеренной и зернограничной фаз.

УДК 621.7

А.А. Ященко, студент
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

МЕТАЛУРГІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЖАРОМІЦНИХ СУПЕРСПЛАВІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НАНОМОДИФІКАТОРІВ

Зливки та виливки суперсплавів зазвичай відливають під вакуумом, щоб уникнути окислювання присутніх у їх складі хімічно активних елементів. Розроблено багато східчасті технологічні схеми плавлення, лиття та кристалізації суперсплавів. Від дугового плавлення на повітрі перейшли до плавлення сплавів дуплекспроцесом, який включає в себе дугове плавлення на повітрі та вакуумно-дугове переплавлення електродів з індукційним плавленням у вакуумі. З метою зниження вмісту шкідливих домішок і неметалевих включень застосовують електрошлакове переплавлення електродів, отриманих в індукційній вакуумній печі.

Вартість вакуумного плавлення значно перевищує вартість відкритого плавлення, однак властивості вакуумного металу набагато краще властивостей металу, отриманого звичайним електроплавленням. Особливо це відноситься до суперсплавів, які містять велику кількість активних елементів.

Міцність жароміцних суперсплавів сильно залежить від розміру зерна і товщини деталі. Тривала міцність і опір повзучості зростають у міру збільшення відношення товщини деталі до розміру зерна. Дрібнозерниста структура з розгалуженими межами зерен характеризується більшою поверхневою енергією і менш стабільна при високих робочих температурах. На межах зерен можуть утворюватися некогерентні з матрицею виділення, що знижують жароміцність. Величина зерна суперсплавів повинна відповідати 3-4 балу стандартної шкали. Дрібніше зерно знижує опір повзучості, а більше – негативно впливає на тимчасовий опір і границю текучості.

Розмір зерна сталей і сплавів залежить від температури нагрівання і часу витримки. Величина зерна, що відповідає 3-4 балу, може бути отримана в результаті нагрівання на твердий розчин і витримки при температурі 1100 – 1150°С, а для більш складно легованих нікелевих сплавів до 1150 – 1200°С.

Виготовлення лопаток газотурбінних двигунів з направленою структурою та використанням тугоплавких наномодифікаторів дозволяє знизити негативний ефект меж зерен на жароміцність.

22
Технология конструкционных материалов

Координатор:
Санин Анатолий Федорович,
профессор кафедры технологии производства ЛА ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

УДК. 621.762

Д.С. Бакижанова, студентка, А.Ф. Санин, д.т.н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, Украина
E-mail: sinter@ukr.net

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА ПОРОШКОВОГО МЕДНО-ГРАФИТОВОГО МАТЕРИАЛА

В космической и вакуумной технике часто применяются узлы «сухого» трения и уплотнения, повышение стабильности и ресурса работы которых является актуальным. Перспективным направлением решения данной задачи является использование порошковых композиционных материалов. Одной из наиболее распространенных композиций является материал на основе порошков меди. Для производства антифрикционных и уплотнительных материалов, успешно работающих в агрессивных средах, при жестких условиях нагружения, наиболее эффективно использование в качестве твердой смазки порошков графита.

В работе представлены результаты исследований причин образования дефектов, приводящих к преждевременной потере работоспособности деталей из материала медь-графит. Рассмотрено влияние качества исходных порошковых компонентов и особенностей начальных стадий технологии изготовления на дефектообразование и свойства получаемого материала.

Проведенный анализ структуры образцов показал, что основные дефекты формируются при смешивании, засыпке в пресс-форму и последующем первом прессовании. На последующих стадиях технологического цикла эти дефекты претерпевают лишь незначительные изменения линейных размеров, но образования новых дефектов либо исчезновения уже образовавшихся не происходит.

Определено влияние : типа смесителя, условий смешивания, состава пластификатора, скорости вращения барабана, длительности смешивания на однородность исследуемого материала. Установлено, что однородность шихты, полученной в смесителях со сложной траекторией вращения (типа «пьяная бочка» и двухконусный с осью, расположенной под углом к оси вращения), практически на порядок выше, чем в обычном цилиндрическом смесителе. Этот факт объясним тем, что при смешивании в цилиндрическом смесителе не происходит горизонтального перемещения компонентов и даже может возникать их расслоение.

Добавление в шихту пластификаторов, т.е. переход от сухого к мокрому смешиванию, также позволяет повысить однородность приготовляемой шихты.

В результате проведенных исследований сделаны выводы, что для получения антифрикционного уплотнительного материала на основе композиции медь-графит с требуемым комплексом свойств необходимо использовать комбинированный метод смешивания в двухконусном смесителе типа «пьяная бочка» с размольными телами, что обеспечивает высокую однородность распределения графита. Предварительный отжиг графита, степень окисленности исходного порошка меди (в пределах 0,03...1,0 % мас.) не оказывают заметного влияния на структуру и механические свойства материала.

УДК 621.375.826:621.793

А.В. Бернацький, м.н.с.
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України
E-mail: bav69@yandex.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЛАЗЕРНОГО ТА ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМОВОГО ПОВЕРХНЕВОГО ЛЕГУВАННЯ

У промисловості часто виникає низка завдань, пов'язана із необхідністю підвищення зносо- та жаростійкості виробів із легованих сталей. Для їх вирішення доцільно застосовувати нові прогресивні технології. До таких технологій, зокрема, відносяться лазерні та лазерно-плазмові способи обробки.

Виконані дослідження процесу лазерного поверхневого легування показали, що лазерне випромінювання, спрямоване на оброблювану поверхню, частково поглинається присаджувальним й основним матеріалами, а частково відбивається. Внаслідок поглинання випромінювання в зоні дії лазерного випромінювання починає діяти інтенсивне джерело теплоти. При густинах потужності випромінювання $10^5...10^6$ Вт/см^2 відбувається активний локальний розігрів присаджувального матеріалу, при якому на поверхні ванни розплаву (рідкої фази) утворюється парогазова фаза. Під дією лазерного випромінювання розплавлений метал, внаслідок явища масопереносу (інтегральної дії тиску пару, різниці сил поверхневого натягу в центральній і хвостовій частинах ванни розплаву, турбулентних течій розплаву), переміщується у хвостову частину ванни. При кристалізації розплавленого присаджувального матеріалу утворюється легований шар.

В роботі досліджували структурні особливості зносо- та жаростійких шарів, отриманих на зразках зі сталі 38ХН3МФА за допомогою лазерних та лазерно-плазмових способів легування із застосуванням різних швидкостей легування (V від 400 мм/хв до 750 мм/хв) та різної потужності лазерного випромінювання (Р від 3,0 кВт до 4,4 кВт). В проведених дослідах використовували механічну суміш порошків (WC-W_2C)-Cr-Al-Si.

Експерименти показали, що однією з найбільш значних проблем при застосуванні вказаних технологій є утворення мікротріщин, що напряму пов'язано із структурними особливостями легованих шарів. Були проведені детальні дослідження на різних структурних рівнях з використанням таких комплексних методів, як світова мікроскопія, аналітична растрова та мікродифракційна просвітлювальна електронна мікроскопія. Ці методи дозволили дослідити структурно–фазовий стан поверхневих шарів, які формуються при лазерній і лазерно–плазмовій обробці. Було визначено особливості насичення поверхні легуючими елементами, фазовий склад, розподіл термодеформаційних внутрішніх напруг, їх градієнтів тощо.

Встановлено, що при лазерному та лазерно-плазмовому легуванні оптимальний структурний стан характеризується утворенням дисперсних фаз при рівномірному їх розповсюджені, невисокою щільністю дислокацій без різких градієнтів та низьким рівнем внутрішніх напруг.

УДК 021.746: 62. 669.018

М.С. Бешкенадзе, студент;
Т.М. Титова, к.т.н., доцент; В.П. Полетаев, к.т.н., доцент
Днепродзержинский государственный технический университет
E-mail: tmt1@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ ЗАГОТОВОК В ПРОЦЕССЕ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

Активное развитие аэрокосмической техники требует создание новых материалов с принципиально новыми свойствами. В тоже время в наш век огромного разнообразия материалов сталь продолжает оставаться основным конструкционным элементом. Неуклонный рост потребления стали обуславливает постоянное увеличение ее мирового производства, превысившего в 2010г. докризисный уровень и достигшего почти 1млрд. 414 млн. т. Особенность черной металлургии Украины в условиях недостаточного развития внутреннего рынка, состоит в ее экспортной ориентации. В создавшихся условиях особую актуальность имеет создание и внедрение инновационных технологий, обеспечивающих высокий технологический уровень производства, достижение существенной экономии сырьевых и энергетических ресурсов при одновременно высоком качестве металла, что является важным критерием конкурентоспособности выпускаемой металлопродукции.

В настоящее время ведущее место в практике мировой металлургии занимает технология непрерывной разливки стали. Устойчивая тенденция к ежегодному увеличению доли заготовок, полученных на установках непрерывного литья, наблюдается также в России и на Украине. Анализ современных достижений в области непрерывной разливки свидетельствует о наличие существенного запаса ресурсосбережения за счет формирования двухслойных заготовок. Поэтому цель настоящей работы состояла в поиске эффективных технологических схем производства слоистой металлопродукции на этапе формирования непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) в кристаллизаторе.

Аналитический обзор способов получения НЛЗ, а также выполненные модельные исследования их формирования позволили рекомендовать в качестве эффективных две технологические схемы получения двухслойных НЛЗ, которые позволяют достичь существенной экономии дефицитных и дорогостоящих элементов без потери качества металлопродукции или достижение принципиально новых свойств за счет выбора соответствующих композиций сталей. Согласно первой схеме разливка сталей двух составов осуществляется в кристаллизатор с формированием поверхностного слоя, например, из одной марки стали, а внутренней – из другой. Согласно другой схеме при отливке двухслойных НЛЗ возможны два варианта ввода по оси кристаллизатора в расплав стали одного состава твердой вставки стали другого состава с вытягиваем ее вверх или вниз. Промышленная реализация предлагаемых технологий обеспечит существенное ресурсосбережение и создание металлопродукции с принципиально новыми свойствами, недостижимыми или трудно достижимыми в моносталях. По аналогичным технологическим схемам могут быть произведены биметаллические заготовки, необходимые в авиационной и ракетной технике (например, из композиций на основе бериллия и стали, меди и стали и др.).

УДК 621.762

И.С. Божко, аспирант; А.Ф. Санин, д.т.н., проф.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: sinter@ukr.net

ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ НА ПРОЦЕССЫ СПЕКАНИЯ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Развитие современного общества напрямую зависит от используемых технологий и материалов. Но, несмотря на многовековой опыт получения новых материалов и накопленный громадный объем экспериментальных данных по влиянию различных факторов на свойства материалов, до настоящего времени у материаловедов есть всего лишь две возможности управления свойствами – это варьирование химического состава и управление состоянием структуры материала. Если первая возможность ограничена конечным числом известных химических элементов и к настоящему времени исследованы практически все их возможные сочетания, то вторая приобретает все большую актуальность и с каждым днем расширяется число способов и методов получения особых структурных состояний материалов.

Важное место в этом направлении занимает порошковая металлургия, которая характеризуется высокой вариантностью способов достижения предварительно заданных физико-механических свойств материалов. Но наличие нескольких вариаций одного и того же процесса требует тщательного изучения явлений, происходящих в каждом конкретном случае.

В работе исследовано влияние среды спекания (вакуум и водород) на структурно-фазовые превращения и физико-механические свойства нержавеющих порошковых сталей. Сравнительный анализ механических свойств и усадки исследуемых сталей после спекания в вакууме и водороде по одним и тем же технологическим режимам показывает, что спекание в вакууме способствует рафинированию металла и приобретению им пластического состояния. Спекание в водороде оказывает существенное влияние на качественное состояние границ зерен, вследствие чего металл приобретает структурные признаки хрупкого состояния

Следует отметить, что восстановление оксидов при спекании охватывает широкий температурный интервал и начинается при температурах выше 500 ^{0}C. Восстановление оксидов подтверждается тем, что при нагреве до указанных температур происходит резкое снижение вакуума. Наиболее интенсивно указанные процессы происходят в интервале температур 950-1100 ^{0}C. Поэтому при нагреве до температур спекания (1250-1300 ^{0}C) необходимо либо снижать скорость нагрева, либо проводить изотермические выдержки в интервалах температур наиболее интенсивного восстановления оксидов, а контроль процесса восстановления проводить по показаниям вакуумметра. Наиболее заметно влияние вакуума проявляется при спекании в присутствии жидкой фазы. Улучшая смачивание тугоплавкой составляющей жидкой фазой, вакуум способствует более быстрому уплотнению, повышает равномерность распределения жидкой фазы в спекаемом изделии, что сопровождается повышением механических характеристик.

Таким образом, выполненные исследования позволили определить особенности и установить преимущества вакуумного спекания порошковых нержавеющих сталей по сравнению со спеканием в водороде.

УДК 621.763

І.В. Боярська, аспірант;
В.П. Кашицький, к.т.н., доцент; П.П. Савчук, д.т.н., доцент
Луцький національний технічний університет
E-mail: kashickij@ya.ru

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ СТРУКТУРУВАННЯ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ

Широке застосування епоксидних олігомерів в якості матриці для полімеркомпозитів у різних галузях техніки обумовлено їх високою технологічністю, адгезійною здатністю, хімічною стійкістю та екологічною безпекою. Традиційні методи формування виробів з епоксикомпозитних матеріалів передбачають досить тривалий період структурування епоксидного полімеру при нормальних умовах для створення просторової сітки з мінімальними залишковими напруженнями. Завершення процесів структурування в більшій мірі відбувається через 24 год, а повністю через 30-60 діб, що створює труднощі в технологічному процесі та викликає додаткові економічні втрати. Досить ефективним методом підвищення степеня структурування епоксидних полімерів за декілька годин є застосування додаткової термічної обробки при підвищених температурах (50...150° С) в електричних печах опору. Однак перша стадія структурування повинна протікати при кімнатних температурах для утворення просторової сітки з рівномірним розподілом хімічних зв'язків зшиваючого реагента з молекулами епоксидного олігомера.

Значні успіхи досягнуто при комплексній обробці епоксидних полімерів в електричних печах опору з примусовим перемішуванням газового середовища, що дозволило скоротити період структурування до 2-х год при збереженні високих значень механічних характеристик.

Експериментально встановлено, що тверднення епоксиполімерів у електричних печах при температурі 50...60° С з використанням аеродинамічних потоків забезпечує найвищу степінь структурування композиту (G = 88,7 %), порівняно з традиційною термічною обробкою, через підвищені рухливість сегментів макромолекул епоксидної матриці та швидкість протікання процесів отвердненння.

При режимах традиційної термічної обробки спостерігаються високі внутрішні напруження, що пов'язані із локальним зшиванням макромолекул матриці, при цьому процес відбувається хаотично та нерівномірно, відповідно, частина системи знаходиться у напруженому стані. Застосування комбінованого режиму обробки композицій дозволяє знизити залишкові напруження в 2,3...2,5 рази за рахунок інтенсивного протікання релаксаційних процесів в системі, яка має підвищену гнучкість макромолекулярних ланцюгів, що забезпечує високі фізико-механічні характеристики.

Отже, інтенсифікація процесів структурування викликана швидким та рівномірним нагріванням епоксидного полімеру через примусове перемішування газового середовища в електричних печах, що призводить до додаткового нагрівання газу за рахунок процесів внутрішнього тертя.

Застосування даних технологічних новацій є складовою частиною отримання епоксидних мультинаповнених композитів з комплексом керованих властивостей.

УДК 621.9.04:681.3.01

О.В. Волошко, аспірант, С.П. Вислоух, к.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
Email: voloshko_o@ukr.net

НЕРУЙНІВНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОБРОБЛЮВАНОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

В зв'язку з появою у виробництві нових конструкційних матеріалів виникло актуальне питання визначення їх оброблюваності, що дозволяє отримати більш точні рекомендації ефективного та раціонального проектування технологічних процесів та знизити собівартість виготовлення деталей приладів та машин. Для визначення оброблюваності конструкційних матеріалів треба виконати велику кількість експериментальних досліджень.

Тому пропонується вирішити задачу визначення оброблюваності шляхом використання повної інформації про конструкційний матеріал, включаючи його структуру, хімічний склад та фізико-механічні характеристики. З цією метою всі конструкційні поділяються на окремі класифікаційні групи за сукупністю інформації про їх структуру, хімічний склад та фізико-механічні властивості. Для кожної класифікаційної групи матеріалів методами багатовимірного статистичного аналізу визначається класифікаційна функція, що дозволяє за сукупністю вказаних характеристик досліджуваного матеріалу однозначно та об'єктивно визначити групу, до якої він відноситься. Це дає можливість отримати, в якості першого наближення, рекомендовані умови обробки конструкційного матеріалу, що відповідають даній класифікаційній групі. Але кожний оброблюваний матеріал має свої властивості, що відрізняють його від іншого, навіть в межах однієї класифікаційної групи. Тому пропонується методами факторного аналізу виконати обробку інформаційних масивів, що визначають характеристики конструкційних матеріалів, для стиснення початкової інформації та отримання меншої кількості латентних змінних. Шляхом обробки отриманої інформації за спеціальним алгоритмом визначаються поправочні коефіцієнти на умови обробки конкретного матеріалу, що враховують його особливості. Отримані коефіцієнти дозволяють також визначити відносну оброблюваність будь-яких конструкційних матеріалів, що входять в дану класифікаційну групу.

Використання неруйнівного метода визначення оброблюваності конструкційних матеріалів дозволяє значно зменшити витрати на проведення експериментальних досліджень, заощадити час та кошти.

УДК 621.798.3

М.Л. Гесс, магистр гр. 462м; В.Н. Кравец, к.т.н., доцент, кафедра 403,
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: k403@d4.khai.edu

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НЕСОВЕРШЕНСТВ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОФОРМОВАНИЯ

Одними из основных методов переработки полимерных материалов являются методы термоформования изделий из плоских заготовок. Широкое распространение этих методов объясняется простотой изготовления, компактностью, относительной дешевизной используемого оборудования и технологической оснастки.

К недостаткам методов термоформования относится значительная по сравнению с другими методами переработки разнотолщинность получаемых изделий и недостаточная стабильность размеров деталей, попадающих при эксплуатации в условия повышенных температур.

При организации производства того или иного изделия в первую очередь решают два вопроса: можно ли данное изделие получить методом термоформования, и какой листовой материал может быть выбран в качестве сырья для формования этого изделия.

Наиболее существенными в конфигурации изделия являются три аспекта: толщина стенки изделия (и, следовательно, толщина исходной заготовки); какая из поверхностей изделия должна иметь лучшее качество (большую точность размеров и, если это необходимо, поверхностные рисунок или фактуру); предпочтительный характер разнотолщинности стенок изделия.

В данной работе были исследованы влияния физико-механических характеристик материалов и их толщин на оптимальные радиусы формования зон перегибов. Так как конструкция изделия должна полностью исключать наличие на ней острых углов и резких переходов, а величина радиусов скругления должна быть не менее толщины заготовки. При этом определены предельные удлинения в зонах перегибов и напряженно деформированные состояния, что позволяет проектировать технологическую оснастку (выбор материалов оснастки, геометрических характеристик оснастки) в зависимости от геометрии упаковки и глубины вытяжки.

УДК 621.391

Д.О. Грабовський, студент;
В.В. Шевченко, к. т. н, доцент; С.С. Заєць, асистент; І.В. Капінос, студент
Національний технічний університет України,
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
E-mail: agrosens@meta.ua

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ

В даний час в країні склалася така ситуація, що розвиток промисловості є одним із пріоритетів із всіх поставлених задач, тому сучасний розвиток в приладобудуванні є однією із складових, що обумовлює підвищувати ефективність обробки матеріалів різанням, забезпечувати високу якість, точність, надійність виготовлення деталей і приладів. Складати виробництво не тільки с технологічної, але і з економічної точок зору. Для досягнення поставлених задач використовують системи контролю процесу різання на основі електричних сигналів.

Суть методу базується на вивченні динаміки процесу різання, на основі аналізу спектра сил в широкому діапазоні , а також з урахуванням явищ, що протікають в зоні стружко-утворення з урахуванням змінних фізико-механічних характеристик матеріалів контактуючої пари інструмент-деталь.

В основу системи контролю різання покладено використання датчика ЕДС, спеціалізований контрольно-вимірювальний модуль, блоку керування режимами різання. Система буде працювати наступним чином. В процесі обробки деталі, датчик ЕДС буде знімати інформацію абсолютним методом в лінійних (X, Y, Z) і кутових (C) координатах, що характеризують геометричні параметри: розміри, форму і взаємне розташування поверхонь деталей шляхом обходу її по запрограмованій траєкторії. Звіт про розміри в контрольних точках виконується за допомогою вимірювальної головки зі щупом і вимірювальних приладів, з подальшою обробкою результатів. Із датчика ЕДС інформація надходитиме на контрольно-вимірювальний модуль, що представляє собою електронній пристрій з вбудованим мікро-ЕВМ, який в свою чергу буде оброблювати подану інформацію і в залежності від її характеру подаватиме команди на блок керування режимами різання. При необхідності в системі будуть задіяні проміжні перетворювачі, прилади або вимірювальні пристрої, що здійснюють аналіз отриманої інформації і порівняння фактичних значень параметрів із заданими. Обчислювальні пристрої, що виробляють сигнали оповіщення, індикації чи керування, необхідні для своєчасного введення корекції чи прийняття інших мір.

Величина сигналу визначається для кожної пари інструмент-деталь, якщо сигнал не узгоджується то йде команда на блок керування для змінення режимів різання з метою виключення неузгоджень. Всі дій, які виконуватимуться в системі будуть виводитись на монітор, а результати обробки подаватимуться на пристрій для друку.

Таким чином матимемо інформацію про зношення ріжучого інструмента і стан обробленої поверхні.

Ця система дозволить своєчасно замінити зношений інструмент, запобігти його руйнування або своєчасно вимкнути верстат в разі якщо це відбулось, також дозволить зменшити кількість бракованих деталей, збільшити оперативний час роботи одного верстату, зменшити собівартість, підвищити продуктивність.

УДК 621.9.01

М.А. Даценко, студент; П.А. Усачов, к.т.н., доцент
Національний технічний університет України «КПІ»
E-mail: madacenko@bigmir.net

СТРУЖКОУТВОРЕННЯ ПРИ РІЗАННІ МЕТАЛІВ

Майже всі характеристики процесу різання металів і його практичні результати залежать від процесу стружкоутворення, протікання якого в основному визначається деформованим станом зони стружкоутворення. Найбільш звичайною і поширеною оцінкою деформації стружки є усадка стружки.

При перетворенні шару матеріалу, що зрізається, на стружку розміри останньої по довжині L_c, товщині a_c і ширині b_c відрізняються від розмірів шару, що зрізається, з якого стружка утворилася ($L_c<L$, $a_c>a$, $b_c>b$). Ступінь зміни розмірів стружки в порівнянні з шаром, що зрізається, характеризується трьома коефіцієнтами зміни форми: коефіцієнтом усадки $\vec{\xi}_L = L / L_C$, потовщення $K_a = a_c / a$ і розширення $K_b = b_c / b$. Так як об'єми шару, що зрізається, і стружки рівні $L \cdot a \cdot b = L_c \cdot a_c \cdot b_c$, то можна записати, що коефіцієнт усадки стружки дорівнює $\vec{\xi}_L = K_a \cdot K_b$. Розширення стружки навіть при вільному різанні невелике в порівнянні з укороченням і потовщенням, тому при оцінці деформації матеріалу їм можна нехтувати і вважати, що $\vec{\xi}_L = K_a$. Це вірно у разі утворення зливної стружки. Коли стружка має суглобисту форму, слід вводити поправочний коефіцієнт сплошности стружки $K_{сп}$, який визначається по формулі $K_{сп} = 1 - 0{,}5h/a$, де h – глибина западини на вільній стороні стружки. $\vec{\xi}_L = K_a \cdot K_{сп}$. Оскільки коефіцієнт сплошности стружки $K_{сп}<1{,}0$, то дійсний коефіцієнт усадки стружки більше розрахункового $\vec{\xi}_\partial > \vec{\xi}_L$.

На коефіцієнт сплошности основний вплив роблять механічні властивості обробляємого матеріалу деталі, передній кут γ робочої частини інструменту, товщина шару, що зрізається, a і швидкість різання υ та змащувально-охолоджуюча ридина (ЗОР), яка застосовується. Під час різання пластичних матеріалів коефіцієнт усадки стружки (КУС) більше ніж при різанні крихких та малопластичних матеріалів. Так під час різання вуглецевих сталей КУС коливається в межах 1,8 ... 5,5, під час різання латуні в межах – 1,5 ... 2,5, а під час різання титанових сплавів утворюється стружка, у якої КУС $\vec{\xi}_L < 1{,}0$. Це є наслідком низької пластичності титанових сплавів і коефіцієнтом сплошності стружки. Довжина стружки за рахунок пустот на вільній стороні стає більше довжини зрізаємого шару. Чим міцніше та твердіше матеріал заготовки, яка обробляється, тем менше КУС.

В результаті досліджень отримані графічні залежності коефіцієнта усадки стружки від окремих параметрів процесу різання: оброблюваного і інструментального матеріалів, геометрії заточування ріжучої частини інструменту, параметрів режиму обробки і застосовуємих змащувально-охолоджуючих технологічних засобів.

УДК 669.71

Е.О. Драголюк, студентка; А.Ф. Санин, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: lena_dragolyuk@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ ПОРОШКОВ

Химическая активность, относительные доступность и низкая стоимость алюминия делают его привлекательным материалом для разных областей применения, в том числе изделий космической и авиационной техники.

Алюминиевой Ассоциацией (АА) принято деление порошков на три большие группы: гранулы, чешуйки и распыленные порошки. В состав гранул входят частицы размером более 74 мкм. Порошки в виде чешуек имеют один или два размера, в несколько сотен раз большие, чем третий размер. У частиц порошков, полученных распылением, все размеры примерно одинаковы.

Частицы в виде дроби или гранул получают методами центробежного литья или литьем через сопло. Они имеют размер от 10 до 1 мм, глобулярную форму, но могут быть также в форме слезы или сигарообразными. Охлаждающей средой служат воздух или вода. Вода не только определяет скорость кристаллизации, но и сказывается на состоянии поверхности, вызывая образование утолщенной гидратированной пленки. Эти частицы подвергают механической обработке с целью сглаживания неровностей поверхности и придания им более равноосной формы многогранников.

При распылении расплавов воздухом получают порошки с частицами с близкой к сферической формой, скорость кристаллизации составляет около 10^3 К/с. В промышленном масштабе выпускают порошки из алюминия различных сортов; а также из сплавов.

Распыленные порошки со сферическими частицами получают либо распылением инертным газом, либо смесью газов с низкой окислительной способностью.

Чешуйчатые порошки – сложные материалы, получаемые путем деформации. Исходным материалом является порошок, распыленный воздухом, или инертным газом, который затем размалывают в шаровых мельницах с использованием смазочных материалов. Чешуйчатые частицы, используемые в качестве пигментов, подразделяют на лепестковые и не имеющие форму лепестков. Для повышения насыпной массы применяют длительный и высокоскоростной размол. Содержание оксида алюминия в высокодисперсных порошках составляет свыше 2%. Возможно также присутствие карбидов, образующихся из смазочных веществ.

Совершенствование алюминиевых порошковых сплавов позволило получить материалы с улучшенными свойствами, а именно: с высокой прочностью и при комнатной и повышенных температурах, с высоким модулем и пониженной плотностью.

УДК 669.715.004.12

А.С. Єлагін, аспірант; В.З. Куцова, д.т.н. проф..
Національна металургійна академія України
E-mail: lightroad@rambler.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВУ ТИПУ АК7ч У ВИХІДНОМУ І МОДИФІКОВАННОМУ СТАНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ДСК

На сьогоднішній день, одними з найбільш поширених сплавів є силуміни. Сплави цієї групи зарекомендували себе як надійні та якісні матеріали для своєї ніші промисловості. Неможливо уявити сучасне авто-, авіа-, судо- і ракетобудування без цих сплавів. Невелика питома вага, корозійні, технологічні і механічні властивості утворюють унікальний комплекс властивостей. Нерідко, ці сплави не мають аналогів для конкретних виробів. Судячи з тенденції на сучасному світовому ринку, силуміни і надалі будуть укріплювати свої позиції конструкційного матеріалу.

Матеріали та методика дослідження. В роботі були досліджені сплав типу АК7ч у вихідному стані та у модифікованому комплексом Ti—B—Sr. Сплав вивчали в литому стані після термочасової витримки розплаву. Використовували наступне устаткування: оптичний мікроскоп «Neophot-21», електронний мікроскоп JSM-840, лабораторна піч СШОЛ-12,6/12-М3, шліфувально-полірувальний станок ПШС-2 та Metasinex, мікротвердомір ПМТ-3М, диференціальна скануюча калориметрія проводилась на пристрої NETZSCH STA-449F1.

Для поглибленого розуміння кристалізації та для уточнення ряду позицій на діаграмі стану, сплав вивчали за допомогою методу ДСК. Також вивчали структуру за допомогою оптичного та електронного мікроскопу, скористалися методами кількісної металографії. Нагрів зразків проводили с різними швидкостями – 2, 10, 20 К/хвил. Для отримання додаткової інформації зразки нагрівали до ряду температур і проводили охолодження, імітуючи заливку металу з цих температур. Встановили, що модифікування призводить до розширення інтервалу кристалізації на 5-10^{0}С, в залежності від швидкості нагріву-охолодження. Наряду з цим, в модифікованому сплаві спостерігається підвищення температури кристалізації приблизно на 5-10^{0}С. З підвищенням температури нагріву розплаву вихідного складу інтервал кристалізації звужується, а у модифікованому – розширюється.

Описаний каскад реакцій, що реалізується у сплаві при кристалізації. Відомо, що деякі реакції не фіксуються на кривих ДСК з різних причин. У модифікованому сплаві при охолодженні з температури 800^{0}С виявляються три додаткових піка на сумарній кривій теплового ефекту. В процесі охолодження з температур 720^{0}С та 850^{0}С вони не виявляються. Вірогідно, це пов'язано зі стабілізуючим ефектом температури на кластерну будову металевої рідини. При температурі 800^{0}С у модифікованому сплаві спостерігається найменша об'ємна частка та кількість інтерметаліду типа $Al_8Si_6Mg_3Fe$.

УДК 621.74.04:669.112.22

V.A. Zabolotnyj, student;
Yu.Yu. Zhiguts, Ph.D. (End.), associate professor,I.I. Opathko, professor
Uzhgorod National Unsversity
E-mail: yuzhiguts@gmail.com

GREY SPECIAL TERMITE CAST IRONS

It is the most convenient to get grey cast irons by metallotermic or combined (metalloterming+SHS) methods because of the high temperature within the zone of reacting of the components that leads under synthesis of alloys in conditions of micromelting to fast cooling and that in its turn gives the speeds of cooling higher than the critical ones and simultaneously martensite or needle-shape microstructure. These are the structures that are of the highest wear resistance.

Grey termite cast iron is being manufactured very well by cutting, much better than chilled and white cast irons.

Within cast irons 3 (table 1) martensite is formed just during metallothermic melting without certain termomanufacturing which is furthermore connected with replacement of critical point regarding alloying of Ni.

Table 1. Wear resistance of special cast irons

№	Termite material	Conditional value of resistance
1	Carbon steel (analogue of steel «У8»)	100
2	Termically manufactured termite alloyed cast iron	85
3	Martensite termite cast iron	50
4	Alloyed Mn and Mo martensite cast iron	40

Cast irons 4 contain great amount of austenite but after tempering we get the structure of martensite of tempering with hardness being 280-310 Hb.

Cast iron 3 is being got with substantial chilled layer of material. Martensite in grey cast iron is being got without additional termomanufacturing (tempering) and this effect decreases with the increasing of mass of the burden for melting [1,2]. In fact, it gives the possibility for termite micromelting to decrease greatly the content of alloyed elements (Mn and Mo) not making tempering cracks while doing this.

Wear resistance of manufactured cast irons may be compared using table 1.

Cast iron manufactured by termite method may to some extend be classified as a grey iron not lower than «СЧ 30», and after tempering in cast irons, the limit of tension strength has been established at the level not less then 500 MPa.

Table 1 data witness the increasing of conditional resistance for martensite termite cast irons and rather great increasing for termically manufactured cast iron.

1. **Zhiguts Yu.** Specialna termitova liatina. Vyrobne inzinierstvo. Kosice. 2007. r. 6. N 2, s. 45-48.
2. **Жигуц Ю.Ю.** Сплави, синтезовані металотермією і СВС-процесами (монографія). – Ужгород: Ґражда, 2008. – 276 с. – ISBN978-966-8224-77-4.

УДК 621.787: 539.319

А.В. Иванова, аспирант; В.Ф. Павлов, д.т.н., профессор; С.А. Колычев, студент
Самарский государственный аэрокосмический университет
им. ак. С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
E-mail: sopromat@ssau.ru

ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО РАЗМЕРА НА ПРЕДЕЛ ВЫНОСЛИВОСТИ УПРОЧНЁННОЙ ДЕТАЛИ В УСЛОВИЯХ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ

Изучалось влияние сжимающих остаточных напряжений на предел выносливости цилиндрических образцов различного диаметра из сплава Д16Т. Половина гладких образцов подвергалась гидродробеструйной обработке. На неупрочнённые и упрочнённые гладкие образцы диаметром 10, 15, 25 и 40 мм наносились круговые надрезы полукруглого профиля радиуса $R = 0{,}3$ мм.

Остаточные напряжения в гладких образцах определялись экспериментально методом колец и полосок, а в образцах с надрезом – расчётным путём.

Испытания образцов на усталость при изгибе в случае симметричного цикла проводились на машинах МУИ-6000 (10 мм и 15 мм) и УММ-01 (25 мм и 40 мм), база испытаний – 10^7 циклов нагружения. По результатам испытаний на усталость определялись значения предела выносливости σ_{-1} неупрочнённых и упрочнённых образцов. Оценка влияния поверхностного упрочнения на предел выносливости образцов при изгибе проводилась по критерию среднеинтегральных остаточных напряжений $\overline{\sigma}_{ост}$.

В выстоявших базу испытаний упрочнённых образцах при напряжении, равном пределу выносливости, были обнаружены нераспространяющиеся трещины усталости, глубина $t_{кр}$ которых соответствовала данным работы [1].

По толщине поверхностного слоя наименьшего поперечного сечения упрочнённых образцов, равной глубине $t_{кр}$, вычислялись значения критерия $\overline{\sigma}_{ост}$, используя которые определялись величины коэффициента влияния остаточных напряжений $\overline{\psi}_{\sigma}$ на предел выносливости.

Анализ полученных данных показывает, что среднее значение коэффициента $\overline{\psi}_{\sigma}$ составляет 0,35 и близко к значению $\overline{\psi}_{\sigma} = 0{,}36$, установленному в [1] для образцов и деталей с другими размерами поперечного сечения.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).

1. **Павлов В.Ф.**, Кирпичёв В.А., Иванов В.Б. Остаточные напряжения и сопротивление усталости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2008. – 64 с.

УДК 621.787:539.319

А.В. Иванова, аспирант;
В.А. Кирпичёв, д.т.н., профессор; Д.В. Иванов, к.т.н., ассистент
Самарский государственный аэрокосмический университет
им. ак. С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
E-mail: sopromat@ssau.ru

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ПРЕДЕЛ ВЫНОСЛИВОСТИ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЁННЫХ ОБРАЗЦОВ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

С целью проверки возможности использования критерия среднеинтегральных остаточных напряжений $\overline{\sigma}_{ост}$ [1] для случая упрочнённых деталей из алюминиевых сплавов были проведены эксперименты на образцах с надрезами из материалов В95 и Д16Т. Гладкие образцы диаметром 15 мм с отверстием 5 мм подвергались пневмодробеструйной обработке. Затем на гладкие образцы наносились круговые надрезы полукруглого профиля двух радиусов $R = 0{,}3$ мм и $R = 0{,}5$ мм.

Остаточные напряжения в гладких образцах определялись экспериментально, а в образцах с надрезом – суммированием дополнительных напряжений, возникающих при нанесении надрезов на упрочнённую поверхность, и остаточных напряжений гладких образцов.

Испытания образцов на усталость при чистом изгибе в случае симметричного цикла проводились на машинах МУИ-6000, база испытаний – 10^7 циклов нагружения.

Результаты испытаний показали, что для упрочнённых образцов с надрезом из алюминиевых сплавов В95 и Д16Т значение коэффициента влияния упрочнения на предел выносливости $\overline{\psi}_{\sigma}$ при изгибе в случае симметричного цикла составляет в среднем 0,373, что практически совпадает со значением $\overline{\psi}_{\sigma}$ для образцов и деталей из сталей и сплавов на основе никеля с такой же концентрацией напряжений [2].

Таким образом, проведённое исследование показывает, что критерий среднеинтегральных остаточных напряжений $\overline{\sigma}_{ост}$ может быть использован для прогнозирования приращения предела выносливости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений из алюминиевых сплавов В95 и Д16Т.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).

1. **Павлов В.Ф.** О связи остаточных напряжений и предела выносливости при изгибе в условиях концентрации напряжений // Известия вузов. Машиностроение. – 1986. –№8. – С. 29-32.
2. **Павлов В.Ф.**, Кирпичёв В.А., Иванов В.Б. Остаточные напряжения и сопротивление усталости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2008. – 64 с.

UDC 621.771.014

D.A. Issagulova, doctoral candidate, PhD;
Zh.A. Ashkeyev, candidate of technical science, associated professor;
N.B. Aitkenov, senior teacher
Karaganda State Technical University
E-mail: isagulova_diana@mail.ru

EFFICIENT METHOD OF MANUFACTURING RODS, PROFILES AND WIRES

In manufacturing rods, wires and other solid profiles by means of drawing, there are mainly used as primary blanks rolled wires and bundles which are made on merchant mills or on drawing mills. In this article there is suggested an efficient method combining the process of continuous steel casting with the process of drawing through the holes of the portage, the principally possible scheme of which is shown in Figure 1.

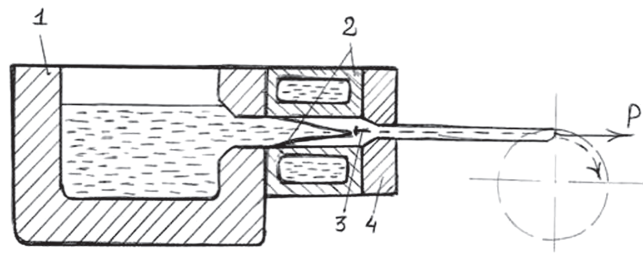


Figure 1 Principally possible scheme of rods, wires and solid profiles manufacturing when combining steel continuous casting with the process of drawing

The suggested variant of the unit consists of the following main parts and works as follows: liquid metal from the steel-casting ladle is fed to the intermediate metal receiver 1, in whose lower part there is a hole, where the flowing out metal goes to the water-cooled crystallizer 2. In the crystallizer the metal solidifies together with the placed there priming powder 3, which is connected with the drawing mechanism. The drawing mechanism can be either a carriage in rods manufacturing or a drum in manufacturing wire. Besides, the priming powder size must be less than the portage hole or matrix 4. One of the main conditions of this method realizing is the equality of casting speed $v_{раз.}$, metal solidifying $v_{зат..}$, and the drawing mechanism speed $v_{выт.}$ or $v_{раз.} \geq v_{зат} \geq v_{выт.}$. When breaking this condition, there is possible the strip rupture due to the metal lack at the stage of the strip drawing. That's why the main task in designing and developing the process of combining casting and drawing is determining the speed of solidifying $v_{зат}$, which depends on the functional dependence of the metal cooling temperature T on time t, i.e. $T=\psi(t)$. The speed of casting and drawing match with the speed of solidifying $v_{зат}$. This method suggests no to use the secondary cooling zone due to the quick cooling of the obtained metal products of small sections.

УДК 539.319

О.В. Каранаева, к.т.н., доцент;
Ю.Н. Сургутанова, к.т.н., доцент; Н.А. Сургутанов, студент
Самарский государственный аэрокосмический университет
им. ак. С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)
E-mail: sopromat@ssau.ru

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ОБРАЗЦАХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ

В работе [1] показано, что под действием переменных напряжений, изменяющихся по симметричному циклу, в деталях, первоначально свободных от остаточных напряжений, формируются сжимающие остаточные напряжения. Для прогнозирования предела выносливости таких деталей в исследовании [1] использовался критерий среднеинтегральных остаточных напряжений $\overline{\sigma}_{ост}$, вычисляемый по толщине y поверхностного слоя опасного сечения детали, равной критической глубине $t_{кр}$ нераспространяющейся трещины усталости.

В настоящем исследовании образцы с V-образными надрезами из сталей 45, 12Х18Н10Т и 30ХГСА подвергались воздействию переменных напряжений при чистом изгибе с вращением в случае симметричного цикла при различном значении коэффициента перегрузки k_V, определяемого по формуле $k_V = \sigma_V / \sigma_{-1}$, где σ_V – наибольшее напряжение, действующее в образцах при данном коэффициенте перегрузки k_V, σ_{-1} – предел выносливости образцов ($k_V = 1$).

Установлено, что с повышением коэффициента k_V от 0,7 до 1,0 осевые остаточные напряжения увеличиваются, причём увеличивается и полнота их распределения по толщине поверхностного слоя, равной $t_{кр}$. При $k_V = 1$ полнота наведённых по глубине $t_{кр}$ сжимающих остаточных напряжений наибольшая, а при $k_V > 1$ она уменьшается. В работе [1] было показано, что как для гладких деталей, так и для деталей с концентраторами напряжений наблюдается максимальное значение критерия $\overline{\sigma}_{ост}$ в случае, когда при симметричном цикле коэффициент перегрузки k_V равен 1,0.

Проведённые расчёты показали, что прогнозируемые значения пределов выносливости образцов с надрезами V-образного профиля незначительно (до 5%) различаются с экспериментальными.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).

1. **Бордаков С.А.**, Сургутанова Ю.Н. Формирование остаточных напряжений в поверхностном слое неупрочнённых деталей под действием циклических нагрузок. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2010. – 127 с.

УДК 621.787: 539.319

О.В. Каранаева, к.т.н., доцент;
В.Ф. Павлов, д.т.н., профессор; А.А. Семёнов, студент
Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)
E-mail: sopromat@ssau.ru

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И СОПРОТИВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЁННЫХ ТРУБОК МАЛОГО ДИАМЕТРА ИЗ СТАЛИ Х18Н10Т

Исследовались трубки из стали Х18Н10Т с наружным 4,7 мм и внутренним 3,3 мм диаметрами. Упрочнение трубок проводилось на пневмодробеструйной установке при давлении воздуха P = 0,03; 0,06; 0,09; 0,12 МПа дробью диаметром 0,8 мм в течение τ = 7 мин. Остаточные напряжения в упрочнённых трубках определялись методом удаления слоёв материала с половины поверхности цилиндрической детали. Эпюры осевых σ_z остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя a приведены на рис. 1. Из приведённых эпюр видно, что с увеличением давления уровень и глубина залегания сжимающих остаточных напряжений возрастают. Однако при давлении воздуха выше P = 0,09 МПа происходит падение остаточных напряжений к поверхности.

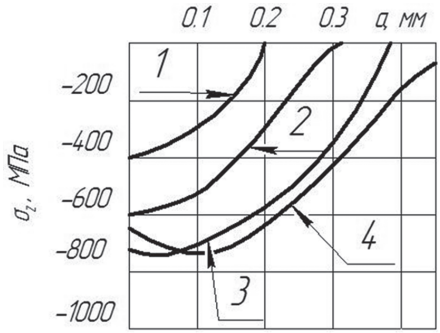


Рис. 1 Осевые σ_z остаточные напряжения в трубках из стали Х18Н10Т после упрочнения дробью при давлении P: 1 – 0,03 МПа; 2 – 0,06 МПа; 3 – 0,09 МПа; 4 – 0,12 МПа

Испытания на усталость по определению предела выносливости σ_{-1} неупрочнённых и упрочнённых трубок с ниппельно-сварным соединением проводились при симметричном цикле в случае изгиба в одной плоскости методом ступенчатого изменения нагрузки (метод «вверх-вниз»); база испытаний – $3 \cdot 10^6$ циклов нагружения. Испытания показали, что предел выносливости неупрочнённого соединения σ_{-1} = 120 МПа весьма низок (предел выносливости материала Х18Н10Т σ_{-1} = 340 МПа), т.е. ниппельно-сварные соединения являются весьма резкими концентраторами напряжений. Наибольший предел выносливости обработанного дробью соединения σ_{-1} = 150,5 МПа наблюдался в случае упрочнения при давлении воздуха 0,09 МПа, что согласуется с характером распределения остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя (рис. 1). Долговечность упрочнённых соединений возросла в 2-8 раз.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).

УДК 620.187

Г.С. Кириченко, студентка; С.В. Манжеліївський, ст.викладач
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-maii: maluwtopol@mail.ru

ЗМІНИ В СТРУКТУРІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ДІЄЮ РАДІАЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Упродовж останніх років проблема збереження високого рівня механічних властивостей матеріалів, що використовуються в супутниках, атомних реакторах, термоядерних установках є одною з головних в радіаційному матеріалознавстві. В наслідок опромінення в конструкційних матеріалах виникають радіаційні точкові дефекти та їх скупчення, які й призводять до зміни структурно-фазового стану матеріалу.

У залежності від умов радіаційного впливу й природи опромінюваного матеріалу зміна його стану призводить до зміни фізичних і фізико-механічних властивостей (зміцнення, окрихчування, прискорення повзучості), до формозміни в наслідок розпухання та радіаційного росту (зміна лінійних розмірів), до виникнення в матеріалах наведеної активності та накопичення внутрішньої енергії.

Метою даної роботи є огляд літератури для аналізу основних теоретичних підходів до вивчення проблеми дефектоутворення під впливом радіаційного випромінювання. Основні складнощі теоретичного опису пов'язані з тим, що окрім ґраткових механізмів дефектоутворення, які самі по собі є досип, складними, важливу роль при вивченні процесів розпухання відіграє і чисто ядерний механізм -через генерацію різноманітних атомів в наслідок ядерних реакцій всередині матеріалу, зокрема – виділенням гелію, який є практично нерозчинним в металах і сплавах і може накопичуватися в порах, що призводить до ініціювання поверхневого окрихчування на кордонах окремих зерен матеріалу та зміни механічних властивостей. Для складних сполук та систем із домішками на процеси дефектоутворення суттєвий вплив мають також ліквацийні процеси пов'язані із термодинамічними механізмами встановлення локальної рівноваги в багатокомпонентній суміші.

УДК 669.715.018:621.745

А.О. Купчинська, аспірант; О.С. Силкін, студент;
В.З. Куцова, д.т.н. проф.; О.А. Носко, к.т.н., доцент
Національна металургійна академія України
E-mail: root@lks.dp.ua

ВПЛИВ ТЕРМОЦИКЛЮВАННЯ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ЗАЕВТЕКТИЧНОГО СИЛУМІНУ ТИПУ АК18, ЛЕГОВАННОГО КОМПЛЕКСОМ B-Sn ПІСЛЯ ГІДРОЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ОБРОБКИ

Силуміни – це найбільш широко розповсюджені в машинобудуванні, літакобудуванні та космічній промисловості ливарні сплави на основі алюмінію. Вони мають сприятливе поєднання механічних, технологічних і експлуатаційних властивостей. Але зростаючі навантаження при експлуатації деталей конструкцій вимагають поліпшення якості виробів за рахунок поліпшення структури і властивостей сплавів. Структура і властивості силумінів можуть бути істотно поліпшені за рахунок мікролегування (модифікування), різних фізичних способів впливу на розплав та термічної обробки.

В даній роботі представлені результати досліджень структури і властивостей сплаву АК18, легованого B та Sn, який піддали гідроциркуляційній обробці в рідкому стані та термоциклованню в твердому стані. Гідроциркуляційну обробку (ГЦО) проводили з регулюванням часу обробки і швидкості кристалізації сплаву. Термоциклювання проводили в пять циклів в інтервалі температур 475-485^{0}С.

Методи дослідження та апаратура – експериментальне дослідження з використанням оптичного мікроскопу «Neophot-21», лабораторної печі СШОЛ-12,6/12-М3, шліфувально-полірувального станка типу ПШС-2 та типу Metasinex, мікротвердоміра типу ПМТ-3. Хімічний склад сплавів визначали спектральним аналізом на обладнанні ARL-2400.

Проведені дослідження кількісного співвідношення первиних кристалів β-Si твердого розчину і евтектики α-Al-β-Si та виміряні лінейні розміри первичних кристалів β-Si твердого розчину і евтектики α-Al-β-Si в сплаві АК18(B-Sn) після ГЦО та після подальшого термоциклювання. Встановлено, що в результаті термоциклічної обробки розміри первинного кремнію зменшуються в середньому на 20%, а розміри евтектичного кремнію і міжевтектична відстань зменшуються вдвічі.

Мікротвердість первиних кристалів β-Si внаслідок термоциклювання зростає на 10-20%, евтектики – майже у три рази.

Внаслідок поєднання гідроциркуляційної обробки розплаву і темоциклювання в твердому стані істотно підвищується комплекс механічних властивостей, а саме, твердість та межа міцності зростають в 1,5 – 2 рази в залежності від режимів попередньої гідроциркуляційної обробки.

УДК 621.74.04:669.112.22
E.E. Lyvdar, student; Yu.Yu. Zhiguts, Ph.D. (End.), associate professor
Uzhgorod National Unsversity
E-mail: yuzhiguts@gmail.com

WHITE SPECIAL TERMITE CAST IRONS

The important problem for modern production is not only making up new materials and improving the properties of traditional ones but also supplying of the production with spare parts and tools of non-common applying, the need of selfproviding of those appears at small enterprises and in the shops where required base is absent. Deep studying of the question makes it possible to consider that the problems mentioned above can be solved successfully when using as machine-building alloys the materials got by the process of burning of exothermic powder mixtures. That is why the synthesis of materials on the basis of metallothermic processes as well as the investigation of the influence of new technological methods of getting metal on microstructure, chemical composition, mechanical properties of manufactured castings got great practical importance.

Metallothermic reactions further and further become of great appliance in science and technology. Under the lack of energetic and raw basis, of special melting and cast equipment such technological processes of creating the materials become economically expedient, and their usage in already existed methods of casting production e. g. in technique of producing steel and cast iron castings with termite addition greatly rises the efficiency of production.

Creating of the alloys on the basis of combined (metallothermic+SHS) processes allows getting materials with new technological properties the study of which has both scientific and practical importance. While organizing the process of synthesis of steels and cast irons classic [1] termite reactions based on oxidation of aluminum and renovation of iron are used.

The task was to work up the method of calculating of burden composition on the basis of stechiometric relationship of reaction components with the introduction of suitable coefficients taking into account the component activity and the coefficients of its adoption by metal.

The method allows to establish the composition of metallothermic burdens and to calculate adiabatic temperature of its combustion. The main condition of the process is the necessity to have real temperature of burden combustion higher then the temperature of slag melting [2] (for Al_2O_3 2400 K).

The main structure components in termite cast irons that influence greatly the wear resistance are the carbides. First of all these are cementite and more wear resistanceable carbides Cr, W, Mo, Ti and others.

Wear resistance of synthesized cast irons under abrasive wear resistance depends on microhardness, form, replacement and quantity of structural components.

1. **Zhiguts Yu.** Specialna termitova liatina. Vyrobne inzinierstvo. Kosice. 2007. r. 6. N 2, s. 45-48.
2. **Zhiguts Yu.**, Kurytnik I. Special thermite cast irons. Archives of foundry engineering. Polish Academy of Sciences. 2008. N 2. Vol. 8. P. 162-166.

УДК 533.924:539.23

А.Л. Лорент, аспирант; А.С. Долгов, к.ф.-м. н., доцент
Национальный Аэрокосмический Университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: alchi_ant@ukr.net

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ

Геометрические особенности образца и пространственные неоднородности потока осложняют общую картину осаждения, ставя под сомнение возможность обеспечения степени однородности осаждения приемлемого уровня. В данной работе рассматривается роль широко распространенных геометрических особенностей детали и потока частиц на эффективность осаждения, и даются соответствующие рекомендации. На основе принятой аппроксимированной схемы с отрицательной кривизной определено выражение, описывающее осаждение на поверхность при постоянной частоте вращения элемента поверхности.

Приведены значения степени осаждения для различных вариантов кривизны (отсутствие вогнутости рельефа, щелевидный рельеф поверхности и др.), которые показывают зависимость эффективности осаждения частиц на поверхность от особенностей профиля. Изучается роль расходимости потока частиц, что обычно свойственно общей картине осаждения, и выявлено компенсирующее влияние этого фактора на неоднородность осаждения на участок отрицательной кривизны.

Выполненные построения определяют возможности прогнозирования степени однородности покрытия при плазменном нанесении вещества на поверхность для объектов и деталей, геометрия поверхности которых существенно отличается от простейших схем. Проведенные расчеты показывают, что в области умеренных искажений поверхности ожидаемое уменьшение степени осаждения характеризуется умеренными величинами – не более чем в несколько раз. Варьирование толщины покрытия в таких масштабах в некоторых случаях может быть приемлемо. С другой стороны, обнаруживается значительная неоднородность степени осаждения в пределах геометрической неоднородности. Для щелевидных неоднородностей поверхности наблюдается катастрофическое опустошение при относительно быстром увеличении степени покрытия. Выявлено, также, что сильная зависимость вероятности осаждения от угла бомбардировки поверхности приводит к снижению общего уровня осаждения для разных форм, включая внешне почти противоположные.

УДК 621.791.72
Д.А. Лукашенко, м. н.с.; В.Д. Шелягин, к.т.н., вед.н.с.; В.Ю. Хаскин, к.т.н., ст.н.с.;
А.Г. Лукашенко, к.т.н., ст.н.с.; А.В. Сиора, м.н.с.; А.В. Бернацкий, м.н.с.
Институт электросварки им.Е.О. Патона НАН Украины
E-mail: bav69@yandex.ru

СВАРКА ТОНКОЛИСТОВОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ВОЛОКОННЫМ ЛАЗЕРОМ

Сварка тонкого (толщина δ=0,1...0,2 мм) металлического листа встык применяется разработчиками и изготовителями в ракетостроении и медицине, энергетике, химической, электронной и во многих других отраслях промышленности. В настоящее время для выполнения этой операции чаще всего используют микро-ТИГ, микроплазменную, электронно-лучевую или лазерную сварку.

Размеры и форма шва в значительной степени предопределяют его стойкость против возникновения кристаллизационных трещин, плавность перехода от основного металла к металлу шва, вероятность образования подрезов, непроваров, наплывов и других дефектов, а также экономичность процесса. Форма шва зависит от режима, способа сварки и положения сварного соединения в пространстве.

В последнее время за рубежом технология лазерной сварки стыковых соединений из нержавеющих сталей малых толщин, находит все более широкое применение при изготовлении ответственных сварных конструкций во многих отраслях промышленности, вытесняя, таким образом, названные конкурирующие технологии. По сравнению с вышеупомянутыми процессами, она имеет существенные преимущества, основные из которых: отсутствие необходимости в применении сложных вакуумных камер; обеспечение малые размеры ЗТВ и минимальных остаточных термических деформаций.

В то же время стоит отметить, что в отечественных изданиях количество публикаций, посвященных оценке свойств сварных стыковых соединений из нержавеющих сталей малых толщин, выполненных лазерной сваркой, невелико. Поэтому, на сегодняшний день, актуальной задачей является определение оптимальных термических циклов процесса лазерной сварки нержавеющих сталей малых толщин и их влияния на структуру и свойства швов и ЗТВ, а также исследование зависимости тепловложения и качества сварных соединений от состава защитной среды.

В работе исследовано влияние технологических параметров сварки стыковых соединений волоконным лазером на геометрические и механические характеристики швов с учётом требований изготовления прямошовных сварных труб из нержавеющей стали. Проведенные эксперименты показали, что соответствующие техническим требованиям соединения были получены в защитной среде гелия при мощности лазерного излучения 50...65 Вт и скорости сварки до 10 мм/с. Корень шва при этом защищали аргоном. Благодаря проведенным исследованиям разработана методика определения технологических параметров сварочного процесса, обеспечивающих заданную прочность шва с точки зрения максимальной эффективности процесса сварки, проводимой в условиях серийного производства.

УДК 621.762

К.О. Мусіна, студентка; І.Ю. Кошелева, с.н.с.; Л.Ф. Силка, с.н.с.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail:Cat_alex007@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В ОКСИДНИХ ПЛІВКАХ НА ПОВЕРХНІ АЛЮМІНІЄВИХ ПОРОШКІВ

Розвиток науки і техніки пред'являє все більш високі вимоги до міцності і надійності елементів конструкцій летальних апаратів. В останні роки основним шляхом кардинального поліпшення фізико-механічних алюмінієвих сплавів є створення матеріалів на основі швидкоохолоджених порошків. При диспергуванні рідкого металу на поверхні частинок алюмінієвого порошку утворюється шар оксидів і гідрооксидів. Стан поверхні порошку впливає на експлуатаційні властивості матеріалу. Важливими етапами технологічного процесу переробки порошків у вироби є сушка і спікання.

Об'єктом дослідження були алюмінієві порошки сплаву АД33, одержані диспергуванням розплаву водою високого тиску. Порошок, що поступає на сушку має вогкість від 10 до 30 %. Весь час, поки на поверхні порошку знаходиться шар води певної товщини, протікає процес окислення з виділенням тепла. Зменшення вогкості до певної межі приводить до підвищення температури шару порошку через падіння інтенсивності випаровування, що прискорює реакцію окислення. Обов'язковими складовими процесу сушки повинне бути примусове зниження температури порошку в процесі сушки залежно від вогкості, активне перемішування і видалення пари, що виділяється.

Режим спікання водорозпорошених порошків служить в основному для дегазації поверхні порошку, а не ущільнення пресувань. При нагріві можливе протікання двох конкуруючих процесів, а саме, випаровування молекул води із зовнішнього шару або хімосорбція молекул води внутрішніх шарів. При малих швидкостях нагрівання створюються сприятливіші умови для переважного видалення пари води, що приводить до зменшення кількості оксиду, що додатково утворився. Нарощування товщини оксидної плівки протікає за рахунок шарів адсорбованої води в інтервалі температур від 100 до 500 ^{0}C. При температурі близько 400 ^{0}C починаються процеси доокислення поверхні киснем повітря. Швидкість окислення закономірно падає із збільшенням швидкості нагріву. При температурах більше 440 ^{0}C відбувається видалення води кристалізації, маса якої росте із швидкістю нагріву. При гарячій деформації сплаву необхідно враховувати, те, що при температурах вище 440 ^{0}C спостерігається викид води кристалізації. В процесі гарячої деформації заготівки температура матеріалу може підійматися на (40–80) ^{0}C, і виділення пари води може приводити до спучування, розшаруванню виробу і, як наслідок, до непоправного браку.

Результати дослідження дозволили оптимізувати параметри режиму спікання порошкового сплаву АД33. Спікання скомпактованих брикетів необхідно проводити при нагріванні з швидкостями < 2 К/хв на температуру від 400до 420 ^{0}C.

УДК 621

И.В. Омельченко, магистр; В.А. Держук к.т.н., доцент
Национальный технический университет Украины «КПИ»
E-mail: omelchenkoiv@mail.ru

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СУХОГО РЕЗАНИЯ

За последние годы ужесточаются экологические требования к применению различных СОЖ, и уделяется все большее внимание экологически безвредным технологиям производства изделий. Решение проблемы экологически безвредных технологий обработки осуществляется по ряду направлений, одним из которых является исключение подачи СОЖ, при котором изучается электрические явления непосредственно в процессе сухого резания.

Процесс резания металлов, равно как и трение контактирующих поверхностей деталей машин, сопровождается рядом широко известных физических явлений, которые приводят к износу пар трения. Износ происходит, как правило, при контакте двух разнородных металлов и сопровождается выделением значительного количества тепла в результате пластической деформации и трения. Дополнительно к этому процесс трения и резания, как частного случая трения, усложнен дискретным характером фрикционного контакта, сложными физико-химическими процессами окисления, диффузии, адсорбции и др., образованием промежуточных пленок. Под действием выше перечисленных факторов возникают условия для появления электрических токов.

В условиях современного автоматизированного производства электрический контакт инструмент – деталь может стать источником информации об износе режущего инструмента и других параметрах процесса резания.

При исследовании были рассмотрены существующие гипотезы о природе электромеханических явлений при трении и резании металлов. Их источники, такие, как термоэлектронная эмиссия – «испарение» электронов из поверхности нагретого металла, экзоэлектронная эмиссия – низкотемпературная эмиссия электронов в результате деформационного возбуждения металла, и три известны взаимосвязанные эффекты: термоэлектрический эффект Зеебека и электротермические эффекты Пельтье и Томсона. В результате контакта двух разнородных металлов возникает контактная разница потенциалов, значение которой определяется разницей работ выхода электрона двух металлов. Эффект Пельтье заключается в дополнительном выделении и поглощении тепла в спаях разнородных проводников при протекании электрического тока, эффект Томсона – в оборотности выделения тепла в однородном проводнике, по которому течет ток, при одновременном наличии градиента температуры. Кроме термоэлектрических, следует учитывать электрохимические процессы в фрикционной системе.

Целью проведения исследований является поиск путей повышения производительности, стойкости инструмента и качества обрабатываемой поверхности при изучении электромеханических явлений в контакте инструмент – деталь.

УДК 621.793

Е.В. Омельченко, аспирантка
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: astra82@mail.ru

ПРИВЕДЕННЫЕ ПРЕДЕЛЫ ПРОЧНОСТИ КВАЗИОДНОРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ТРУБЧАТЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ И ОБШИВКАМИ

В предыдущих работах были получены приведенные физико-механические характеристики (ФМХ), и пределы прочности трубчатых заполнителей для композитных трехслойных панелей.

Для получения этих характеристик использован принцип равенства относительных деформаций растяжения-сжатия и сдвига трубчатого элемента и одинакового с ним по объему сплошного элемента по аналогии с идентичным подходом, реализованным ранее для сотового заполнителя трехслойных панелей.

Эти ФМХ позволяют производить расчет и проектирование панельных и оболочечных конструкций по модели сэндвичей, состоящих из несущих обшивок и заполнителя.

Однако в ряде случаев представляется целесообразным рассматривать трубчатую конструкцию композитной трехслойной панели как квазисплошной ортотропный композиционный материал (КМ), в котором трубки и обшивки «размазаны» по всему объему.

В докладе изложена методика определения пределов прочности такого приведенного КМ при осевых нагрузках растяжения-сжатия и сдвиге.

Принято, что квазиоднородный ортотропный КМ деформируется линейно вплоть до разрушения, что позволило распространить идею о равенстве относительных осевых и сдвиговых деформаций в сплошном и трубчатом типовом элементе с присоединенной к нему обшивкой на их предельные деформации.

Предложенная методика позволила синтезировать приведенные пределы прочности трубчатого заполнителя (ТЗ) при растяжении и сжатии, а также сдвиге в направлении осей X, Y, Z: $\sigma^{+(-)}_{в_{приведX}}$, $\sigma^{+(-)}_{в_{приведY}}$, $\sigma^{+(-)}_{в_{приведZ}}$, $\tau_{в_{привед}XZ}$, $\tau_{в_{приведYZ}}$, $\tau_{в_{приведXY}}$.

Следует также отметить, что теоретически возможна потеря устойчивости трубчатого элемента и обшивки, в связи с чем, определяются приведенные пределы прочности с учетом потери устойчивости и без нее. Таким образом, пределы прочности при растяжении, сжатии и сдвиге в плоскостях YOZ, XOZ и XOY должны приниматься в соответствии с их минимальными значениями.

Окончательным этапом проверки точности данной методики является постановка эксперимента (изготовление образцов-свидетелей и проведение испытаний на сжатие, растяжение и сдвиг) и сопоставление его результатов с расчетными пределами прочности.

УДК 669.71

К.А. Перевязко, студентка[1]; К.В. Бечке, н.сотрудник [1];
Косоногов А.Г., нач. группы[2]
[1] Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[2]ГП «ПО «ЮМЗ» им. А.М. Макарова»
E-mail: ksyufa-ray@mail.ru

ВОДОРАСПЫЛЕННЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ПОРОШКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ

В антикоррозионной защите нуждаются самые различные металлические конструкции: морские и речные суда, гидротехнические сооружения, строительные конструкции, краны, детали гидро и пневмоаппаратуры, конструкции РКЛА и стартовых комплексов. Лакокрасочные покрытия обеспечивают защиту в течение 2-8 лет, химически стойкий лак с наполнителем из алюминиевой пудры – до 25 лет. Напыленные газоплазменным либо газопламенным способом покрытия из алюминия и его сплавов после покраски гарантируют защиту в течение 50-60 лет.

В зависимости от сферы применения напыленное алюминиевое покрытие должно иметь различный химический состав. Например, корпуса морских и речных судов наиболее целесообразно покрывать сплавом алюминия и кремния, детали машин – алюминия и цинка, а строительные конструкции наземных сооружений – практически чистым алюминием. Сверхбыстрая кристаллизация, имеющая место при диспергировании расплава водой высокого давления, позволяет варьировать химический состав алюминиевого сплава в более широких пределах, чем при равновесном охлаждении. Таким образом, имеется возможность подобрать тот состав покрытия, который в наибольшей мере соответствует условиям эксплуатации покрываемой поверхности.

Установлено, что для напыления покрытий плазменным и газопламенным способом оптимальным является порошок с гранулометрическим составом 40-60 мкм (допустимо 40-100 мкм). Для установления технологических режимов получения алюминиевого порошка с требуемым размером частиц исследовано влияние параметров распыления на его гранулометрический состав. Установлены температура расплава перед распылением и давление воды, при которых наибольшую долю порошка составляют фракции с указанным размером частиц. Цена получаемых распылением струи расплава водой порошков по результатам технико-экономического обоснования может составлять до 25-33 грн/кг при объеме производства от 1000 тонн в год и более, в то время как цена проволоки, также используемой для напыления покрытий – 140 грн/кг и более. Расход порошка по массе такой же, как и проволоки. В ходе исследований установлено, что водораспыленные порошки по сравнению с порошками, получаемыми методами размола и диспергирования газом, более безопасны в процессе производства, хранения и использования, а также могут храниться длительное время без потери технологических свойств. Таким образом, водораспыленные порошки алюминия и его сплавов имеют серьезные преимущества перед проволоками в качестве материала для напыления покрытий различного назначения.

Кроме материала для нанесения покрытий водораспыленные порошки могут применяться в качестве порообразователей при производстве ячеистых бетонов, для изготовления заготовок и деталей машин, особенно авиационной и ракетно-космической техники.

УДК 669.71

А.В. Русских, студентка; К.В. Бечке, н.сотрудник; О.В. Бондаренко, к.т.н, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: sashenka20-08@mail.ru

ВОДОРАСПЫЛЕННЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ПОРОШКИ-ПОРООБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

Первоначально водораспыленные порошки алюминия и его сплавов предназначались для изготовления деталей ракетно-космической и авиационной техники, бытовых предметов, то есть использования в качестве сырья для производства полуфабрикатов деформируемых алюминиевых сплавов и готовых пресс-изделий. В ходе проведенных исследований, было установлено, что водораспыленные алюминиевые порошки различного гранулометрического и химического состава являются эффективным порообразователем в производстве ячеистого бетона. В настоящее время ячеистый бетон является одним из наиболее перспективных материалов для жилищного строительства. Потребности Украины и наличествующие в ней производственные мощности составляют около 3 млн кубометров ячеистого бетона в год. Для производства такого количества ячеистого бетона необходимо от 3 до 6 тысяч тонн алюминиевого порошка, пудры или пасты, используемой в качестве порообразователя. Анализ потребности Украины в полуфабрикатах из деформируемых алюминиевых сплавах показывает, что количество порошка, необходимое для их изготовления, составляет небольшую часть от количества, необходимого при производстве ячеистых бетонов. Увеличение объемов производства порошков позволяет снизить отпускную цену на них.

Анализ порообразователей показывает следующее. Алюминиевая пудра весьма опасна в процессе изготовления и транспортировки, поэтому в производстве ячеистых бетонов она используется в виде пасты с содержанием воды до 10 % по массе. Недостатком пудр и паст является ограниченный диапазон продолжительности времени задержки реакции порообразователя с цементным раствором, в результате чего не всегда удается в достаточной мере перемешать компоненты и получить ячеистый бетон нужной плотности.

Водораспыленные алюминиевые порошки взрыво- и пожаробезопасны, могут транспортироваться в сухом виде и храниться длительное время. Реакционная способность длительно хранившегося порошка может быть восстановлена сушкой, технологические параметры которой определены в результате исследования. Введением некоторых недорогих и недефицитных добавок, например железа, можно повысить интенсивность взаимодействия порошка с цементным раствором. Установлена возможность регулирования времени задержки реакции, например путем изменения толщины оксидной или гидроксидной пленки, образующейся на поверхности порошка. Цена водораспыленных порошков алюминия и его сплавов на 15-20 % ниже цены алюминиевой пудры. Порошки, предназначенные для производства газобетонов, могут изготавливаться из вторичного алюминия.

УДК 519.168

В.В. Санин, студент гр. 449
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: guitarislife@yandex.ru

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Генетические Алгоритмы – адаптивные методы поиска, которые в последнее время часто используются для решения задач функциональной оптимизации. Они основаны на генетических процессах биологических организмов: биологические популяции развиваются в течении нескольких поколений, подчиняясь законам естественного отбора и по принципу «выживает наиболее приспособленный», открытому Чарльзом Дарвином. Подражая этому процессу генетические алгоритмы способны «развивать» решения реальных задач, если те соответствующим образом закодированы. «Приспособленность» в таком случае выражается приближенностью к целевой функции.

В данной работе эти методы используются для определения оптимальных углов укадки монослоев при проектировании композитных пакетов в условиях сложного нагруженного состояния исходя из выполнения условия устойчивости, которое и будет являться целевой функцией или «приспособленностью».

Преимуществом данных методов является получение результатов в виде нескольких удовлетворяющих целевую функцию вариантов и соответствующих им значений целевой функции, в результате чего проектировщик сможет сравнить их и выбрать наиболее подходящие из других соображений, например технологичности изготовления.

Сам алгоритм можно разделить на следующие стадии: создание начальной популяции, определение приспособленности индивидов, определение индивидов для скрещивания, кроссинговер, применение оператора мутации, определение нового поколения популяции. Эти стадии, за исключением создания начальной популяции, проводятся заданное количество раз, в результате чего каждое поколение становится все более «приспособленным».

УДК 621.762

М.С. Суганяка, студентка; Л.Ф. Силка, с.н.с.; І.Ю. Кошелева, с.н.с.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: marischk@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РОЗПИЛЮВАННЯ НА ШВИДКІСТЬ ОХОЛОДЖУВАННЯ І СТРУКТУРУ ШВИДКООХОЛОДЖЕНИХ АЛЮМІНІЄВИХ ПОРОШКІВ

Необхідність вдосконалення та подальшого розвитку ракетно-космічної техніки в Україні вимагає створення та використання нових матеріалів з високими та стабільними функціональними властивостями. Завдяки використанню надшвидкої кристалізації з'явилась можливість створення нового класу алюмінієвих матеріалів, додаткового легованих перехідними металами, з поліпшеними фізико-механічними властивостями.

Дослідження проводили на порошках сплаву АД33, які одержували шляхом диспергування розплаву водою високого тиску. Швидкість охолоджування частинок порошку оцінювали шляхом зіставлення мікроструктур частинок порошку з мікроструктурами, наведеними в літературі.

Мікроструктуру частинок порошку сплаву АД33 вивчали залежно від таких параметрів розпилювання, як температура розплаву перед розпилюванням і тиск води. Встановлено, що в об'ємі всіх частинок спостерігається дрібнозерниста структура. Частинки порошку мають форму, яка значно відрізняється від сферичної. В межах однієї такої частинки можуть бути присутнім комірки з розмірами від 0,1 до 1 мкм. Установлено, що тиск води істотно не впливає на формування структури частинок порошку. Залежно від температури розпилення спостерігаються три види структур: комірчаста структура з тонкими прошарками, дендритна і комірчаста структура з потовщеними прошарками. Відомо,що дендрити, які кристалізувалися при швидкостях охолоджування близько 10^6 К/с, не мають гілок високих порядків. При швидкості охолоджування > 10^6 К/с відбувається повне виродження дендритного росту.

Аналіз мікроструктури частинок порошку вказує на те, що в інтервалі температур від 720 до 880 ^{0}С швидкість охолоджування росте. В даному інтервалі спостерігається тенденція до формування частинок з дрібнодисперсною комірчастою структурою. При температурі вище 950 ^{0}С, судячи з наявності дендритів швидкість охолоджування падає, і її значення стає менше ніж 10^6 К/с. Потовщені межі комірок в частинках порошку, одержаного при температурі розпилювання вище 980 ^{0}С, свідчать про те, що швидкість охолоджування за даних умов розпилювання близька до 10^6 К/с, і в той же час нижча, ніж при температурі розпилювання 880 ^{0}С. Отже при температурах розпилювання, близьких до 880 ^{0}С, створюються найсприятливіші умови, які дозволяють досягти швидкостей кристалізації розплаву вище, ніж 10^6 К/с.

Для одержання порошкового сплаву АД33 з поліпшеним комплексом механічних властивостей розпилення розплаву необхідно проводити з температури 880 ^{0}С, при якій забезпечується формування дрібнодисперсної комірчастої структури.

УДК 621.762

Г.Е. Темиргалиева, студентка,
А.Ф. Санин, д.т.н., проф., С.А. Божко, к.т.н., вед.н.с.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, Украина
E-mail: sinter@ukr.net

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

В различных нейтральных, агрессивных жидкостях и газовых средах, в разнообразных климатических условиях, в космическом вакууме, в интервале температур от криогенных до 200...300^{0}С, без смазки, применяются коррозионностойкие аустенитные стали. Использование методов порошковой металлургии является одним из основных направлений получения материалов с предварительно заданными механическими характеристиками.

Как показали проведенные ранее исследования, высокие механические характеристики и, в том числе износостойкость, указанных материалов могут быть получены спеканием до нулевой пористости в присутствии жидкой фазы.

В работе представлены результаты исследований, направленных на получение ответной части для пары трения с триботехническими характеристиками, обеспечивающими предотвращение схватывания и задиры. Данная деталь представляет собой пористый каркас из нержавеющей стали, поры которого заполнены материалом с низким коэффициентом трения – фторопластом.

Определены гранулометрический состав порошков стали, режимы формования и жидкофазного спекания порошковых смесей стали и лигатуры, позволяющие формировать пористый каркас с использованием эффекта диффузионной пористости. Исследования показали, что процесс жидкофазного спекания порошковых тел на основе коррозионностойких сталей происходит в две стадии, сопровождается объемными изменениями и, соответственно, изменением физико-механических характеристик материалов. Наличие обогащенных никелевой лигатурой твердых растворов на контактных поверхностях частиц коррозионностойких сталей приводит к повышению прочностных характеристик матричного каркаса.

Проведены испытания структурно-гидравлических характеристик полученных материалов, определены коэффициент проницаемости и средний размер пор, который составил 40...50% по объёму.

С использованием результатов выполненных исследований получены пары трения с коэффициентом трения не более 0,02...0,03 для работы в агрессивных средах и широком диапазоне температур эксплуатации.

УДК 621.763: 621.74

Е.С. Титова, аспирантка[1]; Г.А. Бялик, к.т.н., доцент[2]
[1] Национальная металлургическая академия Украины
[2] Запорожский национальный технический университет
E-mail: etitl@land.ru

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ МЕДИ

Медь, благодаря уникальной электро- и теплопроводности, является незаменимым материалом, используемым в различных отраслях промышленности и техники, в том числе, в ракетостроении. В то же время увеличение прочностных характеристик меди позволит значительно расширить сферу применения этого материала, что является актуальным в условиях постоянного ужесточения требований к качеству медных изделий и растущего на них спроса.

Анализ состояния проблемы свидетельствует, что возможности традиционных средств упрочняющей обработки меди практически исчерпаны, а нанесение упрочняющих покрытий не всегда оправдано и сопряжено, прежде всего, с существенными дополнительными затратами по изготовлению соответствующей аппаратуры и подготовки поверхности. В тоже время, исходя из современных достижений мировой науки в сфере нанотехнологий, очевидна целесообразность опробования элементов наноразмерного диапазона (частиц, трубок) в качестве инициаторов изменения строения жидкофазного расплава, ведущего к структурным преобразованиям металла и повышению его прочностных характеристик.

Цель настоящей работы состояла в поиске эффективных наночастиц-модификаторов, обеспечивающих увеличение прочностных свойств меди при сохранении ее высокого уровня электропроводности.

Для достижения поставленной цели выполнены исследования по опробованию в качестве модификаторов наночастиц порошков тугоплавких соединений TiCN, SiC и B_4C, а также Cu и Al. В ходе выполнения работы использован электронографический анализ их морфологии; произведена оценка степени дисперсности микроструктуры и микротвердости литой меди с присадками наночастиц. Для определения степени усвоения наночастиц медным расплавом экспериментально, методом лежащей капли, определены значения краевого угла смачивания наномодифицированным медным расплавом корундовой подложки в атмосфере аргона.

Согласно полученным результатам ввод всех, без исключения, наночастиц привел к уменьшению краевого угла смачивания, при этом наилучший эффект, из числа опробованных, проявили наночастицы SiC и B_4C. Ввод в медный расплав последних и самые высокие, среди исследованных, показатели микротвердости медной матрицы, превышающие в 3-8 раз микротвердость меди, не подвергнутой обработке при одновременном 5–10-ти кратном измельчение ее микроструктуры позволяют рассматривать эти частицы карбидов кремния и бора, как перспективные наномодификаторы для медных расплавов. Полученные результаты будут учтены при совершенствовании комплексной технологии получения наномодифицированных сталемедных композитов.

УДК 621.002.3.001.37

А.Ю. Федоренко, студент гр. 440; В.В. Колесник, преп., кафедра 402
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
e-mail:d_fedor440@mail.ru

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ С МНОГОКОМПОНЕНТНЫМ ПОКРЫТИЕМ

В современном машиностроении для получения большого количества деталей затрачивается большое количество дорогостоящего режущего инструмента. Поэтому в целях экономии материальных ресурсов возникла потребность создания износостойких покрытий на режущий инструмент.

Ионно-плазменные технологии позволяют решить широкий спектр прочностных проблем. Температура плазмы более чем в 10 раз выше температуры испарения материалов, поэтому адгезия покрытия с материалом режущего инструмента возрастает. Метод осаждения материалов из плазменной фазы позволяет получить на поверхности обрабатываемой детали химические соединения, синтезированные в плазме, либо получать такие соединения непосредственно на поверхности детали. Широкие возможности регулирования параметров и химического состава плазмы позволяют решать многие задачи упрочнения поверхностей.

Известен режущий инструмент с износостойким ионно-плазменным покрытием TiN, содержащим один слой толщиной 3-8 мкм. На границе между основой инструмента и покрытием изменение физико-механических свойств носит ярко выраженный ступенчатый характер, что приводит к появлению на указанной границе высокого градиента напряжений, ведущего к снижению прочности сцепления покрытия с инструментальной основой и, как следствие, к снижению стойкости режущего инструмента при его эксплуатации.

Достижения современной ионно-плазменной технологии позволяют получать многокомпонентные покрытия, содержащие инструментальную основу из быстрорежущей стали и нанесенное на нее многокомпонентное износостойкое ионно-плазменное покрытие (TiAl)N или (TiCr)N. Данное многослойное покрытие приводит к более плавному снижению градиента напряжений между основой и покрытием, как следствие увеличение стойкости режущего инструмента при его эксплуатации.

Для получения многокомпонентных покрытий ведутся работы по разработке технологии процесса и проектированию установки.

УДК 539.4.014

А.А. Филиппов, аспирант; В.С. Вакулюк, к.т.н., доцент; А.Ч. Мамедов, студент
Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)
E-mail: sopromat@ssau.ru

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОТЯЖЁННОСТИ ЗОНЫ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛИ

В ряде случаев на практике упрочнению подлежат небольшие по протяжённости зоны детали, например, при обкатывании цилиндрических деталей диаметром d роликом или шариком без продольной подачи. Под малыми зонами понимаются такие упрочнённые участки детали, протяжённость $S_{упр}$ которых соизмерима с толщиной упрочнённого слоя δ. Изучение распределения остаточных напряжений в таких случаях представляет определённый интерес с точки зрения прогнозирования сопротивления усталости.

Расчёт остаточных напряжений проводился методом конечных элементов по изотропным первоначальным деформациям. Результаты расчёта (рис. 1) показывают, что с уменьшением длины упрочняемой зоны $S_{упр}$ при неизменной толщине упрочнённого слоя δ в средней части зоны происходит падение сжимающих осевых остаточных напряжений и переход их в растягивающие при $S_{упр} \approx 2\delta$. Образование растягивающих остаточных напряжений при упрочнении цилиндрических деталей роликом без продольной подачи наблюдалось также экспериментальным путём [1].

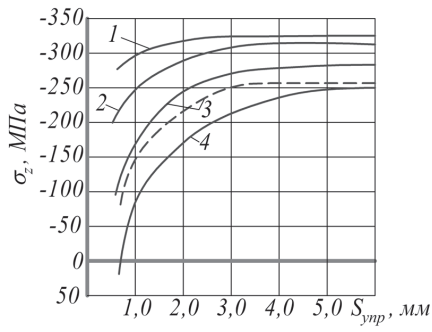


Рис. 1. Зависимость осевых σ_z остаточных напряжений от протяжённости упрочняемой зоны в среднем сечении детали (– – – – d = 5 мм, – – – – d = 3 мм), на расстоянии 0,025 мм от поверхности при толщине упрочнённого слоя: *1* – δ =0,05 мм; *2* – δ =0,1 мм; *3* – δ =0,2 мм; *4* – δ =0,35 мм

Таким образом, расчётным путём установлено возникновение растягивающих остаточных напряжений при упрочнении малых по протяжённости зон деталей.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).

1. **Белозёров В.В.**, Махатилова А.И., Туровский М.Л., Шифрин А.М. Остаточные макронапряжения при обкатывании без продольной подачи // Вестник машиностроения, 1986. – №10. – С. 59-61.

УДК 621.787: 539.319
А.В. Чирков, ассистент; В.А. Кирпичёв, д.т.н., профессор; А.А. Шкатов, студент
Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)
E-mail: sopromat@ssau.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УПРОЧНЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТАЛИ 20 НА ПРЕДЕЛ ВЫНОСЛИВОСТИ ПРИ ОПЕРЕЖАЮЩЕМ ПОВЕРХНОСТНОМ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

Приращение предела выносливости при изгибе в случае симметричного цикла $\Delta\sigma_{-1}$ упрочнённой детали с помощью критерия среднеинтегральных остаточных напряжений $\overline{\sigma}_{ост}$ определяется по формуле[1]:

$$\Delta\sigma_{-1} = \overline{\psi}_{\sigma} \cdot \left|\overline{\sigma}_{ост}\right| ,$$

где $\overline{\psi}_{\sigma}$ – коэффициент влияния остаточных напряжений на предел выносливости.

В исследовании образцы диаметром 10 мм из стали 20 подвергались пневмодробеструйной обработке (ПДО) дробью диаметром 1,5-2 мм при давлении воздуха 0,25 МПа в течение 10 минут, а также обкатке роликом (ОР) диаметром 60 мм и профильным радиусом 1,6 мм при усилии $P = 0{,}5$ кН и $P = 1{,}0$ кН с подачей 0,11 мм/об и скоростью вращения образца 400 об/мин. На упрочнённые и неупрочнённые гладкие образцы наносились круговые надрезы полукруглого профиля радиуса $R = 0{,}3$ мм. Остаточные напряжения в гладких образцах определялись экспериментально методом колец и полосок, а в образцах с надрезом – расчётным путём.

Испытания неупрочнённых и упрочнённых образцов с надрезами на усталость при чистом изгибе с вращением в случае симметричного цикла проводились на машинах МУИ-6000, база испытаний – $3 \cdot 10^6$ циклов нагружения. Результаты испытаний на усталость показали, что для упрочнённых образцов с надрезом из стали 20 значение коэффициента $\overline{\psi}_{\sigma}$ составляет в среднем 0,353, что практически совпадает со значением $\overline{\psi}_{\sigma} = 0{,}36$ для образцов и деталей из сталей других марок и сплавов на основе никеля с такой же концентрацией напряжений [1].

Таким образом, проведённое исследование показало, что критерий $\overline{\sigma}_{ост}$ может быть использован для прогнозирования приращения предела выносливости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений из стали 20.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).

1. **Павлов В.Ф.**, Кирпичёв В.А., Иванов В.Б. Остаточные напряжения и сопротивление усталости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2008. – 64 с.

УДК 621.787:539.319

А.В. Чирков, ассистент; А.С. Букатый, к.т.н., доцент; В.В. Лунин, студент
Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)
E-mail: sopromat@ssau.ru

ВЛИЯНИЕ ПНЕВМОДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРЕДЕЛ ВЫНОСЛИВОСТИ ГЛАДКИХ ПЛОСКИХ ОБРАЗОВ ИЗ СПЛАВА ЭИ698ВД

Исследовалось влияние режимов пневмодробеструйной обработки гладких плоских образцов из сплава ЭИ698ВД на остаточные напряжения и предел выносливости при изгибе. Образцы толщиной 3 мм для определения остаточных напряжений и испытаний на усталость подвергались упрочнению стеклянными и стальными шариками при различном давлении воздуха от 0,15 до 0,6 МПа.

Используя методику работы [1], были вычислены среднеинтегральные остаточные напряжения $\overline{\sigma}_{ост}$ по толщине поверхностного слоя образца, равной 0,065мм – критической глубине нераспространяющейся трещины усталости.

Ускоренные испытания на усталость при изгибе в случае симметричного цикла проводились на вибростенде, база испытаний – $2 \cdot 10^6$ циклов нагружения. Установлено, что упрочнение образцов стальными шариками приводит к большему увеличению предела выносливости по сравнению с упрочнением стеклянными шариками.

При упрочнении стальными шариками коэффициент влияния остаточных напряжений $\overline{\psi}_\sigma$ по критерию среднеинтегральных остаточных напряжений $\overline{\sigma}_{ост}$ составляет в среднем 0,492 и практически совпадает с значением $\overline{\psi}_\sigma$, вычисленным для случая гладкой детали, то есть без концентратора напряжений. Такое совпадение можно объяснить устойчивостью остаточных напряжений в образцах, упрочнённых стальными шариками.

При упрочнении стеклянными шариками коэффициент $\overline{\psi}_\sigma$ составляет в среднем 0,115, что в четыре раза меньше, чем при упрочнении стальными шариками. Значительно меньшее значение $\overline{\psi}_\sigma$ объясняется снижением сжимающих остаточных напряжений в процессе испытаний на усталость под действием переменных напряжений. Это снижение подтверждается результатами измерения микротвёрдости.

Таким образом, проведённое исследование показывает, что критерий среднеинтегральных остаточных напряжений $\overline{\sigma}_{ост}$ может быть использован для прогнозирования предела выносливости упрочнённых гладких деталей.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект 2.1.1/13944).

1. **Павлов В.Ф.**, Кирпичёв В.А., Иванов В.Б. Остаточные напряжения и сопротивление усталости упрочнённых деталей с концентраторами напряжений. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2008. – 64 с.

УДК 621.762

М.А. Шандрига, студентка; С.А. Божко, провідний науковий співробітник, к.т.н.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: sinter@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЕЙ ПРИ СТАРІННІ

Експлуатація рухомих з'єднань у космічному просторі має свою специфіку: за відсутністю мастильного середовища, водяної пари і кисню тертя контактуючих поверхонь супроводжується процесами схоплення і переносу атомів металів на спряжені поверхні, що спричиняє руйнування вузла тертя. Ці адгезійні явища підсилюються з одного боку, високими навантаженнями, а з іншого – інтенсивним розвитком пластичної деформації, яка виникає з ростом температури в зоні тертя. Для забезпечення надійної роботи компліментарних пар і вузлів тертя необхідно вирішувати комплексну задачу як створення нових антифрикційних матеріалів, так і дослідження та розробку способів забезпечення високих фізико-механічних та експлуатаційних властивостей матеріалу з якого виготовляється контртіло.

Для виготовлення контртіла було обрано високоміцні мартенситностаріючі сталі 03Х11Н10М2Т та 03Х10Н8К10М5ФТ, які знайшла широке використання у виробах ракетно-космічної техніки, завдяки високим фізико-механічним властивостям та підвищеній корозійної стійкості.

Зміцнення мартенситностаріючих сталей, яке відбувається при старінні, викликане виділенням дисперсних частинок інтерметаллідних фаз, природа і фазовий склад яких визначений недостатньо. Тому в роботі досліджували структуру фаз, що виділяються при старінні мартенситностаріючих сталей методами рентгенівської дифрактографії та електронної мікроскопії, на просвіт.

Встановлено, що розпад пересиченого твердого розчину сталей супроводжується зменшенням параметра решітки, подрібненням областей когерентного розсіяння, зростають спотворення у процесі старіння. Максимальній міцності відповідають максимальні мікровикривлення і мінімальний параметр решітки сталі;

З підвищенням температури старіння максимальна твердість фіксується за коротший проміжок часу, але її абсолютні значення стають нижче. Зростання твердості супроводжується пониженням параметра решітки сталей. Вищій твердості сталей відповідає більша зміна параметра решітки.

На стадії максимального зміцнення, в сталі 03Х11Н10М2Т виділяється метастабільна, сферична, г.ц.к. β – Ni_3Ti фаза з параметром а = 0,356 нм. Рівноважна, стрижньоподібна г.п.у. фаза η – Ni_3Ti (а = 0,511 нм, с = 0,882 нм) утворюється в перестареному стані після ізотермічної витримки більше 2 год. при 600 0С. Сталь 03Х10Н8К10М5ФТ зміцнюється при старінні г.п.у. R- фазою (а = 1,09 нм, с = 1,93 нм).

УДК 678.02

С.А. Щербина, вед. инж., А.Ф. Санин, д.т.н., профессор, А.Л. Демура ст. препод.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: svs12@ua.fm

ПОЛУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКИ

Жесткие требования по весовому критерию, которые выдвигаются к разработчикам космической и авиационной техники, обусловили использование новых материалов, к которым относятся полимерные композиционные материалы (ПКМ).

Современные методы изготовления изделий из полимерных композиционных материалов, которые базируются на конвекционном подводе тепла, не всегда обеспечивают высокие механические и функциональные свойства ПКМ. Вследствие низкой теплопроводности, большой инерционности процессов их отверждения может возникать неполная полимеризация, расслоение, растрескивание и разрушение внешних слоев изделий.

Целью работы является установление особенностей формирования структуры стеклопластиков с эпоксидной матрицей под воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) для получения изделий из них с высокими и стабильными эксплуатационными свойствами.

Для изготовления материала и проведения исследований было использовано связующее ЭДТ–10П и стеклоткань Т-11, в качестве замасливателя применяли парафиновую эмульсию. Отверждение образцов под воздействием ЭМП СВЧ осуществляли в печи с бегущей волной. Изменяя мощность электромагнитного поля, получали температуру 100…200 ^{0}С, процесс отверждения проводили на протяжении 10…60 минут. Степень отверждения оценивали измерением электросопротивления в процессе полимеризации.

Результаты анализа зависимостей электросопротивления от температуры и времени отверждения ЭДТ-10П под воздействием ЭМП СВЧ свидетельствуют о его резком увеличении в сравнении с конвекционным методом. Установлено, что нагрев связующего под воздействием СВЧ при температуре 130^{0}С в течение 14 минут обеспечивает максимальное значение электросопротивления, которое приблизительно в 11 раз имеет большее значение, чем при конвекционном методе при температуре 130^{0}С и времени нагрева 840 минут. При исследовании влияния ЭМП СВЧ на наполненное тканью Т-11 эпоксидное связующее определили, что электросопротивление образцов, отвержденных под воздействием ЭМП СВЧ, по сравнению с конвекционным методом, увеличилось приблизительно в 10 раз.

При обработке в СВЧ поле благодаря нагреву с середины в объеме полимера образуется большое число реакционно-способных центров, жестко закрепленных большим количеством сшивок и не имеющих возможности к взаимной ориентации.

Влияние ЭМП СВЧ на процесс отверждения термореактивных полимеров приводит к интенсификации процессов сшивания молекул, образования более упорядоченных структур с большим количеством поперечных сшивок в сравнении с отвержденными конвекционным методом, что, в свою очередь, способствует повышению физико-механических свойств материалов.

УДК 621.762 – 541.1

Я.А. Ясинович, студент, А.Ф. Леднянский, к.т.н.., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ПРИБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И МАССОВОЙ ДОЛИ «АКТИВНОГО» АЛЮМИНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОРОШКОВ

При изготовлении порохов, промышленных взрывчатых веществ, твердых топлив и газобетонов (для строительной индустрии) алюминий является реагентом окислительно-восстановительной реакции, полезным продуктом которой являются либо теплота либо газообразные продукты. Условием применимости конкретного порошка алюминия в том или ином случае является максимальная полнота протекания реакции за определенное, часто ограниченное время, например: время вытекания газовой струи от места образования до критического сечения сопла. Так как гетерогенные химические реакции протекают на границе раздела фаз, то есть на поверхности порошка, то, независимо от типа контроля, скорость протекания реакции определяется удельной поверхностью порошка $S_{уд}$ которая для сферических порошков обратно пропорциональна радиусу порошинки.

Порошки алюминия получают диспергированием струи расплавленного алюминия газом. За время кристаллизации капельки сфероидизируются. Поэтому $S_{уд}$ и возможность использования порошка для тех или иных целей определяют гранулометрическим составом порошка или отбором определенных фракций.

При распылении алюминия и (или) его сплавов водой реализуются условия, когда за время кристаллизации капелька металла не успевает принять форму сферы. Это очень важный момент, так как скорость охлаждения капли пропорциональна ее поверхности и при очень больших значениях $S_{уд}$ скорость охлаждения превышает 10^6 К/с. Однако этот эффект, то есть большие значения $S_{уд}$ может позволять использовать не только очень мелкие (< 10-20 мкм) фракции порошка алюминия, но и практически весь алюминиевый порошок. Кроме того, $S_{уд}$ определяется условиями получения порошков: давлением и температурой водяной струи, типом форсунки, температурой расплава перед распылением и т.д. Поэтому знание $S_{уд}$ и возможность ее оперативно определять является важной частью технологического процесса получения алюминиевого порошка для тех или иных целей.

Существующие методики не позволяют на одном и том же приборе определять $S_{уд}$ и массовую долю «активного» алюминия, т.к. $S_{уд}$ абсорбционными методам, а «активный» алюминий по объему выделившегося водорода при реакции взаимодействия алюминия с водой.

Предлагается методика определения $S_{уд}$ по максимальной скорости выделение водорода измерение же всего объема выделившегося водорода позволяет определять массовую долю «активного» алюминия, и тем самым определять толщину окисленного слоя, что является одним из важнейших параметров при техногологических процессах получения конструкционных материалов из алюминиевых порошков. Изготовлен прибор, оформляются материалы для получения патента.

23
Глобальные сценарии освоения Космоса

Координаторы:
Линник Анатолий Константинович,
доцент кафедры проектирования и конструкций ЛА ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара, кандидат технических наук, доцент
Лабуткина Татьяна Викторовна,
доцент кафедры систем автоматизированного управления ФТФ ДНУ имени Олеся Гончара, кандидат технических наук, доцент

УДК 629.713.4

С.В. Гордієнко, студентка, І.В. Максимчук, к.т.н., доцент
Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут»
E-mail: cease@yandex.ru

СЦЕНАРІЇ МАЙБУТНЬОГО ОСВОЄННЯ КОСМОСУ

Планета перетворилася на єдину економічну систему, пише М.М. Моїсеєв, керовану ринковими принципами транснаціональних корпорацій. Транснаціональний капітал являє собою єдину структуру, яка контролює 40% загальнопланетарного продукту і 90% вивезення капіталу. На цій економічній основі виник поділ на благополучний світ «золотого мільярда» і всіх інших.

В цих умовах планеті загрожуватимуть швидке вичерпування природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища і тривале зростання населення. Все це ставить світове співтовариство на межу глобальної катастрофи, до настання якої залишилося всього 30 – 40 років.

Які ж сценарії дозволяють уникнути цієї катастрофи?

Сценарій, запропонований Севіджем, у своїх основних рисах повторює добре відому програму освоєння космосу, яка була складена К.Е. Ціолковським близько сімдесяти років тому. Свого часу, як би заздалегідь відводячи звинувачення в схильності будувати утопічні проекти, Ціолковський писав: «Спочатку неминуче йдуть думка, фантазія, казка. За ними простує науковий розрахунок. І вже в кінці кінців виконання вінчає думка». Цінність утопії полягає в тому, що вона здатна підказувати нам можливі моделі розвитку подій в довгостроковій перспективі. Вона може служити також попередженням про тупікові напрямки еволюції.

Тому є сенс великій роботі, яку виконали дослідники. Тим більше, що деякі з цих сценаріїв містять чимало практичних ідей, які можуть знайти застосування: влштування океанських поселень за М. Севіджем, тросова транспортна система, орбітальні та місячні поселення, про які пише Г. Успенський. Заслуговують на серйозну увагу історико-геоекологічна методологія прогностики В. Зубакова, аналіз проблем морального вдосконалення людини С. Семенової.

З іншого боку, не можна не відзначити, що деякі прогнози засновані на довільних гіпотезах (гравітаційна матерія Г. Успенського, багатовимірність простору Ю. Фоміна). Ці гіпотези не мають прямих експериментальних підтверджень.

Об'єднує розглянуті сценарії також і те, що їх автори сходяться в ціні, яку вони згодні заплатити за перехід до благополучного майбутнього. Цією ціною виявляється жива людина, заради якої, власне, і намічаються радикальні перетворення. Г. Успенський готовий поставити людей під жорсткий біоелектронний контроль. В. Зубаков пропонує їм на вибір жалюгідну долю донорів для кіборгів або животіння в жорстких рамках тоталітарної екогейской цивілізації. А С. Семенова та Ю. Фомін пишуть про часи, коли місце Homo sapiens займуть в космосі істоти, позбавлені, здається, взагалі будь-яких людських рис. Але чи не втрачає тоді сенс спочатку поставлена задача – стратегія переходу до життєстійкого майбутнього людства?

УДК 629.78

Д.В. Морозов, начальник сектора; В.Ю. Юрьев, к.т.н., начальник отдела;
А.А. Нестеренко, к.т.н., заместитель руководителя департамента
Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный
космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева»
(ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)
E-mail: DVM2012@yandex.ru

КОНЦЕПЦИЯ МАРСИАНСКОГО ТРАНСПОРТНОГО КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В 2006-2010 гг. в ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» проводились исследования проблем и разработка предложений по сценариям освоения космического пространства; составу, назначению, этапам создания, основным характеристикам новой космической инфраструктуры, средств выведения и наземной инфраструктуры.

Предложением ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» является создание околоземного, лунного и марсианского пилотируемых комплексов с использованием унифицированных элементов при сохранении последовательности решения задач «от простого к сложному». При таком подходе принимаемые конструктивные и технологические решения, прошедшие тестирование в ходе их применения в околоземной и лунной пилотируемых программах, в дальнейшем внедряются в конструкцию пилотируемых комплексов для полетов к Марсу и другим планетам.

Данная работа посвящена одному из рассматриваемых вопросов – концепции марсианского транспортного космического комплекса (МТКК).

Марсианская исследовательская программа, очевидно, будет реализовываться в виде серии экспедиций с посадкой экипажа в различные районы поверхности Марса и с формированием там исследовательских баз. На основе анализа отечественных и зарубежных проектно-поисковых проработок по вопросам исследования планет Солнечной системы определено содержание основных этапов исследования и освоения Марса. Сформирована возможная программа полетов на Марс.

В состав МТКК входят марсианский грузовой корабль (МГК) и марсианский пилотируемый корабль (МПК). В работе представлен возможный технический облик МТКК, представлены схемы полета МГК и МПК, схемы сборки МГК и МПК на околоземной орбите; определены назначение, состав и предварительные характеристики элементов МТКК. На основе данных, полученных в результате предварительного проектно-баллистического анализа траекторий МГК и МПК на интервале дат старта 2035-2052 гг., выбраны значения характеристик траекторий перелета. Разработаны модели для определения массовых, геометрических, энергетических характеристик элементов МТКК. Также в работе представлены основные направления для проведения дальнейших исследований по определению характеристик МТКК.

УДК 629.783
Е.В. Мыслывец, А.А. Петров, студенты; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: olenamyslyvets@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ СЕТЕЙ СВЯЗИ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ, ВКЛЮЧАЮЩИХ В СЕБЯ НЕСКОЛЬКО РАЗНОВЫСОТНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СЕГМЕНТОВ

В настоящее время выдвигаются различные концепции спутниковых систем. В том числе рассматриваются проекты систем, в которые входят десятки и сотни космических аппаратов. Управление такими системами будет возможно только при наличии межспутнковых линий связи.

Кроме того, активно исследуются перспективы создания космических систем, в орбитальные группировки которых входят несколько подгруппировок (подсегментов) космических аппаратов. (Полагается, что подсегмент содержит группировку космических аппаратов, у которых проектные значения эксцентриситета, большой полуоси, наклонения, аргумента перигея одинаковы). Уже реализован ряд систем, в космическом сегменте которых можно выделить несколько подсегментов, чаще всего – два. Они применяются либо с целью оптимального обслуживания пользователей на выбранной территории, либо с целью расширения спектра возможностей систем спутниковой связи.

В настоящее время межспутниковые линии между космическими аппаратами реализуются преимущественно в системах, построенных на круговых полярных орбитах. Можно предположить, что усложнение систем, значительное увеличение числа космических аппаратов в системах и переход к многосегментным системам приведет к необходимости реализации и других концепций спутниковых сетей. Межспутниковых линий между космическими аппаратами могут быть не только в односегментных системах, построенных на круговых полярных орбитах. Вероятно, спутниковые сети связи будут создаваться и на основе систем, в которых наклонные и эллиптические орбиты, и на основе систем построенных на разновысотных орбитах.

В случае разновысотных многосегментных систем спутниковая сеть связи имеет несколько высотных уровней. Фактически, представляет собой несколько подсетей, расположенных на разных высотах. Для космического аппарата связь реализуется как с космическими аппаратами в подсети одного сним высотного уровня, так и с доступными для связи космическими аппаратами подсети другого высотного уровня. Иными словами, подсети разных высотных уровней также взаимосвязаны.

В работе исследован ряд проблем применения такого подхода к построению спутниковых сетей и его перспективы.

УДК 629.783
А.А. Петров, Е.В. Мыслывец, студенты; Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент, доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: artempetrov89@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ СЦЕНАРИЕВ ГЛОБАЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ КОСМОСА

Анализ глобальных сценариев освоения космоса включает в себя различные аспекты. Во-первых, это вопросы, связанные с расширением освоенной человеком области космического пространства. В том числе – с использованием современных технических средств исследования космоса с Земли, с использованием космических летательных аппаратов (и на околоземных орбитах, и в межпланетных полетах), а также собственно расширение области физического присутствия человека в космосе. Во-вторых, это вопросы разработки новейших концепций практического освоения космоса. В том числе – анализ перспектив создания принципиально новых образцов космической техники и технологий, используемых для решения практических задач, собственно появление новых практических задач космической отрасли. В-третьих, это прогноз и анализ последствий активного вторжения человечества в космос, прежде всего, в околоземное пространство.

В настоящее время анализ сценариев освоения космоса ведется разрозненно, фрагментарно, по каждой из перечисленных выше групп факторов независимо. Кроме того, при разработке новых технических решений и их реализации, при создании новых проектов не рассматривается их вклад в развитие общих сценариев освоения и эксплуатации космоса человечеством. Каждое предлагаемое концептуальное решение анализируется само по себе, зачастую – отдельно от того, что уже реализовано или создается одновременно. Рассматривается экономическая целесообразность каждого отдельного технического предложения, проводится его сравнение с другими в плане эффективности, но, очень часто, таким образом, как если бы создаваемый космический объект являлся единственным в космическом пространстве. Глубокий анализ различных предлагаемых концептуальных решений, возможность их «сосуществования», перспектив и сценариев совместного развития отсутствуют. Следует отметить, что анализ сценариев освоения космоса имеем смысл в том случае, если на их основе централизованно, на мировом уровне корректируются планы, разрабатываются новые стратегии по устранению возможных негативных последствий активного вторжения в космос или координируются совместные усилия для достижения большего положительного эффекта от реализации новых космических проектов и программ. Чтобы иметь возможность централизованного планирования и корректировки действий по освоению космического пространства необходима единая информационная база, включающая в себя как исходные данные для разработки и исследования различных сценариев, так и собственно сами сценарии (и фрагментарные, касающиеся лишь одного из аспектов освоения космоса, и комплексные, глобальные). В работе рассматриваются принципы построения такой базы данных, взаимосвязи между ее элементами.

Материалы студенческой научно-практической конференции «Авиация и космонавтика» для ВУЗов I и II уровня аккредитации

Криворожский колледж
Национального авиационного университета
19 апреля 2011 г.

Координаторы:
Андрусевич Анатолий Александрович,
кандидат технических наук, доцент
Кольчак Марина Николаевна,
методист

УДК 37.01

Т.П. Бабенко, викладач
Криворізький медичний коледж

МЕТОД ПРОЕКТІВ ТА МОЖЛИВОСТІ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ФОРМУВАННІ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ СТУДЕНТІВ

Парадигма сучасної української освіти передбачає реформування професійної освіти, в тому числі медичної. Проектні технології створюють нові можливості для запровадження в освітній контекст нових підходів навчання оскільки характеризуються високим ступенем самостійності, розвивають комунікативні здібності, формують не тільки глибокі теоретичні знання, а і практичні уміння і навички, професійно важливі якості майбутніх медичних працівників.

Враховуючи це, постає питання визначення рівня впровадження проектних технологій в освітній процес навчальних закладів II – III рівнів акредитації та їх ефективності. Робота проводилась серед студентів і викладачів медичного коледжу та включала в себе збір інформації засобами анкетування, бесіди, аналіз отриманих матеріалів, створення експериментальної групи студентів, розробку рекомендацій по застосуванню проектних технологій.

За результатами дослідження було встановлено, що незважаючи на підвищення рівня засвоєння теоретичних знань та набуття практичних умінь і навичок застосування проектної технології все ще поступається директивній системі в процесі навчання, що обумовлене неповною або несвоєчасною поінформованістю викладачів про специфіку застосування даного альтернативного підходу, а також існуючими ускладненнями з боку студентів: різний рівень знань, недостатня здатність до самостійного мислення, самоосвіти.

УДК 629.13.012.001.11

Ю.А. Бакалюк, студент;
Ю.П. Губаренко, ведущий специалист, руководитель СКБАКЭМ;
Днепропетровский колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета им.Олеся Гончара
E-mail: bakalujk@rambler.ru

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ

Основными задачами комплексов БПЛА являются – проведение разведки труднодоступных районов, в которых получение информации обычными средствами, включая авиаразведку, затруднено или же подвергает опасности здоровье, и даже жизнь людей. Помимо военного использования применение комплексов БПЛА открывает возможность оперативного и недорогого способа обследования труднодоступных участков местности, периодического наблюдения заданных районов, цифрового фотографирования для использования в геодезических работах и в случаях чрезвычайных ситуаций. Полученная бортовыми средствами мониторинга информация должна в режиме реального времени передаваться на пункт управления для обработки и принятия адекватных решений.

Бортовой комплекс обеспечивает: определение навигационных параметров, углов ориентации и параметров движения БПЛА (угловых скоростей и ускорений); навигацию и управление БПЛА при полете по заданной траектории; стабилизацию углов ориентации БПЛА в полете; выдачу в канал передачи телеметрической информации о навигационных параметрах, углах ориентации БПЛА.

В настоящее время БПЛА занимают видное место среди военной авиационной техники более чем в 40 государств. Известно, что в настоящее время разработано и производится более 300 типов моделей, из которых свыше 80 состоят на вооружении армий различных стран. Количество созданных и проектируемых аппаратов огромно и число производимых образцов постоянно увеличивается.

Проанализировав преймущества недосатки существующих аналогов, в работе предложены пути повышения времени нахождения в воздухе, усовершенствование характерных летних качеств, упрощение эксплуатационных требований, упрощение обслуживания, создание оптимальной конструкции разрабатываемого образца.

Особое внимание обращено на анализ конструкции двигательной установки, выбор типа по соответствующим параметрам с высокими показателями массово энергетических характеристиках.

Все предлагаемые варианты и новшества преследуют цель экономичности, надежного и стабильного управления и эксплуатации беспилотных летательных апаратов.

УДК 614.47

С.С. Борисов, студент; И.В Лазарев, преподаватель
Днепропетровский колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара

УТИЛИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Космическая свалка достигла критических размеров. Она начала саморазмножаться. Проблема техногенного засорения космоса требует немедленного решения.

Россия, США, Китай – те, кто больше выводит в космос, те больше и являются источником космического мусора. Индия, Бразилия, Европейское космическое агентство, Украина – те страны, которые в перспективе будут вести серьезную космическую деятельность, заинтересованы, чтобы космос был более чистым. Ошибаются те, кто думает, что космический мусор – проблема сегодняшнего дня. На самом деле человечество начало загрязнять космос, как только взялось его осваивать. Тем не менее тревогу ученые забили только в начале 80-х годов прошлого века, когда неожиданно выяснилось, что свободного места на орбите Земли практически не осталось и размещать новые спутники просто негде.

В условиях, когда под угрозой оказались не только космические корабли, но и коммерческие спутники разных стран, проблема утилизации космического мусора стала актуальной, как никогда. Тут-то и выяснилось, что необходимых для этого технологий у человечества нет. Сжигать отжившие свой век спутники лазером, собирать их с помощью специальных кораблей, сделать всю технику многоразовой – все это из области научной фантастики. На самом деле утилизировать старые космические аппараты можно только тремя способами: вывести их на специальную «орбиту захоронения», где они и останутся до скончания веков, в назидание потомкам; с помощью специальных двигателей придать им импульс, чтобы они ушли за пределы Солнечной системы; взорвать их на мелкие части, которые сгорят в атмосфере Земли.

Предлагаются самые различные пути решения: от дробления фрагментов с помощью лазеров, полива фрагментов водой, с тем, чтобы они быстрее упали на Землю, до магнитных ловушек.

Самый простой способ – это мусорить как можно меньше

Создание автоматизированной системы предупреждения опасных ситуаций поможет снизить в космосе опасность столкновений со «звездными отходами.»

Еще способ к детали, предназначенной для уничтожения, прикрепляется своеобразный «парус», который увеличивает площадь поверхности и за счет этого втягивает объект в атмосферу Земли. Там, под действием силы трения, аппарат раскаляется и сгорает.

Японские конструкторы разработали технологию по утилизации крупного космического мусора. В её основе лежит использование робота-уборщика, который прочно захватывает рукой-манипулятором старый спутник или обломок ракеты и, словно камикадзе, бросается вниз, сгорая вместе с ним в атмосфере.

УДК 665.753

Д.С. Бригас, курсант; В.Ю. Головатенко, преподаватель
заведующий отделения летно-технических специальностей
Кременчугский летный колледж Национального авиационного университета

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПОТЕРЯМИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С каждым годом в мире сокращаются запасы нефти. Поэтому очень остро стоит вопрос о рациональном ее использовании,т.е. максимально снизить ее потери.

Все потери нефти и нефтепродуктов классифицируются на следующие виды:

-количественные потери;

-качественно-количественные потери, при которых происходит количественная потеря с одновременным ухудшением качества нефтепродуктов (потери от испарения);

-качественные потери, когда ухудшается качество нефтепродукта при неизменном количестве (потери при смешении).

В резервуарных парках потери от испарения составляют до 75% всех потерь; общие потери легких фракций от испарения из резервуаров НПЗ, распределяются следующим образом:

- от «больших дыханий» – 80,2 % ;
- от вентиляций газового пространства – 19,05 %
- от «малых дыханий» – 0,8 % .

Методы уменьшения потерь от испарения можно условно сгруппировать следующим образом:

- уменьшение газового пространства;
- хранение нефтепродуктов под избыточным давлением;
- улавливание паров;
- термостатирование;
- рациональная эксплуатация резервуарных парков.

Уменьшить газовое пространство можно применением плавающих крыш понтонов, микрополых шариков, защитных эмульсий или пленок, применением эластичных резинотканевых резервуаров.

Увеличением давление до 700 мм вод. ст. можно сократить потери на 60 % .

Перспективным методом является улавливание паров с помощью обвязки газового пространства группы резервуаров трубопроводами. Термостатирование резервуаров уменьшает колебания температуры. Используют окраску резервуаров в светлые тона, затемнение и орошение резервуаров, покрытие экранами и особенно заглубление резервуаров в грунт.

В последнем случае потери от испарения могут быть сокращены на 80 % и более по сравнению с наземными резервуарами.

Рациональная эксплуатация резервуарных парков основана на обеспечении герметичности оборудования и средств хранения нефтепродукта в емкостях максимально возможной вместимости, применением автоматических средств отбора проб и контроля уровня, уменьшением внутрискладских перекачек, использование герметизированных способов слива и налива нефтепродуктов и т.д.

УДК 621.311.61

А.А. Вакуленко, студент; С.С. Василив, зав.лабораторией технического моделирования СКБАКЭМ (совместитель);
Днепропетровский колледж ракетно-космического машиностроения Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛЛОВ В КОНСТРУКЦИЯХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Одним из перспективных направлений конверсии промышленных корпораций является мировой рынок космической продукции, который самым твердым образом связан с оборонно-промышленным комплексом.

Космос все более губже проникает в различные аспекты гражданской жизни (связь, теле- и радиокомуникации, навигационные системы) и принимает формы перспективной международной комерческой деятельности.

Космическая продукция- это только ракетно-космическая техника, но и космические материалы, технологии, информация полученая при создании и использовании ракетно-космической техники и наземного оборудования космическпих систем. Научно иследовательские работы по иследованию космического пространства и небесных тел, а также различного вида услуги в области иследования использования космического пространства.

Одним из направлений ракетной техники есть нанотехнологии, которые можно использовать для:

- изготовления солнечных батарей;
- создание электрохимических устройств питания;
- создание радиоелементов и проводников с високими електротехническими характеристиками;
- создания теплозащитного покрития спукаемых аппаратов;
- изготовления елементов корпусов космических аппаратов;

В работе приведены результаты анализа ефективности использования нанотехнологий при изготовлении конструкций космических аппаратов. Как показывают расчеты имеет место усложнение технологии производства апаратов. Экономический эфект просматривается в стоимости виведении аппарата.

УДК.629.7

С.С. Василів, зав. лабораторією СКБАКЕМ (за сумісництвом);
Дніпропетровський коледж ракетно-космічного машинобудування
Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара
E-mail: gl_konstruktor@mail.ru

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ТВЕРДОПАЛИВНИХ ДВИГУНІВ

Сучасний рівень розвитку науки і техніки призводить до пошуку нових конструкторських рішень при проектуванні ракет-носіїв для недалекого майбутнього. Тенденції ризвитку космічних апаратів дають можливість зробити прогноз, і наближено визначити характеристики універсалізованої ракети-носія для вирішення задач прикладного характеру освоєння навколоземного простору.

З точки зору експлуатації краще для ракет-носіїв використовувати твердопаливні двигуни, оскільки простота конструції обумовлює малу кількість і простоту операцій підготовки до пуску. Такі двигуни мають суттєвий недолік – низький питомий імпульс. Підвищення енерго-масових характеристик твердопаливного двигуна можна забезпечити двома шляхами:

1. пошук нових палив.

2. удосконалення і мінімізація конструкції двигуна.

Наноматеріали мають переваги над звичайними матеріалами. Вони позбавлені дефектів структури на відміну від металів і композиційних матеріалів. Це обумовлює високі фізико-хімічні характеристики, використання яких може суттєво підвищити ефективність твердопаливного двигуна.

В роботі проведений аналіз можливості використання нанотехнологій для виготовлення твердопаливного ракетного двигуна. Виконано апріорні розрахунки енерго-масових харатеристик а також проведено огляд варіантів конструктивно-компонувальних схем. Вказано на шляхи реалізації ідеї і обгрунтовано економічну доцільність введення нанотехнологій у виробництво твердопаливних двигунів.

УДК 629.7

А.П. Ворожбит, курсант; Н.В. Смирнова, викладач
Криворізький коледж Національного авіаційного університету
E-mail: muzaklio@rambler.ru

УКРАЇНА ТА СВІТОВА ЕКОНОМІЧНА КРИЗА

Вступ. З 1825 р. капіталістична система господарства з певною періодичністю переживає кризи, які проявляються у надвиробництві товарів і неможливості їх реалізації, що спричиняє спад виробництва, зростання кількості безробітних, погіршення життєвого рівня населення.

Постановка проблеми. Спричинене світовою економічною кризою зниження ділової активності і життєвого рівня населення не могли не вплинути на ринок авіаперевезень, де має місце різке падіння попиту. Так, у І півріччі 2009 року вперше за останні 9 років, в цілому по галузі зафіксовано зменшення всіх основних виробничих показників порівняно з відповідним півріччям 2008 року.

Вирішення проблеми. Спочатку слід з'ясувати витоки світової економічної кризи.

Причиною всього є обвал ринку нерухомості у Америці. Проблеми у США почалися ще у 2006 р., коли з'ясувалося, що все більше американських сімей не здатні повернути кредити, взяті на купівлю житла. Тоді ці проблеми здавалися тимчасовими, але минулим літом рахунок неплатоспроможності американців пішов на мільйони.

В останні роки ціни на житло у США безперервно зростали і тому багато американців заробляли на життя перепродуючи нерухомість.

Але з часом ціни перестали зростати і піраміда рухнула. Постійне зростання цін на житло викликало в економці США і країнах залежних від долара інфляційні процеси і, як наслідок поглибило вже існуючу там економічну нестабільність. За банкрутством американських сімей настала світова економічна криза.

Висновки. З метою усунення негативних наслідків економічної кризи рекомендується:

- максимально широкий розподіл ефекту від економічного зростання на усі верстви населення;
- здійснення політики стимулювання економічного зростання за допомогою бюджетно-податкових та грошово-кредитних важелів;
- розуміння провідними суспільними силами колективної відповідальності за соціально-економічне становище в країні;
- постійний моніторинг державної політики з метою виявлення точок її неузгодженості із завданнями розвитку національного підприємництва;
- сформувати механізм забезпечення здатності держави дієво впливати на суб'єкти господарювання;
- забезпечити підприємствам не втрачаючи економічної самостійності вільно виходити на ринки;
- розвиток альтернативних джерел фінансування підприємств;
- відбудова внутрішнього ринку країни;
- розбудова торгівельної інфраструктури, контроль за добросовісністю конкуренції, вивчення кон'юнктури ринків.

УДК 681.783.322(045)

М.Г. Гордєєв аспірант; І.В. Шелевицький, доцент, доктор технічних наук,
Проректор з інформаційних технологій
Криворізький державний педагогічний університет
Інститут повітряного транспорту НАУ
E-mail: mgordyeyev@gmail.com

ЕКСТРАПОЛЯЦІЯ КРИВОЛІНІЙНОЇ ТРАЄКТОРІЇ ФОРМУЛОЮ ЛАГРАНЖА

В доповіді для збірки матеріалів конференції представлений матеріал про побудову фільтра Калмана для криволінійної моделі траєкторії, представленої у формі Лагранжа.

Криволінійна траєкторія руху літального апарату представлена у формі полінома Лагранжа для чотирьох точок. Встановлення зв`язку між параметрами, що оцінюються та координатами, що вимірюються, виконує виведена матриця зв`язку H. За рахунок прийняття початкового відліку часу рівним нулю, вдалося спростити основні співвідношення для оцінки вектору координат та кореляційної матриці похибок екстраполяції. Що спрощує питання як програмної так і апаратної реалізації фільтра Калмана.

Алгоритм фільтрації розглянуто по одній із координат польоту. В реальності політ здійснюється у тривимірному просторі й потребує обробки принаймні трьох координат. Однак, обробку кожної координати можна виконувати незалежно.

Отриманий алгоритм дозволяє ефективно вирішувати навігаційну задачу польоту по криволінійній траєкторії за чотирма навігаційними точками із заданим часом виходу у кінцеву навігаційну точку.

Недоліком алгоритму є наявність оцінювання першої навігаційної точки хоча сама оцінка безпосередньо не використовується. Іншим недоліком є складність при формуванні матриці звязку, за рахунок використання полінома Лагранжа, що за чотирма точками дасть кубічний поліном. Останній недолік можна усунути, якщо перейти до обробки всієї траєкторії у формі ламаної. Тобто подальша перспектива полягає у використанні сплайн-моделі.

Використання сплайнів дозволить підвищити точність оцінки руху літального апарату за криволінійною траєкторією за рахунок використання хороших інтерполяційних властивостей сплайна. Фактор точності при екстраполяції виходить на перше місце не тільки при виконанні польотів на прямолінійних відрізках, але при польотах за довільними траєкторіями (при появі метеоутворень), пошуково-рятувальних операціях, виконанні передпосадкового маневру за стандартною траєкторією або за найкоротшою відстанню.

УДК 656.71.06:621.31(075.3)
С.С. Горчак, студент; П.В. Гризодуб, викладач
Слов`янський коледж Національного авіаційного університету
E-mail: grizodub.com@inbox.ru

ВИГОТОВЛЕННЯ І ВТІЛЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ЕЛЕКТРОФІКОВАНИХ СТЕНДІВ

Відділення електросвітло-технічного забезпечення польотів (ЕСТЗП), Слов'янського коледжу Національного авіаційного університету з 2007 року, займається виготовленням наочного обладнання з метою підвищення якості освіти при вивченні студентами і курсантами спецдисциплін на технічних спеціальностях. Суттєвий вплив на якість освіти технічних спеціальностей має оказувати методичне забезпечення сучасного освітнього процесу, яке повинно забезпечуватися підручниками, посібниками та наочним обладнанням.

Якість в цьому питанні визначається також при реалізації комплексного підходу до роботи з курсантами і студентами коледжу, через активацію їх в організації технічних гуртків, для створення макетів обладнання яке вивчається.

Важливим аспектом у формуванні цих технічних гуртків, є цікавість, ентузіазм, використання отриманих теоретичних знань і отримання нових практичних навичок студентів і курсантів при виготовленні макетів вивчаємого обладнання.

Впровадження електрифікованих стендів та наочних посібників при вивченні технічних спеціальностей забезпечує більш легке сприйняття та запам'ятовування матеріалу вивчає мого за допомогою наочного обладнання, крім того стенди використовуються на лекційних і практичних заняттях з спеціальної дисципліни «Електропостачання аеропортів», яка вивчається в нашому навчальному закладі.

Наприклад, пропонуємо вашій увазі діючий електрифікований стенд: «Електропостачання аеропорту», на ньому показано, як забезпечується централізоване живлення аеропорту. Оскільки аеропорт відноситься до особливої групи першої категорії споживачів, він повинен мати, як мінімум два незалежних вводу від мереж централізованого електропостачання, а також аеропорт повинен мати своє незалежне джерело живлення. На стенді позначені ці два вводи, від мереж централізованого електропостачання. Від них через комутаційні апарати, живлення надходить на головну знижуючу підстанцію, де знижується до 380 В і далі прямує на типові підстанції, які живлять власні потреби аеропорту та зали регуляторів яскравості. А регулятори яскравості у свою чергу безпосередньо живлять світлосигнальну систему аеропорту. У випадку зникнення живлення на одному з основних вводів, автоматика спрацює і миттєво перемкне живлення аеропорту на другий ввід, з якого і буде виконуватися живлення об'єктів аеропорту. У випадку зникнення живлення на другому вводі автоматика запустить дизель-генератор і перемкне живлення аеропорту на нього.

УДК 629.7

Е.В. Греков, студент;
Ю.П. Губаренко, ведущий специалист, руководитель СКБАКЭМ.
Днепропетровский колледж ракетно–космического машиностроения.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: grekov_z@mail.ru

КОЛОНИЗАЦИЯ МАРСА ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ НОВОГО ВРЕМЕНИ

Добывание природных ресурсов на земле может произвести к их исчерпанию. Решением этой глобальной проблемы человечества может быть добывание полезных ископаемых на других планетах и космических телах.

Марс – это не далёкая от Земли красная планета, которая по большей степени имеет схожесть с Землёй.

К колонизации Марса следует относится исключительно серьёзно, поскольку этот процесс имеет колоссальное практическое и научное значение, а именно обеспечивает практическое повторение и изучение процессов происхождения атмосферы Земли и жизни на Земле, что даёт возможности разработать уникальные технологии для создания систем жизнеобеспечения, развития медицины и биологии, продление человеческой жизни и др.

Колонизация Марса – это тема, над которой шли дискуссии и выдвигались теории еще во время СССР.

Марс изучался как планета, которую можно использовать для колонизации и дальнейшего преобразования безжизненной планеты, в кипящую жизнью вторую Землю. Сегодняшние технологии позволяют колонизировать «красную» планету – это даст большой толчок в развитии человечества. Суть программы колонизации Марса заключаются в том, чтобы усилиями всего человечества с нуля воспроизвести на наиболее близкой к Земле планете, земную жизнь и изучить, тем самым, фундаментальные принципы и предпосылки феномена жизни.

УДК 621.311(075.8)

В.А. Гуламов, студент; А.И. Бутовский, преподаватель
Славянский колледж Национального авиационного университета
E-mail: san.ttoa@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОСАДКИ САМОЛЁТОВ

В результате катастрофы в августе 1997г. самолёта Boeing-747, выполнявшего заход на посадку по неточной системе посадки (non-precision) ночью в сложных метеоусловиях на ВПП 06L Международного аэропорта Гуама, ещё раз подтвердила важность для безопасности полётов обеспечения аэропортов системами посадки требующейся точности наведения при заходе на посадку и посадке.

Для исключения подобных авиационных происшествий (АП) необходимо выполнить решение ICAO, принятое в 1978 г. О необходимости установки в аэропортах соответствующую требованиям систему ILS или микроволновую систему посадки MLS. Однако в настоящее время имеется четыре типа систем автоматической посадки отвечающих требованиям ICAO и обеспечить предупреждение об отказе за время не более 6 с, что требуется I категорией ICAO, тогда как по условиям требований II и III категорией это время не должно превышать 2 с. Национальный комитет по управлению воздушным движением Великобритании (NATS) планирует установить в основных аэропортах страны микроволновую систему автоматической посадки (MLS). Объявлены тендеры на поставку и установку систем в четырёх аэропортах: две системы для взлётно- посадочных полос (ВПП) аэропортах Хитроу и две для ВПП аэропортах Гатвик, а также на получение прав замены посадочных систем в 16 других аэропортах страны. Все 22 системы MLS, которые планируется установить, соответствуют принятым для ВС гражданской авиации международным стандартам III – категории ICAO, то есть обеспечивают заход на посадку и посадку в условиях горизонтальной видимости вдоль ВПП (RVR) менее 200м. При таких условия пилот непрерывно докладывает, что он видит ВПП вплоть до касания ВПП колёсами шасси. Примерно через 10 лет было предложено использовать в системах автоматической посадки дифференциальную глобальную спутниковую навигационную систему DGPS. В 1995 г. ICAO приняла компромиссное решение, по которому ILS может использоваться 2015 г. Система MLS должна быть установлена там, где вызвано условиями эксплуатации воздушного транспорта.

Инициатива Великобритании по установке в своих аэропортах системы MLS тщательно изучается авиакомпаниями Европы, использующими посадки ВС в своих аэропортах по системе ILS, но в условиях пониженного минимума. Мнение авиационных специалистов по дальнейшей установке системы ILS в аэропортах Европы оптимистично.

УДК 629.787

Я.И. Дашковська, А.Д. Заворотня, А.А. Тесленко, студенты;
В.А. Бошкова, А.Ф. Коваленко, преподаватели;
Криворожский колледж Национального авиационного университета

ЖЕНЩИНЫ – ГЕРОИ ВОЕННОЙ АВИАЦИИ – «НОЧНЫЕ ВЕДЬМЫ»

Такое зловещее прозвище получили девушки из единственного в истории войны женского полка бомбардировщиков.

Они стали легендой и для своих, и для чужих. Ни в люфтваффе, ни в военно-воздушных силах других государств не было женских подразделений, а у нас девушки сражались в воздухе и погибали наравне с мужчинами.

«Комсомольцы — на самолет!»

Этот клич был брошен в середине тридцатых, и тысячи юношей и девушек кинулись в ОСОАВИАХИМ. В те годы у всех на устах были имена Чкалова, Белякова, Байдукова, Гризодубовой, Расковой.

Весной 1942 года в Москве было принято решение сформировать в составе 9-й воздушной армии генерала Вершинина женский авиаполк Летчиц собирали со всех фронтов. В 46-м авиаполку насчитывалось четыре эскадрильи — это около 80 летчиков, а вместе с техническим персоналом почти 300 человек. Командиром полка стала майор Евдокия Бершанская, замполитом — майор Евдокия Рачкевич.

46-й гвардейский Таманский полк — уникальное и единственное соединение в Красной армии времен Великой Отечественной войны. исключительно женское. Летчики и штурманы, командиры и комиссары, прибористы и электрики, техники и вооруженцы, писари и штабные работники — все это были женщины. И вся, даже самая тяжелая работа делалась женскими руками.

Полк был оснащён самолётами По-2 (фанерными бипланами), которые устарели еще до войны, но свою боевую нишу на фронте он нашли. На современном языке фанерный бомбардировщик По-2 можно было бы назвать самолетом-невидимкой. Ночью его, на низкой высоте и бреющем полете, немецкие радары не могли засечь. Немецкие истребители боялись прижиматься слишком близко к земле, и часто именно это спасало жизни летчицам. Вот почему девушки из полка ночных бомбардировщиков получили такое зловещее прозвище — ночные ведьмы.

За активную и успешную боевую работу полк был награжден: орденом Красного Знамени, орденом Суворова III степени, был переименован в 46-й Гвардейский, за освобождение Кубани и Таманского полуострова присвоено наименование «Таманский»

Весь личный состав полка награжден орденами и медалями Советского Союза; 23 летчика и штурмана полка удостоены звания Героя Советского Союза, пять из них посмертно. Позднее два штурмана получили звание Герой России.

УДК 629.7.064.5

Р.Ю. Дубина, В.В. Терещенко, курсанты; В.А. Гришин, преподаватель.
Криворожский колледж Национального авиационного университета
E-mail: evidential@yandex.ru

ТЕОРИЯ ПОЛНОСТЬЮ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА

Новые магнитные материалы и полупроводниковые приборы позволяют использовать электрическую энергию в качестве единственного вида вспомогательной энергии на борту летательного аппарата (ЛА), то есть перейти к самолётам с полностью электрифицированным оборудованием (СПЭО). Критерием совершенства ЛА в настоящее время является экономичность и энергетическая (топливная) эффективность. Концепция СПЭО должна быть совместима с другими перспективными технологическими решениями, к которым относят: системы активного контроля; энергетически эффективный двигатель; прогрессивное крыло суперкретического профиля; конструкционные детали из композиционных материалов; винтовинтеляторный двигатель и т.д.

На данный момент исследования направлены на выяснение эффективности внедрения электрифицированных систем управления на существующих самолётах, а также экономической выгодности создания новых самолётов с СПЭО.

Например на СПЭО в противооблиденительной системе возможно будет использовать компресоры с электроприводом, что даёт экономию массы в 1175 кг на 500-местном самолёте. Только за счёт ликвидации отбора воздуха на нужды противообледенительной системы КПД авиадвигателя повысится на 2%. Электрификация самолётов, находящихся в эксплуатации, также позволит улучшить их характеристики. Наиболие надёжной для питания электроных систем на СПЭО (в первую очередь за счёт простоты резервирования питания от АБ) являются система электроснабжения (СЭС) постоянного тока. Кроме того, СЭС постоянного тока повышенного напряжения обеспечивает высокий КПД ряда полупроводниковых устройвств, в частности транзисторных приобразователей системы управления электромагнитным приводом. На современных ЛА масса проводов управления составляет до 70% массы всей СЭС. Использование на СПЭО однопроводной системы распределения электроэнергии позволит на (50 70)% сократить массу силовой бортовой сети. Мультиплексные линии сократили массу проводов управления почти в 3 раза, но характеристики существующих мультиплексных высокочастотных систем явно недостаточны для СПЭО. Единственным выходом является использование волоконно–оптических линий связи, что позволит почти в 10 раз уменьшить массу, объем, а так же сократить стоимость при значительно более высокой надёжности передачи информации. Так, для самолёта фирмы Lockheed L1011 концепция СПЭО обеспечила бы сокращение его массы на 2200 кг.

Таки образом полностью электрифицированные самолёты не только обеспечивают многоканальный резерв электропитания и резерв исполнительных механизмов, но и обеспечивают существенное уменьшение массы габаритов бортового оборудования. Наиболее подходящим является использование полностью электрифицированного оборудования на больших самолётах с взлётной массой в 100-и тонн. Экономия массы составляет ≈ 30 т от взлётной массы 700-местного самолёта.

УДК 629.735.45

А.А. Кожевников, курсант; А.И. Бутовский, преподаватель
Славянский колледж Национального авиационного университета
E-mail: san.ttoa@mail.ru

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ САМОЛЕТОВ АНТК «АНТОНОВ»

Самолеты Ан-148 и Ан-158 – передовые разработки украинской авиационной промышленности, созданные в АНТК им. Антонова в 2004 и 2010 году соответственно.

На данный момент произведено 10 самолетов Ан-148 и один самолет Ан-158.

Строительство «Анов» в ближайшее время планируется начать на киевском авиационном заводе «Авиант» и Воронежском авиационном заводе. Планируемый темп производства – 36 крылатых машин в год. Следуя пожеланиям заказчиков, АНТК им. Антонова создало на базе Ан-148 несколько новых самолетов – пассажирский Ан-158 и грузовой Ан-178.

Современное пилотажно-навигационное и радиосвязное оборудование, применение многофункциональных индикаторов, электродистанционных систем управления полетом самолета позволят использовать эти самолеты на любых воздушных трассах, в простых и сложных метеоусловиях, днем и ночью при высоком уровне комфорта для экипажа

По топливной экономичности новые «Аны» несколько превосходят близкий по размерам Sukhoi Superjet 100 (SSJ100)благодаря лучшему крылу и более экономичным, чем Sam. 146 двигателям Д-436-148. По предварительным оценкам, на крейсерском режиме полета с числом Маха 0,7-0,75 Ан-158 имеет аэродинамическое качество на 0,5 – 1 единицу выше чем SSJ100, а его силовая установка потребляет на 3-5 процентов меньше топлива. Так получается потому, что у Ан-158 крыло большего размаха и удлинения при несколько меньшем диаметре фюзеляжа (что делает его планер более «летучим»). В то же время, прогрессивная трехвальная схема Д-436-148 имеет ряд преимуществ перед более простым по конструкции двухвальным Sam.146

Производство Ан-148 уже начато. Лицензионные договора на производство самолетов Ан-148 подписаны с ОАО «Воронежское Акционерное Самолетостроительное Общество» («ВАСО») и с ГП Киевский авиационный завод «Авиант» (КиАЗ). Запланированный темп постройки Ан-148 на обоих заводах – 36 самолетов в год.

Выводы

Следуя пожеланиям заказчиков, АНТК им. О.К. Антонова разрабатывает новые самолеты на основе Ан-148. Один из них Ан-158, способный принять на борт до 99 пассажиров, в отличие от 85-местного Ан-148-100. Потребность рынка в таком самолете на период до 2015г. оценивается в 200 единиц. Создается также ряд самолетов, получивших обозначение Ан-168. Они предназначены для деловых полетов VIP-персон и использования в качестве «корпоративного шаттла». Ан-168 смогут принимать на борт от 18 до 38 человек и нести их с высокой степенью комфорта со скоростью 850 км/ч на дальность до 7000 км. Потребность в самолетах такого класса до 2015г. оценивается в 60 единиц, а до 2025г. – более, чем в 120

УДК 629.7.016

А.О. Кольчак, М.А. Подкопаев, студенты; В.А. Бошкова
Криворожский колледж Национального авиационного университета
E-mail: militaryman@i.ua , airmaks@inbox.ru

ЦИКЛОЖИРЫ И ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ РОТОРНОЕ КРЫЛО

До 17 декабря 1903 года, когда Уилбер Райт впервые поднял в воздух оснащенный двигателем аппарат тяжелее воздуха, никто не знал, какая схема обретет успех. Крылья, расположенные в горизонтальной плоскости, были одним из многочисленных вариантов. Изобретатели не хотели верить в то, что именно конструкция братьев Райт оптимальна. Самолеты пытались оборудовать несколькими сотнями маленьких крыльев, парусами, крылом с замкнутым контуром. В процессе многочисленных опытов нашелся и второй принцип летательного аппарата, повсеместно распространенный сегодня – вертолет. Некоторое время конкуренцию вертолетам составляли машины разработки испанца Хуана де ля Сьерва, автожиры, но сегодня они воспринимаются скорее как курьезы, чем как серьезные летательные аппараты. А в 1909 году российский военный инженер Евгений Павлович Сверчков построил первый в истории цикложир. Сегодня на самолет Сверчкова можно смотреть только со снисходительной улыбкой: летать он не смог бы ни при каких условиях. Но в те далекие времена цикложиры имели ровно столько же шансов на постройку и взлет, сколько и самолеты привычной нам схемы.

Цикложир – это самолет с винтами, напоминающими гребные колеса парохода. Вращаясь, лопасти «загребают» воздух и отбрасывают его назад, за счет этого создавая реактивную и подъемную силы, толкающие аппарат. Причем лопасти укреплены на роторе не жестко: они движутся относительно его оси по определенному закону, изменяя угол атаки. Прийти к идее цикложира было легко: как раз на колесные пароходы и ориентировались изобретатели. Но при проектировании нужно было учитывать значительную разницу в плотности воды и воздуха. Если мерно вращающееся гребное колесо легко продвигало корабль по водной глади вперед, то лопасти цикложира должны были не только толкать машину, но и удерживать ее в воздухе, что представлялось более трудной задачей.

Период расцвета цикложиростроения можно ограничить временными рамками: с 1923 по 1937 год. Полтора десятка конструкций подобного плана было предложено за эти годы изобретателями из разных стран мира, четыре из них были построены в натуральную величину, оснащены двигателями и подвергнуты разнообразным испытаниям. А началось все с талантливого канадского инженера-самоучки Джонатана Эдварда Колдуэлла.

Сложно сказать, что будет дальше. Например, первый самолет с замкнутым контуром крыла был построен Блерио еще в 1906 году, а поднять подобную машину в воздух удалось лишь в 2004-м. Возможно, корейские инженеры уже сегодня творят революцию в авиационной промышленности. Или просто тратят государственный бюджет, как и многие их предшественники. Время рассудит.

УДК 628.94
Ю.О. Кондрик, курсант; В.Д. Лісовенко, к.т.н., доцент, завідувач відділення
Кременчуцький льотний коледж Національного авіаційного університету
Майор Д.В. Лісовенко, к.т.н.
Військовий інститут Одеського національного політехнічного університету

СВІТЛОДІОДНИЙ ПРОЖЕКТОР З КЕРОВАНОЮ ІНДИКАТРИСОЮ ВИПРОМІНЮВАННЯ

На сьогодні найбільш поширеними джерелами світла є лампи розжарювання з світловіддачею 8-17 лм/Вт (ККД – 1,1-1,25 %) і терміном служби ~ 1000 годин. Трохи краща характеристика газорозрядних ламп, світловіддача яких у 3-6 разів вища, ніж у ламп розжарювання, термін служби у 8-10 разів довший, але ККД знаходиться на рівні 10-12 %. Тобто, електрична енергія використовується дуже не раціонально.

Метою даної роботи є спроба авторів опираючись на сучасні досягнення в оптоелектроніці, а саме стрімке вдосконалення світлодіодів, – напівпровідникових джерел світла, які при терміні служби 100 тис. годин уже зараз мають світловіддачу від 50 до 100 лм/Вт для світлодіодів різних кольорів випромінювання, використати їх як джерела світла для прожекторів. Всі прилади прожекторного класу розподілені на прожектори дальньої дії, прожектори заливаючого світла і прожектори для передачі світлових сигналів. До світлосигнальних прожекторів відносяться світлові маяки для морських, річкових і авіаційних навігаційних знаків. Тож у даній роботі пропонується конструкція прожекторної системи на основі світлодіодних випромінювачів, яка в одній конструкції функціонально реалізує всі відомі різновиди прожекторів: прожекторів дальньої дії, заливаючого світла і прожекторів для передачі інформації на відстані.

Оптичний пристрій будь-якого прожектора складається з відбивача і джерела випромінювання у вигляді дугової лампи або лампи розжарювання. Залежно від функціонального призначення світлова частина приладу (оптичний пристрій) формує світловий пучок з необхідним просторовим розподілом – індикатрисою випромінювання. Для цього служать параболоїдні відбивачі, які використовуються майже в усіх типах приладів прожекторного класу. До основних недоліків такого прожектора слід насамперед віднести наступні: обмежені можливості управління світловим потоком, велике споживання електроенергії внаслідок низького ККД джерела світла – лампи розжарювання.

Тому для усунення вищезазначених недоліків пропонується конструкція прожектора, в якому випромінюючий вузол виконаний у вигляді гнучкої мембрани, а джерелами світла є світлодіоди різного кольору випромінювання, розміщені на поверхні мембрани. Причому світлодіоди червоного, зеленого і синього кольорів, згруповані в тріади, рівномірно розподілені на поверхні мембрани. Світлодіоди одного кольору випромінювання сполучені в послідовно-паралельні ланцюги і приєднані до регульованих джерел живлення. Це дає можливість змінювати колір світлового потоку, включаючи по черзі червоний, зелений, синій, або одночасно всі кольори для отримання світлового потоку білого кольору. Мембрана виконана з діелектричного матеріалу і з'єднана з механізмом управління, який може змінювати увігнутість або опуклість мембрани. Формування світлового потоку здійснюється зміною кривизни мембрани, залежно від чого змінюється положення оптичної осі випромінювання кожного з діодів, внаслідок цього світловий потік розширюється, перетворюючись на віяло, або звужується, збираючись у пучок.

УДК 681.5

А.В. Кравчук, Ю.А. Святецкая, студентки, В.В. Задорожний, преподаватель
Криворожский Автотранспортный техникум
Криворожского технического университета

ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Вот уже 50 лет человечество интенсивно осваивает космос... С каждым днем мы стаем свидетелями реализации, казалось бы еще вчера фантастических проектов. Каждый из нас давно привык к новостям о запуске очередной ракеты. Каждому из нас привычно слово «космос». Но знаем ли мы что это такое? Какие проблемы возникают при его освоении?

Природа не терпит пустоты. И история тому подтверждение. Обладая теми или иными технологиями, человечество решает свои текущие нужды, тем самым, как правило, закладывая на будущее глобальные бомбы с часовым механизмом...

В последней четверти XX в. появился новый термин — «космический мусор», который довольно точно отображает и существо явления, и неистребимую человеческую особенность — перекладывать собственную недоброкачественность в деятельности на плечи все той же «окружающей среды», в данном случае — геокосмоса. Так запуск только одной ракеты приводит к существенным выбросам как инородных для геокосмической среды материалов, так и значительных дополнительных «порций» веществ, присутствующих в этой среде.

В представленном докладе рассмотрены все основные аспекты негативных последствий воздействия космического мусора на человека, окружающую среду и на Землю в целом.

УДК 629.7.083
Д.Р. Лисинський, курсант, М.М. Бітков курсант; В.В. Соболєв, старший викладач
Слов'янський коледж Національного авіаційного університету
E-mail: sobolev_v_v@mail.ru

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ВИСОКОПРОДУКТИВНОГО ПРИБЕРАННЯ ЗЛІТНО-ПОСАДКОВИХ СМУГ

Особливість сучасного етапу технічного забезпечення аеропортів України полягає в тому, що поряд із великою кількістю застарілою АНТ радянського виробництва з'являється все більше сучасних зразків різних виробників, адже рівень наземного обслуговування провітрених суден, експлуатаційного утримання аеродромів безпосередньо впливає на безпеку та регулярність польотів. Одним з таких зразків являються машини фірми «Марсель Бошунг АГ» «Джетбрум Равней» й «Сноубустер», які вже з'явилася у ДМА «Бориспіль, КП «Міжнародний аеропорт Донецьк». Універсальні прибиральні машини-снігоочисники «Джетбрум Ранвей» та «Сноубустер» призначені для високопродуктивного швидкісного прибирання злітно-посадкових смуг та інших елементів аеродрому. Машина має певні особливості й технічні характеристики. Використання базового шасі типу BJB 8000 для «Джетбрум Ранвей» та власна розробка шасі для «Сноубустера». Базове шасі машини пристосовано для монтажу на ньому різноманітного робочого обладнання:

– Два двигуна загальної потужності біля 1000 к.с.;

– За вибором привід всіх коліс і/або управління всіма колесами;

– Спеціальне шасі «Бошунг»;

– 1 чи 2 повітряні турбінні системи: продування повітрям перед щіткою і продування повітрям в задній частині машини;

– Висока маневреність машини завдяки управлінню всіма колесами;

– Сніговий відвал типу MF ширина 8,4 м.;

– Пристрій знімання/монтажу снігового відвала;

– Зручність підхід до машини з обох сторін для технічного обслуговування;

– Система продування повітрям в задній частині машини з окремою повітряною турбіною;

– Система продування повітрям перед щіткою з трьома повітряними соплами;

– Ширина щітки – 5810 мм. Робоча ширина щітки 5300 мм;

Високо продуктивне швидкісне прибирання за один прохід машини. Процеси експлуатаційного утримання злітно – посадкової смуги є надзвичайно трудомісткими, особливо її очищення від снігу і льоду. Щодо цього ДМАБ має великий позитивний досвід використання машини фірми «Марсель Бошунг АГ» «Джетбрум» та «Сноубустера»;. Це пов'язано на сам перед із тим, що концепція фірми відповідає стратегії підбору АНТ ДМА «Бориспіль» й КП «Міжнародний аеропорт Донецьк». На сьогодні «Джетбрум Равней» та «Сноубустер» відповідає найвищим вимогам і забезпечує високопродуктивне та швидкісне прибирання злітно – посадкової смуги від снігу та льоду.

УДК 656.7.629.13.003(09)

А.С. Масловская, курсант; Д. Ю. Андрийчак, курсант;
И.Б. Петреченко, преподаватель, руководитель научной секции «Проект»;
Криворожский колледж Национального авиационного университета

ЖЕНЩИНЫ В АВИАЦИИ. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Работа создана членами гуманитарной научной секции «Проект» Криворожского колледжа Национального авиационного университета.

Тема выбрана, благодаря её актуальности и значимости в воспитании молодого поколения студентов, избравших профессию, связанную с авиацией.

В исследовании темы избран метод проектов «Досье». Тема раскрывается в развитии: от истоков зарождения воздухоплавания до реалий сегодняшнего дня.

Авторы работы ставили перед собой следующие цели и задачи: исследование фактов участия женщин в развитии воздухоплавания и авиации, сбор данных и создания биографических досье на наиболее ярких представительниц профессий, связанных с авиацией и космонавтикой; раскрытие роли женщин-авиаторов в освоении мирового воздушного и космического пространства, а также перспектив освоения женщинами профессий, связанных с научной и практической деятельностью во всех областях авиации и космонавтики.

В работе названы имена первых женщин в истории авиации: Лидия Зверева, Мари Марвингт, Раймонда де Ларош, Амелия Эрхарт, Лилия Тодд и др.

Рассмотрена тема развития авиации в СССР: от авиаклубов и авиашкол ДОСААФ до профессиональной подготовки советских женщин-авиаторов.

В работе содержится информация в виде блиц-досье об иностранных женщинах-авиаторах 20-х, 30-х, 40-х годов XX столетия.

Значительное внимание уделено роли женщин в авиации периода второй мировой войны: Валентина Гризодубова, Марина Раскова, Серафима Амосова, Ирина Себрова, Екатерина Буданова, Полина Гельман, Раиса Аронова, Марина Чечнева и др.

Актуальной является тема роли женщин в развитии современной авиации и космонавтики: Валентина Терешкова, Светлана Савицкая, Катрин Салливан, Мэй Джемиссон и другие.

В работе подана информация о выпускницах КК НАУ, связавших свою судьбу с авиацией.

В заключении раскрыта роль женщин-авиаторов, внёсших свой вклад в освоение воздушного и космического пространства, а также намечены перспективы деятельности женщины во всех областях развития и освоения авиации и космонавтики.

УДК 621.452.3

К.В. Милашенко, курсант; А.А. Царенко, преподователь
Кременчугский летный колледж Национального Авиационного Университета

СИСТЕМЫ ЗАПУСКА ВЕРТОЛЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Для запуска двигателя необходимо довести его рабочее тело до состояния, при котором возможно устойчивое протекание рабочего процесса.

Совокупность устройств, предназначенных для принудительной раскрутки роторов двигателей при запуске, составляет пусковую систему.

Эта система состоит из таких основных систем: электрическая, подачи пускового топлива, топливная, воздушная.

Для управления и контроля работы пусковой системы в кабине вертолёта размещаются: автоматы защиты сети; элементы управления и приборы контроля энергетики постоянного тока; приборы контроля работы стартера и топливной системы.

В процессе запуска двигатель работает на довольно сложном неустановившемся режиме.

Надежность запуска зависит от следующих факторов: надежности и устойчивости протекания рабочих процессов в двигателе и в элементах системы запуска; диапазона устойчивой работы компрессора; мощности стартера; выполнение оптимального закона подачи топлива в камеру сгорания.

Из внешних факторов на надежность запуска наибольшее влияние оказывает температура атмосферного воздуха.

Независимо от нее двигатель должен выходить на установившуюся частоту вращения режима малого газа за время не более 50с. и при температуре газа перед турбиной не превышающей 600 С.

Надежность работы пусковой системы двигателя в значительной степени определяется строгим выполнением положений «Инструкции по техническому обслуживанию двигателей» и «Руководством по летной эксплуатации вертолета».

Опыт эксплуатации двигателей показывает, что уменьшение надежности работы пусковой системы вызывается преимущественно эксплуатационными причинами.

УДК 621.37

О.А. Некрутенко, студент; С.С. Василів, зав. лабораторією технічного моделювання СКБАКЕМ (за сумісництвом)
Дніпропетровський коледж ракетно-космічного машинобудування Дніпропетровського національного університету
E-mail: gl_konstruktor@mail.ru

РЕМОНТНІ РОБОТИ В КОСМІЧНОМУ ПРОСТОРІ

Тенденції розвитку екологічної картини навколоземного простору стимулюють переглянути проекти ракетних комплексів з метою зменшення, а в пріоритеті і відсутності, засмічування орбіт при вирішенні задач освоєння космічного простору. Аналіз аварій і виходу з ладу обладнання космічних апаратів показав, що вони викликані технологічними і конструктивними дефектами, помилками обслуговуючого персоналу а останнім часом і зіткненням з фрагментами інших апаратів і ракет-носіїв.

В роботі проведений аналіз ризику зіткнення і визначена середня кількість ремонтних робіт на орбітальних станціях. В сучасних пілотованих космічних апаратах передбачено вихід космонавтів для проведення монтажу в космосі, що є небезпечним. Для вирішення цієї задачі в роботі приводиться огляд існуючих проектів робототехнічних систем. Висловлюються шляхи їх вдосконалення і вказуються найбільш перспективні напрямки робіт в даному питанні.

На основі аналізу статистичної інформації створена спрощена ймовірнісна модель сценарію зіткнення на орбіті космічного апарату з малим фрагментом космічної техніки.

УДК 615:65.19

К.А. Пешков, курсант; Д.Ю. Андрийчак, курсант,
И.Б. Петреченко, руководитель научной секции «Проект»;
Криворожский колледж Национального авиационного университета
E-mail.kirill.peshckov.@yandex.ru

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТОВ

Проблема безопасности полетов является актуальной на всех этапах развития авиации. Решение этой проблемы – одно из приоритетных направлений современной авиации. Большую роль в безопасности полетов играет человеческий фактор, поэтому темой данной научно-исследовательской работы является «Человеческий фактор в безопасности полетов».

Основными направлениями исследования в данной работе являются:

– причины, способствующие возникновению человеческого фактора (ЧФ);

– возникновение человеческого фактора в процессе обучения летно-технического состава в авиационных учебных заведениях;

– человеческий фактор в производственном процессе на авиационных предприятиях;

– последствия влияния человеческого фактора на безопасность полетов;

– повышение уровня безопасности полётов с помощью внедрения современных инновационных технологий.

В работе предложены пути решения данной проблемы, разработан конструктивный пошаговый план минимализации и сведения к нулю процента негативного влияния ЧФ на безопасность полётов. Рассмотрение темы данной работы является актуальным благодаря тому, что на стадии обучения курсанты ознакамливаются с таким явлением как ЧФ, изучают последствия его воздействия на безопасность полетов. Следствием этого является обогащение интеллектуальной базы будущих авиационных инженеров в области обеспечения безопасности полетов, воспитание высокой ответственности и дисциплины, способность к прогнозированию возможного проявления того или иного опасного фактора и принятию мер, исключающих его проявление.

В работе приведены документальные факты авиакатастроф, происшедших по вине человека, как членов экипажа воздушного судна, так и обслуживающего персонала.

УДК 621.3

А.А. Полтавец, аспирант, заведующий лабораторией физики,
В.Д. Лисовенко, к.т.н., доцент, заведующий отделением
Кременчугский лётный колледж Национального авиационного университета

СИСТЕМА ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

Обеспечение заданной температуры для работы всех приборов и механизмов, находящихся как внутри, так и вне космического летательного аппарата является важной проблемой. Терморегулирование обычно осуществляется за счёт естественного теплопоглощения и теплоизлучения поверхностей в условиях вакуума. Основным назначение системы терморегулирования внутри космического аппарата является отвод тепла, выделяющегося при работе приборов и получаемого аппаратом от Солнца и перераспределение его внутри станции.

Необходимая температура внутри аппарата обеспечивается путём регулирования притока тепловой энергии за счёт внутренних тепловыделений, поглощением тепловой энергии Солнца на освещаемой стороне и удаления её путём излучения в космическое пространство на теневой стороне станции.

Перепад температур, который возникает между освещаемым и теневым бортами станции, устраняется путём перекачки жидких или газообразных теплоносителей по соответствующим теплообменникам, находящимся на освещённой и теневой стороне станции, на что расходуется электрическая энергия.

Цель работы — предлагается система термостабилизации и энергообеспечения космической станции, которая состоит из машины с замкнутым регенеративным циклом, известной, как двигатель Стирлинга, теплообменников, размещаемых на горячем — освещаемом и холодном — теневом бортах, насосов для перекачки теплоносителей и электрогенератора.

Разности температур между освещённым и теневым бортами станции на околоземной орбите могут достигать ~400 К. Тепло теплообменника, размещённого на освещаемом борту станции, поступает в камеру сжатия двигателя Стирлинга, где переходит к рабочему телу двигателя. Из камеры расширения излишки тепла направляются к теплообменнику, находящемуся в тени, и излучаются в космическое пространство. Часть тепловой энергии стирлингом преобразуется в полезную работу, которая может быть использована для выработки электрической энергии или для вращения насосов перекачки теплоносителей между теплообменниками и двигателем Стирлинга. В этом случае стирлинг выполняет функции звена обратной связи — чем больше разница температур между освещаемым и теневым бортами станции, тем быстрее вращается вал двигателя и, соответственно, интенсивней насосы перекачивают теплоноситель: температуры теплообменников выравниваются — интенсивность перекачки уменьшается и наоборот.

Преимущество этой системы в том, что она не только не расходует электрическую энергию для стабилизации температуры станции, но и производит её — если двигатель Стирлинга подключён к генератору электрической энергии.

УДК 629.7

А.В. Сєвєріна, студент;
І.Л. Попова, викладач І категорії;
Н.І. Нічосова, викладач-методист,зав. відділення;
Криворізький коледж Національного авіаційного університету
E-mail: Severina-s@mail.ru

РЕКОНСТРУКЦІЯ АЕРОПОРТІВ УКРАЇНИ ДО ЄВРО-2012

Робота присвячена дослідженню основних етапів реконструкції аеропортів України до Євро-2012, їх стан на сьогоднішній день та перспективи розвитку. Основною метою роботи є дослідження стану аеропортів України та прогнозування перспектив їх розвитку після реконструкції. Аеропорти «Бориспіль», «Харків», «Донецьк та «Львів» були узяті у якості об'єктів дослідження. Вони є найбільшими аеропортами України та будуть задіяні під час проведення Євро-2012. У процесі вивчення об'єктів були використані такі методи дослідження інформації, як аналітичний метод та метод прогнозування.

Модернізація головних «повітряних воріт» країни – аеропорту «Бориспіль» до 2012 року передбачає розширення до п'яти терміналів: три міжнародні (діючий «B», нові «F» і «D»), також один для внутрішніх рейсів («A») і один — для VIP-персон («C»). В аеропорту «Бориспіль» буде побудовано ще один термінал «D» площею близько 100 тисяч квадратних метрів. Вимогою УЄФА на момент проведення Євро-2012 є пропускна здатність терміналів аеропорту «Бориспіль» 4150 пасажирів у годину пік, нині цей показник складає 1840 пасажирів.

Відповідно до проекту реконструкції та модернізації Міжнародного аеропорту «Донецьк», до кінця 2011-го року там буде збудовано новий аеровокзальний комплекс та злітно-посадкову смугу. Після введення в експлуатацію оновленого порту його можливості зростуть в 2 рази – і за площею, і за пассажиропотоком. Нова злітна смуга, довжиною в 4 км, стане предметом гордості Донбасу: яка визначена 4F за класифікацією ICAO, і зможе приймати Boeing 747-400, Airbus A-380, Іл-96-300 – тобто усі найбільші повітряні судна, які є на сьогодні у світі, без обмеження їхньої максимальної злітної ваги.

Оновлення найбільшого авіатранспортного вузла Західної України – Міжнародного аеропорту «Львів» в межах підготовки до Євро-2012 передбачає реконструкцію та подовження злітно-посадкової смуги, перону, існуючого терміналу, а також будівництво нового та тимчасового терміналів до 2012 року.

Проект оновлення аеропорту «Харків» передбачає реконструкцію старої будівлі, який буде виконувати функції VIP-терміналу, будівництво нової злітно-посадкової смуги, капітальний ремонт перону та благоустрій привокзальної площі. Планується створення сучасного паркінгу та будівництво автовокзалу.

Проведені дослідження показали, що на сьогоднішній день українські аеропорти проводять реконструкції з урахуванням усіх міжнародних стандартів та вимог.

УДК 620.18

Р.Р. Сергиенко, студент; И.В Лазарев, преподаватель
Днепропетровский колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара

НАНОТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ КОСМОСА

Нанотехнология, нанонаука, это наука и технология коллоидных систем, принципиальное отличие коллоидных систем в том что поверхность таких частиц или огромных молекул в миллионы раз превосходит объем самих частиц и лежит в диапазоне 1-100 нанометров Поведение таких систем сильно отличается от поведения истинных растворов и расплавов отсюда пришло замещение слова коллоидная физика, химия, биология на нанонауку и нанотехнологии, подразумевая размер объектов о которых идет речь.

Одно из направлений нанотехнологии – это лёгкие и прочные материалы. Первое свойство особенно важно для космической промышленности, ведь снижение веса конструкции всего лишь на один килограмм позволит увеличить вес полезного груза на тот же килограмм, что даёт экономию в 15 тысяч долларов США.

Второе направление – это разработка покрытий для теплозащиты, предотвращения коррозии, терморегулирования поверхностей. Роль покрытий в космической технике велика. Например, неудачное покрытие космического аппарата приводит к его перегреву под действием солнечных лучей. Через некоторое время приборы, работающие в определённом температурном диапазоне, выйдут из строя. Или другой пример – двигатель, температура в рабочей зоне которого достигает нескольких тысяч градусов, соответственно, его стенки подвергаются действию гигантских тепловых потоков, и если не предпринять меры по их уменьшению, то система охлаждения просто не справится. Теплозащитное покрытие позволяет при прочих равных поддерживать более высокие температуры рабочей среды, что приводит к увеличению температуры и стекающего газа, а значит, и удельного импульса двигателя, или, грубо говоря, его тяги. Поэтому покрытия мы выделили в отдельное направление.Также ведутся работы в области энергетики и приборостроения:

- солнечные батареи – это новое поколение элементов, у которых коэффициент полезного действия в космосе вдвое больше для сравнения: у кремния КПД – 15 процентов, у арсенида галлия – до 32. – микромеханизмы – это микроспутники, которые позволят увеличить долю полезной нагрузки и более надежны из-за большого их количества. Еще один важный момент: система микроспутников менее уязвима при попытках ее уничтожения.

- материалы со специфическими свойствами, например, с очень низкой или очень высокой теплопроводностью.

Для того чтобы выйти в космическое пространство, не обязательны опасное путешествие на ракете, NASA и космический центр Джонсона предлагают использовать «Космический лифт», что упростит вывод крупных объектов на орбиту.

УДК 57.612.614

О. Соріна, І. Анісімова, Д. Артеменко, Г. Бруцька, О. Рома, студенти;
керівник Т.П. Бабенко, викладач КМК
Криворізький медичний коледж
E-mail: t.babenko@mail.ru

ОГЛЯД НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЕКІПАЖУ ПАСАЖИРСЬКОГО ЛІТАКА

Стрімкий розвиток науково-технічного прогресу призвів до підкорення людиною повітряного простору. Враховуючи сучасні уявлення про вплив навантаження під час польоту на організм, є доцільним звернути увагу на оцінку стану основних життєво важливих систем організму. Тому актуальним постає питання визначення наявних та потенційних фізіологічних проблем членів екіпажу, встановлення попереднього діагнозу самостійно або медичними працівниками на відстані, визначення оптимальних шляхів розв'язання та усунення патологічних станів, на що ,власне, і спрямований медсестринський процес.

У результаті теоретичного дослідження було встановлено як змінюються основні фізіологічні функції людини при зміні барометричного тиску та рівню насиченості повітря киснем. Під час польоту можна очікувати такі порушення як біль у серці, порушення ритму серцевих скорочень, гостра серцево-судинна недостатність, гіпотонія, гіпертонія, розлади шлунково-кишкового тракту, алергічні реакції, опіки, травми, вестибулярні порушення, виражені емоційні розлади. Тож всі члени екіпажу повинні мати навички визначення рівня порушення стану та надання невідкладної медичної допомоги.

Отже, дослідницька робота в даній області дозволить одержати більш повне уявлення про особливості реакцій організму людини на зміну умов існування, вивчити можливість використання фізичних вправ як засобу розширення діапазону адаптаційних реакцій управління біологічними ритмами людини в різних умовах навколишнього середовища, підтвердить необхідність проведення регулярного медичного огляду екіпажу.

УДК 621.452.3

В.В. Стоян, курсант; А.А. Царенко, преподаватель
Кременчугский Лётный Колледж Национального Авиационного Университета

КОМПРЕССОРЫ ВЕРТОЛЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Основным типом компрессора авиационных ГТД является многоступенчатый осевой компрессор. В нем происходит преобразование механической работы подводимой от турбины в энергию давления воздуха.

Состоит из: статора и ротора

Статор – представляет собой ряды неподвижных лопаток закрепленных в корпусе. Один ряд лопаток называется – направляющим аппаратом.

Ротор – состоит из рядов лопаток закрепленных на вращающихся дисках. Один ряд лопаток называется – рабочим колесом.

Повышения давления воздуха в нем происходит последовательно в отдельных его ступенях.

Ступень компрессора состоит из рабочего колеса (РК) и направляющего аппарата (НА).

Рабочее колесо предназначено для передачи энергии воздуха при помощи рабочих лопаток, расположенных равномерно по кругу на диске или барабане.

В корпусе ступени компрессора закреплены лопатки направляющего аппарата, которые предназначены для направления воздушного потока на лопатки рабочего колеса последующей ступени под соответствующим углом и частичного превращения кинетической энергии потока в потенциальную энергию давления.

В процессе эксплуатации компрессора на него воздействуют различные факторы:

- Эксплуатация двигателей в условиях запыленного воздуха;
- Эксплуатация двигателей в условиях влажного климата;
- Эксплуатация двигателей в условиях низких температур.

УДК.378.046

А.Ю. Сухоруких[1], студент; Е.О.Онопа[1], студент, С.С.Василив[2], студент,
зав. лаб. СКБАКЭМ – ДКРКМ ДНУ (совм.); П.Ю. Губаренко[3], студент,
специалист ПО «ЮМЗ»; Ю.П. Губаренко[1], преподаватель высшей категории,
руководитель СКБАКЭМ; А.И. Ратушный[4], ведущий специалист
[1]Днепропетровский колледж РКМ ДНУ им. Олеся Гончара
[2]Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
[3]Днепропетровский университет экономики и права им. Альфреда Нобеля
[4]Государственное предприятие «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля

О НЕКОТОРЫХ ТЕНДНЦИЯХ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИНДУСТРИИ ПРИ СОГЛАСОВАНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ ВУЗАМИ

Возрастающие требования к параметрам перспективных летательных аппаратов диктуют ученным и конструкторам работать над новыми решениями что требует использование материалов соответствующих свойств, изготовление узлов и агрегатов, необходимых функциональных параметров. Не простые задачи решаются при создании уникальных управляющих комплексов предназначенных для выполнения сложнейших баллистических задач и выхода из нештатных аварийных ситуаций. Просматриваемая взаимосвязанная система стимулирует создание соответствующих условий и организации. В результате кропотливой слаженной работы взаимозаинтересованных отраслей появляются новейшие материалы с наименьшим удельным весом, высокими прочностными характеристиками и термостойкостью. Накопленный научно-технический и технологический потенциал передовых отраслей заложил основу создания комплексного многооперационного прецизионного оборудования, режущего инструмента, позволяющего обрабатывать детали с высокой твердостью, унифицированной технологической оснастки с высокой точностью базирования, многокоординатных комплексов автоматического управления обработкой. Доступная информация о прогрессивных достижениях в технологии создания современной техники системно используется в учебном процессе колледжа на соответствующих специальностях. Определенную роль в анализе и использовании достижений материаловедения, машиностроения, технологий новых отраслей взяла на себя добровольная группа инициативной творческой молодежи – СКБАКЭМ колледжа организованная на общественных началах с 2006 года. Благодаря всесторонней поддержке и одобрению деятельности творческого коллектива СКБАКЭМ осуществляются интересные идеи, изготавливаются модели летательных аппаратов и другой техники, в том числе технологического оборудования и оснастки, зачастую необходимых для реализации собственных конструкторских идей. Разработана конструкция и завершается изготовление действующей модели универсального многооперационного станка, предусмотренного для изготовления деталей при моделировании в лабораторных условиях. Таким образом, в СКБАКЕМ просматривается структура взаимосвязанного производства от конструирования до испытания выполненных изделий. Эти и другие интересные решения в области техники и технологии, полезность и опыт организации технического творчества в учебном заведении являются актуальными и перспективными во внедрении и использовании в учебном процессе, что способствует повышению качества профессиональной подготовки будущих специалистов, а значит и полноценному решению сложных производственных задач возрождаемых отечественных отраслей промышленности.

УДК 629.782

И.А. Твёрдышев студент;
Ю.П. Губаренко ведущий специалист, руководитель СКБАКЭМ
Днепропетровский колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета им.О.Гончара
E-mail: tvjordyshev@rambler.ru

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ МНОГОРАЗОВЫХ РКК

Начиная с 50-х годов в Америке велись разработки многоразовых РКК для обслуживания и управления орбитальных аппаратов, поддержки наземных сил, а так же контролирования космического пространства.

Одним из таких проектов был DynaSolarX-20. Программа показывала хорошие результаты, но спустя некоторое время она была закрыта. После этого США постепенно развивали данную отрасль и на основе предыдущих проектов в 1971г был создан проект комплекса Spaceshuttle. Данная система запускалась тремя двигателями орбитальной ступени и твердотопливными ускорителями. Первый полет состоялся в 1981г и при такой конфигурации «Шаттл» поднимал до 25т полезного груза.

Тем временем в СССР НПО «Энергия» получила задание спроектировать многоразовый комплекс по подобию американского Шаттла. Но технические характеристики Буран, по сравнению с американским челноком, были на много выше. Для вывода на орбиту использовали ракету-носитель «Энергия», с жидкостными двигателями. Данный носитель способен выводить более 100 тон полезного груза на орбиту. После двух беспилотных полетов, «Буран» уже не выводился на орбиту, и после несчастного случая в ангаре летный экземпляр был разрушен.

После детального анализа идей и конструкций мною был зделан вывод, что есть смысл далее создавать и усовершенствовать и, особенно, универсализировать многоразовые РКК, поскольку они являются выгодными в плане проектирования, эксплуатации, а также и с экологической стороны. Целесообразно разрабатывать комплексы воздушных стартов с целью экономии средств на строительство стартового пространства. Так же в работе высказаны идеи по повышению характеристик, поиск новых конфигураций системы. Совершается поиск совмещения многоразовых РКК и систем воздушного старта, с условием их конкурентоспособности на рынке космических услуг при наименьших затратах для запуска единицы полезного груза.

Результат анализа, и выводы приводиться в докладе.

УДК 657.71.06:621.68(075.3)

Д.Ф. Тугушев, студент; П.В. Гризодуб, викладач
Слов'янський коледж Національного авіаційного університету
E-mail: grizodub.com@inbox.ru

ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ НАОЧНОСТІ НА ЯКІСТЬ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ З ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АЕРОПОРТІВ

Слов'янський коледж Національного авіаційного університету готує електротехнічний персонал, це випускники відділення «Електросвітло-технічного забезпечення польотів», а саме спеціальності «Монтаж і обслуговування електрообладнання аеропортів».

Головною метою при навчанні є отримання якісних знань, що важливо для подальшого навчання, а потім для роботи по спеціальності, що на мій погляд дуже важливо, тому що якісне виконання службових обов'язків при роботі в авіапідприємствах України, гарантує безперебійну роботу електроприймачів першої категорії і особливої групи першої категорії, що необхідно для безперебійного живлення всього електрообладнання аеропортів для забезпечення безпеки життя людини, безпеки польотів в цілому, а також постійної роботи електрообладнання в нормальному режимі без аварій.

Головною задачею при рішенні цього питання, стала організація технічних гуртків на спеціальності, які займаються виготовленням діючих електрифікованих стендів, які в подальшому використовуються при вивченні електрифікованого обладнання на заняттях, а також при проведенні практичних робіт.

Використання у навчальному процесі цих електрифікований стендів дуже важливо, тому, що курсанти і студенти спеціальності, навчаючись, мають можливість своїми руками створювати макети електричного обладнання у спеціальних гуртках.

Спілкуючись з гуртківцями дивуєшся, тому, як їм подобається створювати макети, спираючись на власні знання; в перше мати практичний досвід; передавати створене власними руками у спадок студентам, які навчаються на молодших курсах, для поліпшення засвоєння знань.

З практичної точки зору, використання виготовленого обладнання, показало, що якість навчання, бажання, зацікавленість до вивчення набагато збільшилась і стала краща.

Приведемо аналіз досягнень в роботі гуртка за останні три роки:

2007 – 2008 навчальний рік, у гуртку створено стенди:

1. «Диференційний захист ліній»;
2. «Схема пристрою автоматичного повторного вмикання лінії».

2008 – 2009 навчальний рік, у гуртку створено стенди:

1. «Пристрій автоматичного вмикання резерву на секційному вимикачі»;
2. «Магнітні пускачі та теплові реле»

2009 – 2010 навчальний рік, у гуртку створено стенди:

1. «Електропостачання аеропорту»;
2. «Робота автономного джерела живлення аеропорту».

УДК 621.452.3

В.С. Цот, курсант; А.А. Царенко, преподаватель
Кременчугский летный колледж Национального Авиационного Университета

ТУРБИННЫЙ УЗЕЛ ВЕРТОЛЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Газовая турбина представляет собой лопаточную машину, которая предназначена для преобразования энергии газового потока в механическую энергию, которая расходуется :

- для привода компрессора и вспомогательных агрегатов
- для привода трансмиссии вертолета или воздушного винта самолета

Устройство турбины. В ГТД применяются одноступенчатые и многоступенчатые турбины. По направлению течения газа: осевые и радиальные.

Газовая турбина состоит из: статора и ротора.

Статор – представляет собой ряды неподвижных лопаток закрепленных в корпусе.Один ряд лопаток наз. Сопловым аппаратом.

Ротор – состоит из рядов лопаток закрепленных на вращающихся дисках .Один ряд лопаток наз. рабочим колесом.

Сочетание соплового аппарата и стоящего за ним рабочего колеса наз. *ступенью турбины*.

Сопловой аппарат предназначен для ускорения потока газа и направления его на лопатки рабочего колеса.

В *рабочем колесе* происходит преобразование энергии потока газа в полезную механическую работу, в зависимости от характера преобразования энергии в рабочем колесе, турбины бывают: *активные и реактивные.*

Ступень в которой ускорение потока (расширение газа) происходит только в сопловом аппарате (межлопаточные каналы рабочего колеса постоянного сечения) называется *активной*.

Ступень в которой газ расширяется как в сопловом аппарате так и в рабочем колесе, называется *реактивной*.

УДК 341.229

С.К. Чуприна, студент; В.И. Кныш, преподаватель
Славянский колледж Национального авиационного университета
E-mail: san.ttoa@mail.ru

РАЗВИТИЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА

В последние годы – годы научно-технического прогресса (НТП) – одной из ведущих отраслей народного хозяйства является космос. Достижения в исследовании и эксплуатации космоса являются одним из важнейших показателей уровня развития страны.

Решение проблем деятельности государств в космосе возможно лишь в результате международного сотрудничества, и, вот, именно подобное сотрудничество государств в освоение космического пространства привело к образованию особой отрасли международного права – международного космического права (МКП).

Впервые признание того, что в процессе космической деятельности могут возникать международные правоотношения, содержалось уже в резолюции Генеральной Ассамблеи ООН от 13 декабря 1958 г., где отмечались «общая заинтересованность человечества в космическом пространстве» и необходимость обсуждения в рамках ООН характера «правовых проблем, которые могут возникнуть при проведении программ исследования космического пространства.

Не подлежит сомнению, что между правом и внешней политикой существует неразрывная связь. Тесно связано с вопросами внешней политики и освоение космоса. Руководящим началом в проведении государствами внешней политики в любой области в наши дни должны служить общие международно-правовые принципы.

Одним из основных принципов является принцип равноправия государств. Применительно к космической деятельности этот принцип означает равенство прав всех государств, как в осуществлении космической деятельности, так и в решении вопросов правового и политического характера, возникающих в связи с ее осуществлением.

Принцип запрещения применения силы и угрозы силой в международных отношениях также распространяется на космическую деятельность государств и возникающие в этой связи взаимоотношения между ними. Это означает, что космическая деятельность должна осуществляться всеми государствами так, чтобы, при этом не подвергались угрозе международный мир и безопасность, а все споры по всем касающимся освоения космоса вопросам должны решаться мирным путем.

УДК 629.6
Ю.А. Шашко, студент; Ю.П. Губаренко, провідний фахівець, керівник СКБАКЕМ;
С.С. Василів, зав. лабораторією технічного моделювання СКБАКЕМ
(за сумісництвом)
Дніпропетровський коледж ракетно-космічного машинобудування
Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара
E-mail: gl_konstruktor@mail.ru

РАДЯНСЬКІ ПРОЕКТИ ПОЛЬОТУ НА МІСЯЦЬ

Дана робота спрямована на аналіз проектів для польоту на інші планети, що розроблялися в 60-ті та на початку 70-тих років минулого століття. Проведена спроба осмислення дій головних дійових осіб політичної картини в тогочасній космонавтиці.

Аналіз конструктивних особливостей привів до висновку про довершеність і грамотність конструкторських ідей, закладених в проект ракети Н-1. Баки виконані сферичними, що з однієї сторони складно з технологічної точки зору, але ефективно з точки зору масової ефективності. Конічні корпуси ступенів створюють рівномірно напружений стан в конструкції. Великий діаметр нижнього ступеню і велика кількість двигунів з недоокисленям газу створюють додаткову тягу за рахунок інжекції повітря а також дії тиску на донну частину ступеню при режимі недорозширення.

Однак великі труднощі, з якими стикнулися конструктори при роботі над проектом не дозволили довести Н-1 до експлуатації. Основними факторами, що вплинули на хід випрбувань були:

1) Недостатнє фінансування проекту, через що строки затягувалися, кількість випробувань була недостатньою, технологічного оснащення, особливо стендового обладнання, не вистачало;

2) Відмова В.П.Глушко над проектуванням двигунів для Н-1, як наслідок до роботи над цими агрегатами займається КБ Кузнецова, яке виготовляло авіаційні силові установки. Перекваліфікація в короткі строки, закладення великої кількості нововведень і конструктивних ідей дозволили отримати в кінцевому результаті двигун з дуже високими масово-енергетичними характеристиками. Але на етапі льотно-конструторських випробувань невідпрацьована технологія приводила до великого числа аварій, що негативно відображалося в ставленні вищого керівництва Радянського союзу до проекту.

3) Велика кількість суміжних організацій при виробництві, що вносило свої складнощі в організацію виробництва ракети.

4) Запізнілий початок розробки проекту висадки людини на Місяць – постанова кабінету міністрів була видана лише в серпні 1964, в той час як американці юридично закріпили в 1961.

Всі ці проблеми так і не дали радянському космонавту ступити на поверхню Селени і подарувати момент радості і гордості за досягнену висоту тим, хто закладував свої ідеї і душу в непросту роботу.

УДК 629.764

М.М. Шведа, курсант; А.С. Тарадуда, викладач
Криворізький коледж Національного авіаційного університету
E-mail: kaliber13@mail.ru

ВРАХУВАННЯ ВИДИМОСТІ АТМОСФЕРИ ТА ПРИСМЕРКІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВІЗУАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ

Тривалий час спостерігаючи за яким-небудь об'єктом , можна звернути увагу на те, що у деякі моменти він проявляється дуже виразно, в інші моменти його контури ледве можна побачити, а інколи його зовсім не видно. У таких випадках говорять про добру або погану видимість об'єкта. Для фізики атмосфери питання про видимість має особливе значення, оскільки прозорість атмосфери, яка обумовлює видимість, є однією з характеристик фізичного стану атмосфери. Дальність видимості має й прикладне значення, зокрема для всіх видів транспорту. Від видимості у приземному шарі атмосфери особливо залежить авіація. Існують деякі мінімальні границі дальності видимості, при яких неможливим є зліт чи посадка літаків.

В атмосфері МДВ (метеорологічна дальність видимості) має дуже широкий діапазон значень. У достатньо чистому та сухому повітрі, де ослаблення світла обумовлюється головним чином молекулярним розсіюванням, вона може досягати навіть декількох сотень кілометрів. У густих туманах МДВ досягає декількох десятків метрів. Визначення дальності видимості об'єктів у нічні часи та у часи присмерків є дуже складною задачею. МДВ у нічні часи можлива за допомогою спостереження штучних джерел світла.

Інтенсивність випромінювання аеродромних вогнів має забезпечувати їх надійність знаходження і упізнання на фоні навколишніх світлових орієнтирів. Для ефективного використання аеродромних вогнів в різних метеоумовах вдень і вночі, їхню яскравість можна регулювати, щоб забезпечити потрібну дальність видимості вогнів і компенсувати осліплюючу дію, яка може ускладнити посадку.

Аеродромні вогні мають бути ввімкнені:в темний час доби, коли центр сонячного диска розміщений на -6^0 і нижче рівня горизонту; в любий час, коли необхідно використовувати наземні вогні для забезпечення безпеки польотів; за 30 хвилин до розрахованого часу прибуття повітряних суден.

Системи візуальної індикації глісади зниження мають бути включені в денний час в період використання зв'язаних з ними вогнів ВПС, а в нічний час – незалежно від умов видимості. Система візуальної індикації глісади зниження встановлюється з таким розрахунком, щоб світлова глісада була максимально приближена до глісади зниження системи.

Видимість в атмосфері залежить від наступних факторів: – властивості об'єктів (розмір, форма, яскравість, колір, стан поверхні); – властивості фону (яскравість, колір); – прозорості повітря, тобто умов розсіювання і поглинання світла; – умов спостереження (час доби, наявність хмар); – властивості ока людини або фотоелементу тощо.

УДК. 629.764

В.В. Шепшелей, студент; В.А. Кисленко, преподаватель;
Криворожский колледж Национального авиационного университета
E-mail: vak2006@i.ua

ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И АНОМАЛЬНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Магнитосфера — область пространства вокруг небесного тела, в которой поведение окружающей тело плазмы определяется магнитным полем этого тела.

Форма и размеры магнитосферы определяются силой внутреннего магнитного поля этого небесного тела и давлением окружающей плазмы (солнечного ветра). Все планеты, имеющие собственное магнитное поле, обладают магнитосферой: Земля, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Магнитосфера обеспечивает защиту, без которой жизнь на Земле могла бы не выжить.

Форму, структуру и размеры магнитосферы Земли определяют два главных фактора:

Внутреннее магнитное поле Земли (геомагнитное) — магнитное поле, генерируемое внутриземными источниками.

Солнечный ветер – представляет собой быстрый поток горячей плазмы, уходящей от Солнца во всех направлениях.

Множество природных явлений связано с солнечным ветром, в том числе такие явления космической погоды, как магнитные бури и полярные сияния.

Полярное сияние (лат. Aurora Borealis, Aurora Australis) — свечение (люминесценции) верхних слоёв атмосфер планет, обладающих магнитосферой, вследствие их взаимодействия с заряженными частицами солнечного ветра.

Полярные сияния возникают вследствие бомбардировки верхних слоёв атмосферы заряженными частицами, движущимися к Земле вдоль силовых линий геомагнитного поля из области околоземного космического пространства, называемой плазменным слоем.

При столкновении энергичных частиц плазменного слоя с верхней атмосферой происходит возбуждение атомов и молекул газов, входящих в её состав. Спектры полярных сияний зависят от состава атмосфер планет: так, например, если для Земли наиболее яркими являются линии излучения возбуждённых кислорода и азота в видимом диапазоне, то для Юпитера — линии излучения водорода в ультрафиолете.

Полярные сияния Земли наблюдаются преимущественно в высоких широтах обоих полушарий в овальных зонах-поясах, окружающих магнитные полюса Земли — авроральных овалах. Диаметр авроральных овалов составляет ~ 3000 км во время спокойного Солнца, в таком случае полярные сияния наблюдаются в широтах 67—70°, однако во времена солнечной активности авроральный овал расширяется, и полярные сияния могут наблюдаться в более низких широтах — на 20—25° южнее или севернее границ их обычного проявления.

При наблюдении с поверхности Земли полярное сияние проявляется в виде общего быстро меняющегося свечения неба или движущихся лучей, полос, корон, «занавесей». Длительность полярных сияний составляет от десятков минут до нескольких суток.

УДК 621.452.3

С.А. Шило, курсант; А.А. Царенко,преподаватель
Кременчугский Лётный Колледж Национального Авиационного Университета
E-mail: zy_1991@mail.ru

СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПИТАНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Авиационный турбореактивный двигатель оснащается сложными системами автоматического регулирования и управления. Это в значительной степени облегчает управление двигателем и повышает его эксплуатационную надежность.

Суть значения регулирования состоит в обеспечении подачи необходимого топлива в двигатель в зависимости от режимов его, а так же поддержание необходимых оборотов турбины винта.

В состав системы входит:

1. Система низкого давления;
2. Система высокого давления;
3. Дренажная система;
4. Пусковая топливная система.

Система низкого давления предназначена для содержания необходимого топлива на борту воздушного судна, а также для его подачи в систему высокого давления после его фильтрации.

Система высокого давления обеспечивает непосредственно подачу топлива в камеру сгорания.

В системы высокого давления входят такие основные агрегаты как: насос-регулятор, регулятор оборотов свободной турбинный, синхронизатор мощности двигателей и системы трубопроводов.

Насос регулятор предназначен для обеспечения подачи топлива к форсункам двигателя; поддержания заданной частоты вращения турбокомпрессора; подачи топлива при запуске, разгона двигателя от минимального до максимального режима; ограничение приведённой частоты вращения турбокомпрессора, максимального расхода топлива и максимальной температуры газа; подачи топлива на форсунку и останов двигателя.

Регулятор оборотов свободной турбины служит для поддержания постоянного значения оборотов НВ на определённых рабочих режимах выше малого газа и автоматического выключения двигателя в случае раскрутки свободной турбины при отсоединении её от нагрузки.

Синхронизаторы мощности двигателей служат для поддержания оборотов двигателей вертолётов. Эти агрегаты были введены в вертолёт в связи с перегрузкой одного из двигателей, что способствует увеличенному износу двигателя с более высокой частотой вращения.

УДК 629.7.067

Ю.Н. Шмелев, аспирант, председатель цикловой комиссии Авиационного и радиоелектронного оборудования; Ю. В. Грищенко , к.т.н., доцент
Кременчугский летный коледж НАУ
E-mail: aireo@ukr.net

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ТРЕНАЖНОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ В ЛЕТНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Тренажер является единственным средством наземной подготовки, позволяющим наиболее полно моделировать деятельность летчика в полете и тем самым придавать профессиональному мышлению курсанта целостный характер.

Наличие определенных ограничений, недостатков тренажеров требует применения методических приемов обучения, основанных на психологическом моделировании полетных задач, способствующих ограничению выработки вредных навыков и максимальному использованию преимущества тренажера.

Преимущества тренажера состоят в возможностях активизации не столько внешних – исполнительных действий, а прежде всего внутренних – интеллектуальных процессов, которые применительно к летной деятельности составляют основу профессионального мышления. При таком подходе недостатки тренажеров имеют второстепенное значение.

Низкая эффективность использования тренажеров при обучении курсантов связана прежде всего с тем, что на практике тренажер рассматривается как копия, аналог вертолета, предназначенный для отработки упражнений и нестандартных ситуаций. Теория и многочисленные экспериментальные исследования убедительно свидетельствуют об ограниченности такого подхода. Тренажер должен рассматриваться прежде всего как одно из средств подготовки курсантского состава. Основными функциями этого средства являются отработка техники пилотирования и действий в особых случаях и усложненных условиях полета с целью формирования и развития профессионального мышления курсанта.

УДК-478

А.В. Якушев, студент; Ю.П. Губаренко ведущий специалист, руководитель СКБАКЭМ; С.С. Василив, зав.лабораторией технического моделирования СКБАКЭМ(совместитель)
Днепропетровский колледж ракетно-космического машиностроения Днепропетровского национального университета им.О.Гончара
E-mail: artyr_yakushev@mail.ru

АВИАЦИОННАЯ КОСМИЧЕСКАЯ И РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОСТИ

С переходом в 21 век авиация и космическая техника получили высокие перспективы развития и потребность среди гражданского населения

На сегодняшний день космическая техника высоко востребована и активно эксплуатируется в службах метерологического прогноза погоды, системах навигации таких как «GPS» или «Глонас» в источниках масовой информации в спутниковом телевидене и интернет связи.

Авиационная техника выполняет транспортные услуги по доставлению грузов и гражданского населения на дальние растояния и при высокой скорости. Гидросамолеты и вертолеты нашли свое место в службах пожаротушения, особо полезны стали вертолеты МИ-8 в борьбе с лесными пожарами а также в поисково-спасательных операциях на воде и в условиях горной и лесной месности за счет их способности зависать в воздухе и совершать посадку в необорудованой месности и небольшой площадю.

Особую потребность и авиационная и ракетно-космическая техника получили в военном направлении.

Космическая техника используеться для разведовательных операций, для контроля мест дислокации войск что помогает получать оперативные данные с места боевых действий, что в свою очеред исключает возможность ведения дружественного огня. Также с помощю космического наведения появилась возможность более точного наведения различных типов оружия. Авиация приобрела возможность эфективно бороться против наземных, подземных, морских и воздушных целей в независимости от того подвижны они или нет. Также могут выполняться уникальные задачи решаемые такими машинами как например вертолет МИ-24. На сегодняшний день создан вертолет МИ-35Н, который проектировался на основе МИ-24 и приобрел современное электронное оборудование, которым оснащают лучшие боевые вертолеты мира.

Основываясь на выше изложеном было предложено с целью унификации боевой техники производить машины по модульному принципу, что отразится на экономических аспектах проектов. Поскольку универсализация влечет за собой большой обьём експериментальной отработки, то таким образом даный фактор скажется на надежности и боевой ефективности комплексов.

С целью рационального использования задела предлагается производить конверсию уже существующих морально и физически устаревшых образцов.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Акустические волны, шумовые эффекты и вибрация

Берелет О.Н. Испытания агрегатов и систем летательного аппарата на воздействие акустического шума 16

Гафуров С.А. Оценка коммерциализуемости современных термоакустических устройств..... 17

Гафуров С.А. Разработка численной модели диагностирования кавитационных явлений в шнеко-центробежном насосе 18

Деркач М.Ю. Оценка методов защиты речевой информации..... 19

Ермилов М.А. Камера заглушения выхлопа вакуумной установки 20

Заброда А.А. Поплавковый гироскоп в акустическом поле 21

Калініна М.Ф. Підводний апарат як плоска перешкода 22

Кононенко Ю.Ю. Акустичні хвилі в пробопідготовці гетерогенних систем.... 23

Кривец А.А. Дифракционные эффекты в инерциальных системах 24

Крылова Е.Г. Анализ механизмов возникновения инфразвука в верхней атмосфере Земли 25

Кубрак А.В. Акустические источники инфразвуковых сферических волн 26

Кузнецов Б.В. Применение инфранизкочастотных акустических колебаний в имитаторах психофизиологических воздействий для комплексных систем обучения 27

Кузьменко К.В. Проникающее акустическое излучение и его влияние на погрешности инерциальных приборов 28

Литвиненко Д.В. Построение расчетных моделей гироскопических приборов в реверберационном пространстве..... 29

Моргун И.О. Вынужденные колебания цилиндрического пьезопреобразователя с неоднородными электрическими граничными условиями 30

Мурашко М.М. Влияние проникающего акустического излучения на приборы инерциальной навигации 31

Мурашко М.М. Звуковые поля в приборном отсеке 32

Остапченко Н.О. Дослідження перехідних процесів в агрегатному верстаті ... 33

Пархоменко О.М. Роль ГІС в моделюванні шумового випромінювання вітроенергетичних установок 34

Реентова Г.А. Многофункциональный цифровой расходомер..... 35

Родионов Л.В. Влияние профиля разгрузочных канавок на шум шестеренного насоса 36

Родионов Л.В. Снижение шума гидравлической системы за счет установки гасителя пульсаций рабочей среды..... 37

Рибалка Т.А. Дослідження динамічної точності у механізмах верстатів ... 38

Рыбальченко М.Д. Диагностика последовательных смазочных систем по изменению их акустических характеристик 39
Савчук Т.Л. Моделирование механической системы сердца насекомого методом электромеханических аналогий 40
Сафин А.И. Программа для измерений акустических свойств звукопоглощающих материалов в импедансной трубе 41
Сейфетдинов М.Б. Газодинамическая доводка глушителя шума термоакустического двигателя 42
Сейфетдинов Р.Б. Разработка метода управления термоакустическим взаимодействием по обратной акустической связи 43
Семків М.Я. Локальні розв'язки задач динамічного поширення однорідних та інтерфейсних тріщин 44
Степанов Е.А. Процессы преобразования аналоговых сигналов от датчиков в устройствах контроля вибрации 45
Тузниченко Т.В. Общие закономерности в моделировании акустических полей воздушного винта самолёта и ротора ветроустановки 46
Шинкаренко А.А. Исследование нестационарных волновых процессов в расширительном баке теплового насоса 47

2 Гидроаэрогазодинамика и тепломассоперенос в системах летательных аппаратов

Абраменко Д.С. Математическое моделирование незатопленной струи моющей жидкости при очистке полостей РКТ 50
Арсенюк М.С. Численное моделирование вихревых структур при обтекании корпуса высокоскоростного транспортного средства вблизи путевой структуры 51
Артамонов А.И. Метод повышения эффективности наддува бака O_2 52
Вороньков А.А. Предварительные оценки возможности реализации малоразмерных СПВРД 53
Дидинская Е.О. Об одном механизме движения взвешенных в жидкости объектов в условиях невесомости 54
Дидинский А.В. Математическое и численное моделирование образования неоднородностей при затвердевании многокомпонентной смеси в условиях микрогравитации ... 55
Каленюк И.А. Численное моделирование обтекания модификаций сверхкритического профиля 56
Марин С.С. Автоматизированная система контроля герметичности замкнутой гидросистемы 57
Мататюк А.Н. Обзор методов снижения высоты разрушения ступени РН на пассивном участке траектории на примере первой ступени РН «Зенит» 58
Петрусев Е.С. Об одной задаче гидродинамического взаимодействия 59

Пилипенко А.А. К расчету нестационарных трансзвуковых турбулентных отрывных течений при обтекании аэродинамических профилей 60
Решняк В.Г. Процессы флотации и седиментации в условиях микрогравитации 61
Рогоза Е.Б. Численная оптимизация носовой части тонкого тела с использованием закона сопротивления Ньютона 62
Сербиченко Д.Н. Анализ структуры биологических объектов, развивающихся в условиях микрогравитации 63
Ткаченко И.И. Расчет систем пористого охлаждения методом граничных элементов 64
Толошна В.А. Розрахунок течії рідини в каналах різної геометрії 65

3 Гравитация и фундаментальная физика

Банникова Н.Н. Гидродинамика сверхтекучего бозе-газа 68
Белкина О.С. Возможности Ангармонической модели генерации дистрибутивных функций для описания статической электронной корреляции 69
Бормотова И.М. Влияние космологической постоянной на движение пробной частицы в поле заряженного коллапсара 70
Бормотова І.М. Кінетична теорія нерелятивістських систем, що гравітують, у наближенні самоузгодженого поля 71
Гедеон С.В. ***R***-матричні розрахунки розсіяння електронів на атомах кальцію: побудова ***B***-сплайнових базисів 72
Горев В.Н. Релаксационные процессы в квазиравновесной двухкомпонентной плазме 73
Гусевик Н.Г. К уравненям гидродинамики сверхтекучей бозе-жидкости 74
Егурнов А.А. Пустоты во вселенной с космологической постоянной 75
Заяць Т.М. Розрахунок положень автоіонізаційних станів атому берилію в задачі іонізаії Be електронами 76
Заяць Т.М. Про релятивістську модель атому водню у канонічному представлені Фолді-Вотхойзена 77
Каземир В.С. Предельный случай решения Толмена-Бонди в электростатическом поле 78
Карбованець О.М. Розподіл заселеності електронних станів у повільних іон-молекулярних зіткненнях з перерозподілом 79
Коломоец Н.В. Обобщённое решение де Ситтера. Его свойства 80
Литвинов Б.Р. Особенности движения вибромеханизма при малом коэффициенте трения 81
Нодь Є.А. Розрахунки розсіяння електронів на атомах лужноземельних елементів 82
Орлянская Д.О. Критерий космологического расширения 83

Осипчук М.М. Дослідження полів тиску та градієнтів тиску в планетарних системах 84
Павлик О.Ф. Резонансна передача квантової інформації від одного дворівневого атома-кубіта до іншого 85
Петрусенко А.И. Motion peculiarities of the test particle in Kerr-Newman space-time 86
Салюк Ю.М. Кореляції в описі електромагнітного поля та можливості їх вимірювання 87
Соколовский С.А. Гидродинамика фононов твердого тела 88
Ступка А.А. Уравнения электрогидродинамики и гравитогидродинамики с учётом флуктуаций поля и звуковые волны 89
Ступка А.А. Рівняння магнітогідродинаміки та моди з урахуванням флуктуацій поля 90
Уваров І.В. Координатно-імпульсний опис стану тричастинкової системи на основі групи SP(4,C) 91
Удовенко В.С. Минимизирующий параметр в операторном методе Феранчука-Комарова 92
Фрут И.И. Модель черной материи 93
Холод Д.В. Релятивистский фермион в сферически симметричной потенциальной яме конечной глубины в пространстве двух измерений 94
Челбаевский З.Ю. К кинетике системы во внешнем случайном поле 95

4 Двигатели и энергетические установки. Энергообеспечение космических аппаратов

Abrossimova I.I. Mitigating intergranular attack and growth in alkaline battery electrodes for extended cycle and operating life 98
Асмоловский С.Ю. Разработка централизованой системы обеспечения электрической энергией космических аппаратов 99
Баглай А.В. Разработка радиоизотопного источника энергии для космической энергетической установки, работающей по циклу Брайтона 100
Водяха М.И. Солнечно энергетическая станция для обеспечения наземных объектов повышенной инсоляцией 101
Втюрин И.В. Перспективы трехкомпонентных жидкостных ракетных двигателей ракет-носителей 102
Гошкович Т.М. Исследование кинетики испарения ракетного топлива на основе парафинов 103
Грешняков П.И. Разработка дискретной пневмогидравлической системы управления 104

Gudkova A.V.	Estimation of the optimal altitudes range for electric propulsion system on the basis of electroheat thruster application	105
Деринько А.С.	Разработка ФЭП, работающего при больших значениях интенсивности солнечного излучения	106
Dinparasti Saleh Hatef	Circuit equivalent of magnetic inductive pulsed plasma thruster	107
Дубейко А.В.	Разработка требований к имитаторам оборудования для проектирования и отработки систем энергоснабжения молодежных микроспутников	108
Евдокименко Д.С.	Устройства заряда литий-ионных аккумуляторов молодежных микроспутников	109
Жаданова В.А.	Селективные покрытия для солнечных коллекторов	110
Исаев А.О.	Результаты специальных ускоренных испытаний по продлению сроков эксплуатации составных частей РДТТ ракет-носителей космического назначения	111
Кальмук В.Т.	Анализ различных конструкций отводящих устройств шнекоцентробежных насосов ТНА ЖРД, рекомендации по их применению	112
Каторгина Ю.Г.	Прогнозирование характеристик аккумуляторов	113
Киреев К.А.	Использование солнечного ветра для получения электрической энергии в космосе	114
Кіясова К.С.	Дослідження теплообмінних процесів у паливній системі ракетного двигуна малої тяги	115
Колмакова Д.А.	Нелинейное представление термодинамических характеристик перспективных топлив для космоса	116
Колмакова Д.А.	Применение керамических материалов в МГТД	117
Коровай А.А.	Геликоновые генераторы плазмы в применении для электроракетных двигателей	118
Краева Е.М.	О пульсациях давления в полостях вращения высокооборотных турбомашин	119
Краева Е.М.	Повышение устойчивости ускоренного газового потока в канале электрореактивного двигателя	120
Лазаренко І.С.	Комп'ютерне моделювання теплових процесів в системі подачі унітарного ракетного палива	121
Недыбалюк О.А.	Реформирование углеводородов в плазменно-жидкостной системе с обратно вихревым потоком типа «торнадо»	122
Недыбалюк О.А.	Парафиновый двигатель с плазменной активацией горения	123
Овчарук А.А.	Доцільність застосування ЕРДУ для стабілізації мікросупутників	124
Оранская Д.А.	Пути повышения эффективности и надежности автономных комбинированных энергоустановок	125

Паршина И.А. Определение температурного режима космического аппарата для исследования физических характеристик Солнца..... 126
Погрібна В.Н. Розрахунок температурних полів сонячної батареї з фотоелектричними перетворювачами 127
Подольский С.В. Пути повышения экономичности автономных турбин ЖРД... 128
Помин О.В. Оптимизация толщины внутреннего теплозащитного покрытия корпусов двигателей на твердом топливе по результатам стендовых испытаний..... 129
Прокофьев Ю.С. Оценка параметров тепло– и влагопереноса в многослойных оболочках из композиционных материалов в условиях окружающей среды 130
Рева В.С. Методы оптимизации эксплуатационных характеристик системы электроснабжения современных космических ракетных комплексов..... 131
Рогулин В.В. Определение времени работы малогабаритных РДТТ импульсного типа 132
Рошанпур Ш. Геликоновый источник электронов для работы на агрессивных рабочих телах 133
Силевич В.Ю. Определение облика ЛА с ПУВРД и моделирование процесса колебания лепестка клапана 134
Синяков А.Ф. Цифровые системы регулирования потока на основе методов дискретного управления 135
Сіреніна О.О. Розробка високоефективного електронагрівного двигуна зі спіральним агрівачем 136
Сличенко А.С. Ионно-плазменные двигатели с высокочастотной безэлектродной ионизацией рабочего тела..... 137
Соломенко Е.В. Плазменное реформирование углеводородов с управляемым сингазным соотношением 138
Шевченко М.В. Выбор типа ЭРД для космического тральщика..... 139
Юхименко В.В. Реформирование этанола в синтез газ в плазма–жидкостной системе на базе «DGCLW» разряда при наличии и без низкочастотного ультразвукового поля ... 140
Ягупов Д.В. Особенности применения различных сортов авиационных бензинов и топлив в зависимости от назначения летательного аппарата 141
Яструбинский А.С. Возможности улучшения эксплуатационных характкристик аккумуляторов методом воздействия на электролит..... 142

5 Динамика, баллистика и управление движением летательных аппаратов

Боранбаева А.Т. Моделирование кратчайших путей в спутниковой сети между ее наземными пользователями 144

Власенко В.В. Маневр зменшення висоти орбіти постійною малою тягою ... 145
Грошелев Д.Г. Методы угловой ориентации космических аппаратов 146
Гудзенко О.В. Методи і алгоритми управління орієнтацією пружного мікросупутника 147
Гузиченко А.О. Интегрированная инерциально-спутниковая система навигации 148
Данельский С.П. Анализ колебаний панелей солнечных батарей относительно программного положения 149
Данченко А.В. Анализ применение фильтра Калмана для фильтрации сигналов MEMS в статически неустойчивых летательных аппаратах 150
Дрозда И.В. Подготовка несинхронизированных первичных координат для обработки обобщенным методом 151
Идиатуллин Г.Р. Обеспечение управляемости третьей ступени РКН при групповом выведении КА для различных схем размещения полезного груза 152
Исмаилова А.Ж. О влиянии гравитационного момента на магнитную стабилизацию 153
Карабанова Ю.С. Задача инерциальной ориентации бесплатформенной навигационной системы 154
Киселева Е.А. Моделирование кратчайших путей распространения информации по космическому сегменту спутниковой системы 155
Коваленко Т.А. Механическая и газодинамическая СУВТ как ИО СУ космического буксира 156
Кописов О.Е. Визначення параметрів руху літального апарата за допомогою інерціального навігаційного блоку 157
Кравченко С.А. Автоколебание космического буксира на участках движения с выключенным маршевым двигателем 158
Литовченко Д.А. Определение приемлемых условий полета РКН на участке разделения ступеней 159
Лурье О.И. Метод быстрого прогноза интервалов времени видимости орбитальных объектов 160
Мажаров Н.П. Моделирование системы «привод – панель солнечной батареи» с учетом упругой податливости механической передачи и динамики привода 161
Маслова А.И. Зависимость амплитуды вынужденных аэродинамических колебаний КА от параметров КА и его орбиты 162
Мильштейн А.В. Алгоритм совместной реализации пространственной и временной избыточности данных траекторных измерений 163
Мищенко А.В. О резонансной неустойчивости радиальной электродинамической космической тросовой системы 164

Мыслывец Е.В. Иерархический метод централизованного планирования сеансов наблюдения космических аппаратов из территориально разнесенных наземных станций 165
Ван Тхинь Нгуен Повышение точности определения углов положения МЛА с фильтром Кальмана 166
Несевря И.С. Гіросилове управління орієнтацією КЛА..... 167
Нікітченко В.І. Обґрунтування використання синергетичного підходу при реалізації управління керованих авіаційних бомб 168
Озеряный С.А. Экстраполяция параметров движения центра масс космического аппарата 169
Передереев Е.И. Космический буксир как объект управления 170
Петров А.А. Маневр плоскої корекції еліптичної орбіти супутника 171
Петров А.А. Параллельный метод централизованного планирования сеансов наблюдения космических аппаратов из территориально разнесенных наземных станций 172
Саспаева А.Д. Построение системы уравнений вращательного движения спутника в гравимагнитном поле 173
Середа В.А. Законы распределения тягового усилия наземных пусковых устройств беспилотных летательных аппаратов 174
Сидоров А.А. Выбор параметров указателя потока аналитическим методом..... 175
Степанюк Я.В. Моделирование динамики углового движения панелей солнечных батарей космического аппарата..... 176
Стрелецкая Л.С. MEMS-технологии в задаче навигации БИНС 177
Суховеева К.В. Автоколебания в следящем гидроприводе с одноштоковым гидроцилиндром в режиме холостого хода..... 178
Таран А.Н. Восстановление работоспособности системы угловой ориентации космического аппарата..... 179
Тен А.В. Програма прогнозування параметрів орбіти за даними каталогів NORAD 180
Тищенко А.В. Система ориентации и стабилизации студенческого наноспутника..... 181
Тузниченко Т.В. Анализ колебаний системы «Малогабаритный космический аппарат с подвижными элементами конструкции» 182
Федоров А.В. Сравнительный анализ методик ускоренного определения меридиана наземным маятниковым гирокомпасом со свободным в азимуте чувствительным элементом..... 183
Фесенко Е.Ю. Блок управления угловым положением наноспутника 184

Фирсов С.Н. Минимально-избыточная схема установки двигателей-маховиков системы стабилизации несимметричного малогабаритного космического аппарата 185
Яшков В.А. Разработка и исследование источника пневмопитания струйного датчика угловой скорости 186

6 Защита и контроль космического пространства

Безуглый В.А. Концепция сборщика мелкого космического мусора 188
Ивлиев, А.С. Космический тральщик для очистки околоземного пространства 189
Мірік А.С. Про кореляційну задачу в теорії проходжень астероїдів по диску Сонця 190
Панасенко Д.П. Спільне застосування методу дозволу зображень близько розташованих об'єктів не рівноцінних за яскравістю і методу короткої експозиції під час контролю космічного простору 191
Салата С.А. Корекція орбіти потенційно небезпечного астероїда Apophis за допомогою штучного бомбардування його поверхні 192

7 Информационные технологии. Системы телекоммуникаций

Алейник И.В. Системная модель предприятия для модернизации его компьютерной информационной системы 194
Артемова А.В. Информационная технология оценки качества продукции 195
Бурмистров А.В. Выбор оптимального оборудования для дискретного управления объектом регулирования 196
Бутенко Ю.И. Подход к формированию нормативного профиля в задаче автоматизации сертифицирования программного обеспечения систем критического применения 197
Воюев А.С. Параллельное и распределенное программирование. Реализация агентно-ориентированной архитектуры 198
Воюев А.С. Интеллектуальные агенты 199
Воюев Е.С. Управление программными проектами 200
Гоголенко Е.Ю. Активные фотонные антенны для беспроводных вычислительных сетей 201
Гришаева А.Д. Модель распространения радиоволн в условиях города ... 202
Давиденко В.О. Применение регрессионного анализа для уточнения зоны распространения опасных химических веществ в атмосфере 203

Демьяненко И.А. Космические системы связи 204
Еленевич М.А. Автоматическая валидация данных в системах обработки телеметрической информации космических аппаратов 205
Жуков А.И. Оценка джиттера АЦП в многоканальных системах 206
Загородний Е.В. Геоинформационная система фермера 207
Зеленская Н.Н. Метрологическая аттестация программного обеспечения ... 208
Зима Н.Ф. Проектирование изделий на базе математической модели в CAD AIP 209
Капцова В.В. Моделирование нагрузки в системах связи со сменой уровней приоритетов пользователей 210
Клочок А.Ю. Формирование комплекса интеллектуальных обучающих программ при решении навигационных задач 211
Королева Е.К. Информационное обеспечение патентных исследований при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ предприятия 212
Котляров А.В. Анализ методов построения интегрированных комплексных решений для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства 213
Котов Д.С. Дистанционное зондирование Земли и информационные технологии в решении задач определения зон поражения... 214
Крупа Е.В. Особенности телеметрии энергосистемы молодежного космического аппарата 215
Кузнецова Ю.А. Графовые модели представления управляющих алгоритмов при испытаниях подсистем космических аппаратов 216
Куссуль О.М. Модель довіри на основі репутації в Grid-системах супутникового моніторингу..... 217
Лоза С.П. Архитектура системы корпоративных вычислений на платформе Windows Server 2008 HPC 218
Лозбин А.Ю. Новое программное обеспечение для визуализации и картографической привязки данных спутника «DEMETR» 219
Мазепа Т.Ю. Шляхи подальшого розвитку супутникових систем навігації для цивільного використання..... 220
Михнич Б.Б. Информационная технология автоматизации обработки телеметрической информации космических аппаратов 221
Моругин П.А. Некоторые особенности проектирования интерфейсов web-представительств..... 222
Нестеренко А.С. Фазовая синхронизация и помехоустойчивость в спутниковом канале связи 223

Нитавский А.А. Информационная технология исследования устойчивого распределения 224
Овчарук Н.В. Разработка архитектуры распределенного хранилища данных для применения в задачах исследования Земли 225
Олейник М.П. Метод анализа режимов функционирования систем связи.... 226
Приходько М.В. Адаптация продуктов Autodesk Inventor Professional и Autodesk AutoCAD и их интеграция в корпоративную систему выпуска конструкторской документации 227
Прудков В.В. Результаты внедрения программного комплекса автономной отработки подсистем блока управления перспективных КА..... 228
Смуров А.А. Синтез локальной двусторонней пейджинговой сетевой структуры на основе объединения традиционных систем персонального радиовызова и технологии полупассивной радиочастотной идентификации (RFID-технологии)..... 229
Soroka M.V. Evaluation efficiency of complex security systems construction in telecommunication systems 230
Сохацький О.А. Комп'ютерне моделювання в аеромеханіці 231
Стойкова В.В. Компьютерное психометрическое тестирование в задачах предсказания 232
Темненко А.А. Исследование и усовершенствование методов измерения джиттера в терминальном оборудовании телекоммуникационных систем..... 233
Шкуренко А.Г. Измерение коэфициента битовых ошибок в радиоканале данных телекоммуникационных систем... 234
Щербаков Е.И. Моделирование специализированных беспроводных сетей методом фрактального анализа..... 235

8 Испытания летательных аппаратов и их систем. Методы неразрушающего контроля

Абдрахманова А.С. Технология голографического контроля обнаружения расслоений в многослойных конструкциях..... 238
Балагута В.О. Противообледенительная система самолета 239
Баліна А.В. Експериментальне дослідження стійкості циліндричних оболонок з двома круговими отворами при неоднорідному осьовому стиску 240
Василенко И.А. Коэффициенты безопасности при расчете и отработке прочности конструкций летательных аппаратов 241
Волошина М.А. Сертификация ракеты космического назначения «Циклон-4» 242
Гудков С.А. Компьютерное моделирование вихретоковых датчиков... 243

Демедюк А.Ю. Определение массовой концентрации растворенного газа в жидкости 244
Дзюба П.А. Экспериментальное исследование устойчивости цилиндрических оболочек, ослабленных одним продольным разрезом, при осевом сжатии 245
Диордица А.Н. К вопросу чистовой обработки нежестких ступенчатых валов 246
Догадин А.Г. Использование логических анализаторов при комплексной отработке интерфейсов обмена данными 247
Зерний О.А. Формирование эксплуатационных требований к наземному оборудованию испытания молодежного микроспутника. 248
Кривенко Д.М. Спекл-интерферометрический контроль механических напряжений в сложных конструкциях 249
Курінна М.С. Стенд випробування датчиків прискорення 250
Новгородська О.І. Використання рідких кристалів для неруйнівного контролю матеріалів і виробів 251
Ошманова А.С. Методика неразрушающего контроля качества алюминиевых и магниевых сплавов ультразвуковым методом 252
Павловський О.М. Використання мікропроцесорної техніки в системах керування та діагностування авіаційних двигунів 253
Пивоваров Е.Ю. Методические основы оценки задаваемого и подтверждения установленного гарантийного срока эксплуатации различных узлов и агрегатов 254
Пивоваров Е.Ю. Обеспечение работоспособности резинотехнических изделий (РТИ) из новых марок резин, комплектующих агрегаты автоматики, по результатам ускоренных испытаний 255
Сабадаш А.Е. Определение показателя паропроницаемости пленочных полимерных материалов 256
Саверська М.О. Експериментальне дослідження стійкості циліндричних оболонок з чотирма круговими отворами при неоднорідному осьовому стиску 257
Савицкий В.В. Оперативное определение остаточных напряжений в сварных соединениях труб на основе использования методов математического моделирования и электронной спекл-интерферометрии 258
Савицкий В.В. Неразрушающий контроль качества элементов летательных аппаратов с использованием электронной ширографии 259
Саган Н.В. Розшифровка ГІП за допомогою методу скінчених елементів 260

Стрыбайло Н.А. Экспериментальная отработка узла качания двигательной установки 261
Федорович А.И. Уменьшения влияния различного типа помех на полезный сигнал при помощи сингулярно-спектрального анализа 262
Цюк Т.А. Тепловое моделирование наноспутника НТУУ «КПИ» 263
Чеснокова А.А. Преимущества контроля качества насадков тепловым методом 264

9 Конверсия в ракетно-космической технике

Бонькин С.Г. Конверсия в ракетно-космической технике 266
Гудков А.В. Центр космических услуг как инструмент прикладного использования результатов космической деятельности 267
Исаков А.В. Устройство для очистки поверхности изделий 268
Кривовичев Д.Ю. Стёкла с защитно-декоративным покрытием 269
Махнёва А.В. Совершенствование технологии бесконтактной выплавки взрывчатых веществ из корпусов боеприпасов 270
Мороз О.Л. Экологически чистое транспортное средство с системой рекуперации энергии 271
Судакова Ю.А. Шлях утилізації паливних частин балістичних ракет 272

10 Космические аппараты: разработка и эксплуатация

Белая Н.В. Технологический цикл функционирования наземного информационного комплекса космической системы «Січ-2» 274
Бендасюк Н.М. Система радіозв'язку наносупутника НТУУ «КПІ» 275
Елисеева Е.Н. Конструкция наноспутника НТУУ «КПИ» 276
Жильцова О.Е. Верификация требований к точностным характеристикам космической системы «Січ-2». Гарантированная площадь съемки 277
Жукова Е.С. Особенности управления малым космическим аппаратом «Юбиленым-2» на базе университетских ЦУП 278
Журавлев В.А. Виды компоновки на космических аппаратах средств ориентации и стабилизации космического аппарата 279
Каргина Н.А. Сравнение структуры КА (ИСЗ) двух классов: массой 10-150 кг и массой 400-1200 кг 280
Лялюхина И.В. Проектирование композитной балки с регламентированным прогибом 281
Мирошникова Е.М. Система энергоснабжения космического аппарата с применением ФЭП на основе арсенид галлия 282

Муравйов О.В. Вплив експлуатаційних факторів на якість зображення фокусуючих систем космічного базування 283
Нагорнов В.С. Метод сохранения телеметрической информации при возможных отклонениях в работе КА 284
Ожінський В.В. Визначення параметрів руху ка бортовими засобами 285
Олейник М.П. Анализ и обоснование структуры средств регистрации параметров телеметрического контроля 286
Палагин М.Ю. Анализ методов определения ориентации университетского микроспутника 287
Романенко А.Н. Обработка изображений в главном центре приема и обработки данных космической системы «Січ-2» 288
Руднева Е.В. Оценка ограничений на работу двигательной установки геостационарного космического аппарата 289
Тарануха О.І. Наземна станція управління наносупутником НТУУ «КПІ» 290
Третьяк И.Г. Исследование систем раскрытия солнечных батарей космического летательного аппарата 291
Угланов В.С. Метод планирования процессов переменной длительности в сеансах связи при однопунктном управлении космическим аппаратом 292
Фесенко Е.Ю. Бортовой цифровой вычислительный комплекс наноспутника 293
Чабан В.Н. Формирование координационных планов работы полезной нагрузки космического аппарата «Січ-2» 294
Чернобыль Л.В. Структура и информационные потоки наземного информационного комплекса космической системы «Січ-2» 295
Шкирманцев Д.В. Оценка угловой ориентации спутника с учетом освещенности солнечных панелей 296
Яворский М.О. Системы электроснабжения наноспутника 297
Янчевский С.Л. Системный подход к оптимизации планирования работы целевой аппаратуры космических систем ДЗЗ высокого разрешения 298

11 Экология. Космическая биомедицина и психология

Архангельська Ю.М. Оцінка стану питної води системою «AquaGIS» 300
Борисенко М.Л. Пробоподготовка растворов биополимеров комбинированным физико-химическим воздействием 301
Борисюк Я.О. Космічні події і періодичність вимирань 302
Величко Ю.В. Хаос і екологія навколоземного простору 303
Гордич И.И. Энерго – элементо – информационная линия жизни H-C-O-N-P биосистем 304

Гречишкина С.С. Особенности функционального состояния нервной системы и адаптации сердечно-сосудистой к физическим нагрузкам у студентов неспортивных специальностей, занимавшихся в секции футбола 305
Дворцова Э.В. Функциональное состояние нервной системы студентов в зависимости от времени работы на компьютере 306
Жидкова Т.А. Использование аэрокосмической информации для оценки степени антропогенной нарушенности болотных экосистем 307
Колотій А.В. Моніторинг стихійних лих в РЦП UN-SPIDER..... 308
Кравченко К.О. Індивідуально-типологічні особливості моторних компонентів мнемічної обробки інформації космонавтами 309
Лемешко А.С. Современная плазменная стерилизация медицинских инструментов 310
Маторина Е.В. Поликомлексы как перспективные системы медицинского назначения..... 311
Мережаний Ю.Г. Забезпечення мікроклімату в виробничих боксах при складанні гіроскопічних приладів..... 312
Милованов А.Ф. Влияние экзаменационного стресса на организм студентов факультета естествознания 313
Мирошникова Е.М. Переработка жидких промышленных отходов 314
Наушек К. Космическое излучение и климат Земли 315
Николайчук М.А. Заболеваемость рожей в г. Днепропетровске 316
Парилов А.С. Проблема утилизации меланжа в Украине и пути ее решения..... 317
Перелигіна О.О. Дослідження стану серцево-судинної системи людей, які постійно та рідко вживають каву ESPRESSO 318
Плотниченко Н.В. Исследование функционального состояния желудка при повышеных уровнях оксида азота(II)..... 319
Подзноева З.Л. Влияние солнечной активности на сердечно-сосудистую систему человека и их зависимость от сезона года 320
Радченко В.В. Модуляція поведінкових та центральних процесів в організмі під тривалим впливом магнітного поля..... 321
Рудик В.Ю. Вплив та дія змінних магнітних полів на біологічні об'єкти..... 322
Сірчак Є.С. Вазорегуляторні можливості ендотелію судин у хворих на цироз печінки на фоні порушеної ендоекології кишечника 323
Сніжковська Ю.М. Аналіз вегетативних змін в організмі під комбінованим впливом магнітного поля і стресової ситуації 324
Ткаченко Є.О. Вибір і обгрунтування набору параметрів для визначення магніточутливості пацієнта 325

Товстик А.Н. Магнитные бури и человеческий организм 326
Фомина О.А. Расчетный анализ комбинированного загрязнения воздушной среды г. Днепропетровска 327
Чорненко М.В. Влияние природных электромагнитных явлений на организм человека 328
Эдилерская Э.С. Гелиогеофизические факторы в клинике психических расстройств..... 329

12 Математические модели и численные эксперименты

Алипбаев К.А. Имитационное моделирование движения космического аппарата..... 332
Байбуз Т.О. Інформаційна технологія кластеризації баз даних хворих з вадами серця 333
Бієнко С.М. Математична модель руху інерціоїда 334
Василенко Е.Г. Проектирование несимметрично нагруженных тонких кольцевых пластин, функционирующих в агрессивной среде 335
Ватковський С.О. Згортка двох випадкових величин розподілу Вейбулла..... 336
Власова В.Ю. Изгибные колебания вращающейся балки с грузом на конце 337
Воюев Е.С. Моделирование и визуализация динамики многопараметрических систем 338
Гулакова Т.К. Выявление закономерностей в данных и построение правил в виде дизъюнктивных нормальных форм 339
Даценко М.А. Моделювання сил різання при контурному фрезеруванні..... 340
Дуплавий І.В. Використання нейронних мереж для аналізу електрокардіосигналу 341
Дырул А.И. Интерактивные методы идентификации личности в сфере ТЗИ 342
Євсєєв А.С. Підвищення точності обробки деталей за допомогою САК з відхиленням за зворотнім зв'язком 343
Капцова В.В. «Универсальная» имитационная модель системы массового обслуживания..... 344
Коба Т.Ю. Энергоактивный элемент системы теплоснабжения 345
Коваленко А.К. Влияние параметров калибра на степень деформации сдвига на поверхности полосы 346
Коваленко О.В. Математичне моделювання створення неоднорідних матеріалів..... 347
Кожарин В.Ю. Теплонапряженное состояние защитных систем технологического оборудования СК при старте РН 348
Корнілов Б.В. Обтікання затуплених осесиметричних тіл в надзвуковому потоці 349

Кострова М.М. Однородный и армированный нитями эластичные цилиндры под действием центробежных сил 350
Кузнецова А.Н. Математические модели в финансах 351
Кузьмич Р.И. Единичный способ бинаризации разнотипных признаков в задачах классификации данных 352
Левандовська І.В. Моделювання процесу абляції біологічних тканин 353
Левина Е.Е. Гашение свободных колебаний при помощи вращающейся материальной точки 354
Ляшенко В.В. Математические модели контроля и диагностирования КА 355
Мельничук Д.А. Течение вязких неньютоновских жидкостей в конусных осесимметричных каналах 356
Мендиковская Т.Ю. Компьютерное моделирование процесса кратерообразования при ионном распылении 357
Миронова Т.Б. Методика конечно-элементного моделирования виброакустических характеристик трубопровода с пульсирующим потоком рабочей жидкости 358
Мороз Е.Ю. Усовершенствованная модель перемагничивания тонкого ферромагнитного листа 359
Огірь О.Ю. Автоматизація технологічних процесів складання приладів 360
Огирь Ю.Ю. Анализ оценки эффективности внедрения сапр сборочных работ на современных приборостроительных предприятиях 361
Пасько В.И. Математическое моделирование процессов рассеяния радиоволн сверхвысоких частот от поверхностей объектов произвольной формы 362
Перерва В.А. Математическое моделирование физических явлений в сварочной дуге при сварке полым катодом 363
Перерва, В.А. Математические модели тепловых источников при электронно-лучевой сварке толстостенных деталей 364
Петречук Д.О. Моделирование электрических полей в газоразрядных электронных пушках 365
Пономаренко Е.А. Устойчивость изотропной цилиндрической оболочки при изгибе поперечной силой 366
Попов В.К. Оптимизация режима резания при сверлении 367
Ракита Е.Ю. Плоская деформация неоднородной полосы 368
Рябощук М.М. Порівняння математичних моделей процесів дифракції електронів на невпорядкованих системах та кристалах 369
Савчук Т.Л. Методики комп'ютерного моделювання процесу формування імпульсу 370
Сафронова І.А. Алгоритм розрахунку напружено-деформованого стану сильфонів 371

Сергиенко Д.Ю. Моделирование энергоприхода солнечных батарей космического аппарата в условиях орбитального полета ... 372
Сидоров С.М. Використання самоподібних фракталів в математичному моделюванні ... 373
Степаненко А.М. Методика визначення зносостійкості при фрезеруванні ... 374
Таран О.А. Оценка нагрузок, действующих на РКН при стоянке, для различных моделей качки СП ... 375
Фальківська О.П. Про моделювання та дослідження динаміки одного із захворювань ... 376
Халецкая О.Ю. Численное исследование низходящего движения газа в вертикальном трубопроводе ... 377
Хитрова Т.В. Використання методів функцій Гріна при конструюванні космічних літальних апаратів ... 378
Шумельчик К.І. Моделювання взаємодії пружного тіла з рідиною у гравітаційних полях ... 379
Юшина К.Ю. Моделирование кольцевого вдува в закритическую область сопла Лаваля ... 380

13 Нетрадиционные идеи и проекты

Балдін О.О. Проблеми мотивації до навчання студентів технічних ВНЗ ... 382
Бас Ю.Я. Екологічно чистий метод запуску космічних об'єктів ... 383
Болоненкова Л.П. Полімерний сонячний колектор з об'ємним теплопоглинанням, як елемент системи теплозабезпечення ... 384
Варшавская И.Г. О повышении эффективности использования ветродвигателя в маловетреных условиях Украины ... 385
Василів С.С. Напрямки підвищення конкурентоспроможності спеціалістів-випускників технічних ВУЗів ... 386
Великий Є.В. Дослідження конструкції крила атмосферного безпілотного літального апарата ... 387
Воронцова Ю.О. Ефективність використання вітрових електрогенеруючих обладнань ... 388
Голосная Д.С. Исследование возможностей применения ветродвигателей для генерации энергии в городских условиях ... 389
Дмитренко А.А. Розрахунок ефективності теплового насосу з приточно-витяжним випарювально-конденсаторним блоком ... 390
Дубов М.Ю. Повышение эффективности солнечного коллектора ... 391
Д'ячук О.Ю. Особливості конструювання малих ракет ... 392
Иванова А.В. Обоснование целесообразности применения теплового насоса для теплоснабжения здания ... 393

Капинос И.В. Контроль процесса резания на основе инфракрасной термографии 394
Карбовская Н.В. Разработка универсального модульного РН для вывода полезного груза в широком диапазоне масс 395
Клюев Э.С. Получение водорода из твердого топлива термическим методом 396
Колесникова К.Н. Обработка медицинских и хирургических инструментов низкотемпературной плазмой 397
Колесніченко О.О. Теорія струн, конденсат Бозе-Ейнштейна, та їх вплив на сучасну космогонічну теорію 398
Котлярова Е.В. Устройство индукционного токосъема двигателей переменного тока 399
Куракина Т.В. Интеллектуальный протез нижних конечностей на основе углеродистых нанотрубок 400
Курінний В.В. Про можливість проведення термоядерних випробувань і видобування електричної енергії на Місяці 401
Кушніренко С.І. Розробка конструктивно-компонувальної схеми космічної орбітальної станції 402
Лавріненко Т.М. Нова гіпотеза про походження і будову Сонячної системи 403
Лысов Е.Л. Разработка сегментных фотоэлектрических преобразователей 404
Можаров О.Я. Проектування портативного дистанційно пілотованого літального апарата вертикального зльоту-посадки для розвідки та спостереження у реальному масштабі часу 405
Моісєєва Т.С. Розробка гібридної РН на різнофазових компонентах палива 406
Овчарук А.А. Солнечный водонагреватель из поликарбоната 407
Резнік К.О. Використання залишків компонентів палива на борту з метою покращення енергетичних характеристик РН 408
Сахибов Т.Е. Применение теплового насоса в системах горячего водоснабжения 409
Селитов Р.Д. Варианты энергопоглощающих элементов энергоактивных ограждений 410
Солдаткина Т.А. Анализ возможности использования сетки из наноматериалов для обеспечения запуска двигательной установки РН и КЛА в условиях невесомости 411
Солдаткина Т.А. Повышение энерго-массовых характеристик ракеты-носителя путем модификации компонентов топлива при помощи нанотехнологий 412
Тен А.В. Подолання наслідків вібраційного впливу на точність роботи гіроскопу 413

Ткач Ю.В. Анализ подходов к проектированию led-поверхностных источников света 414
Тодрин М.С. Реферат к статье о новом взгляде на релятивистский закон сложения скоростей 415
Чубаров А.М. Використання феномену фази для досліджень та творчості..... 416

14 Производство летательных аппаратов: новые решения и технологии

Алиев А.М. Установка гофрирования и дублирования плёнки 418
Барандич К.С. Підвищення ефективності виготовлення деталей в аерокосмічній галузі 419
Бойко О.А. Устранение потери устойчивости тонких стенок профильных заготовок для шпангоутов при их изгибе 420
Болтасов С.В. Мобильное оборудование для газопламенного и плазменного напыления порошковых покрытий 421
Борзенкова А.В. Центровка летательных аппаратов 422
Борисов Д.В. Выбор композиционных припоев для пайки твердосплавного инструмента..... 423
Боровик А.В. Вакуумные технологии регенерации гальваностоков 424
Ганзий И.Г. Конструкторско-технологические решения при создании установки измельчения пропитаных тканей 425
Демченко М.О. Контрольне керування якістю виробів на підприємстві..... 426
Демченко М.О. Статистичне керування якістю виробів в приладобудуванні..... 427
Дьяченко М.Н. Совершенствование сотовых конструкций РКЛА в направлении уменьшения их массы 428
Ерофеева О.С. Изменение геометрии поперечного сечения при изгибе профильных заготовок для шпангоутов..... 429
Журавель Т.А. Опыт обеспечения чистоты спутников, запускаемых по программе «Днепр» с пусковой базы «Ясный» 430
Зайцев А.А. Система регулирования температуры растворов в ваннах больших мощностей 431
Заславец А.А. Защита оборудования от абразивного и коррозионного износа при помощи резиновых и резинометаллических изделий 432
Зевако А.В. Конструктивно технологическое обеспечение мойки топливных отсеков ракето-носителей 433
Земляна В.В. Вибір матеріалу електрода для електроерозійної обробки титанових сплавів..... 434
Карпикова О.А. Армированные пластики с улучшенными характеристиками 435
Каторгина Ю.Г. Принципы создания алмазоподобных покрытий на режущем инструменте..... 436

Клименко А.И. Разработка логического контроллера для управления установкой автоматизированной перфорации полимерной пленки 437
Клименко В.А. Выбор проекта реконструкции предприятия для обеспечения производства новых изделий..... 438
Козаченко А.С. К вопросу об автоматизации сварочных процессов при производстве изделий ракетной техники 439
Козлобаева А.А. Применение ультразвука в технологическом процессе изготовления связующего 440
Кондратьев А.В. Об эффективности технологии лазерного раскроя заготовок панелей космических летательных аппаратов 441
Коротков Р.В. Моделювання металообробки на верстатах з ЧПК..... 442
Лапіга О.С. Автоматизоване проектування операційної технології обробки деталей на основі стандартів STEP..... 443
Моисеев А.С. О размерном анализе технологического оборудования стартового комплекса ракеты-носителя космического назначения 444
Ненасин В.В. Производство поковок из порошковых алюминиевых сплавов 445
Новікова П.В. Особливості створення ексимерних лазерів..... 446
Остапчук В.В. Влияние взрывного нагружения на структуру и свойства нержавеющих сталей 447
Петренко А.С. Определение размеров заготовок при изготовлении профилей из листового материала 448
Сергиенко С.Г. Прогнозирование потери устойчивости тонких стенок профильных заготовок для шпангоутов при изгибе..... 449
Сиволап Е.О. Инструмент для обработки крупногабаритных деталей типа тел вращения из композиционных материалов 450
Сидоренко О.С. Оптимізація параметрів крила зі стільниковим заповнювачем 451
Сільченко В.Ю. Ефективне та екологічне сухе різання металів 452
Сутырин А.А. Аппаратура оперативного контроля чистоты поверхности изделий ракетно-космической техники 453
Трофимов А.В. Обеспечение точности пластического формообразования при изготовлении обечаек гибкой – прокаткой листов и плит 454
Фроленко А.И. Анализ вариантов сборки головных блоков РН в условиях космодрома 455
Хрипков А.В. Технологические особенности очистки стальных капиллярных элементов в конструкции топливных баков верхних ступеней РН 456
Шарай И.А. Оптимизация измерения объемов (ёмкостей РКТ) газовым методом 457

Шерстюк Д.Г. Термокалібрування заготівок обичайок при виготовленні аеродинамічного обтічника ракети-носія «Циклон-4» 458
Щербаков Є.М. Методика статистичного аналізу технологічного процесу ... 459

15 Радиоэлектронная аппаратура ракетно-космических систем

Доронина М.В. Антенна вертикальной поляризации 462
Ершова И.А. Моделирование широкополосной ненаправленной спиральной антенны 463
Киселёва Е.А. Телеметрическая радиолиния спутника 464
Литвиненко А.С. Микропроцессорная магнитометрическая система 465
Лукьяненко А.И. Применение линейного датчика ускорения в лабораторном стенде 466
Малый С.В. Система сбора телеметрической информации студенческого наноспутника 467
Мальцев М.Н. Совершенствование магнитострикционных преобразователей угловых перемещений 468
Мишук Н.М. Автоматизоване проектування технології складальних робіт в приладобудуванні 469
Сафиуллин Д.И. Устранение автоколебаний в дренажно-предохранительном клапане за счет разработки новой конструкции запорно-регулирующего элемента 470
Сірий Є.А. Проектування оптичного кіноформу для спектрального діапазону 8-12 мкм 471
Тимошкин А.И. Контролепригодная схема двоичного сумматора 472
Тищенко А.В. Абонентский мобильный терминал управления 473
Фатов А.В. Влияние биологической среды, света, пыли, песка и условий старения материалов на элементы радиоаппаратуры 474
Філіпов В.Л. Командна та телеметрична радіолінії зв'язку наносупутника 475
Шабунина А.С. Лазерный датчик перемещения 476

16 Специальное материаловедение, новые материалы и структуры

Балоночкин А.С. Утилизация полимерной упаковки и тары 478
Белоцерковская А.А. Синтез интерференционных фильтров и их реализация методами ионно-плазменных технологий 479
Бережна О.Р. Про саморегульовані композитні матеріали триботехнічного призначення 480
Бечке К.В. Процессы, протекающие при отстаивании алюминиевого порошка в воде 481

Валуйская А.В. Исследование особенностей электроимпульсного диспергирования 482
Валуйская А.В. Исследование металлических порошков, полученных электроискровым методом 483
Василега О.П. Сучасні методи отримання порошків сплавів на основі кобальту для подальшого нанесення захисних покриттів на лопатки турбін 484
Воденнікова О.А. Вуглець-алюмінієві композити триботехнічного призначення 485
Гудкова А.В. Особенности ультрадисперсных порошков, получаемых электроимпульсной технологией..... 486
Гусевик П.С. Влияние условий ионно-плазменного напыления на фазовый состав и физические свойства пленок никеля ... 487
Довга Н.Г. Структура, фазовий склад і властивості доевтектичних силумінів при комплексній фізико-хімічній обробці розплаву 488
Змиевский Р.А. Паяные соединения металла и керамики..... 489
Каминская М.А. Разработка технологии изготовления крупногабаритных стеклопластиковых колец для уплотнения воздушного зазора турбогенераторов ТГВ-300..... 490
Карпенко А.В. Низкоплотные углерод–углеродные композиционные материалы – эффективная тепловая защита энергоустановок 491
Киселюк О.П. До питання про оцінку адгезійної міцності клейових композицій на основі епоксидних смол 492
Коваленко Т.А. Влияние размера структурных составляющих на температуру ($\alpha \rightarrow \beta$)- перехода в двухфазном титановом сплаве..... 493
Крыжановский В.А. Основные преимущества и перспективы электронно-лучевой технологии получения титановых сплавов..... 494
Лапшин П.С. Струйная обработка деталей машин 495
Ляшенко Д.С. Оптимізація температурно-часових параметрів термічної обробки мікролегованого комплексом Sr-Sc сплаву АК7ч 496
Малинова Д.В. Получение хорошего сочетания механических свойств в конструкционных сталях термообработками, включающими нагрев в межкритический итервал температур, выдержку или замедленное охлаждение в бейнитном интервале 497
Осипенко А.В. Получение экономнолегированного титанового сплава на основе порошка гидрида титана 498
Приходько В.Е. Продольно-сжатые стержни переменной жесткости..... 499

Пучка Д.О. Закономерности формирования структуры хромоникелевого сплава «никорим» 500
Рыбалко А.В. Исследование механических характеристик композиций на основе полиэфирных связующих для получения тонкостенных высокопрочных конструкций 501
Савіна Д.Ю. Паладій у високих технологіях ракетно-космічної техніки та його кількісне визначення 502
Сараев А.Н. Новые клеи в изделиях ракетно-космической техники 503
Семенов К.В. Выбор материала и комплексная защита элементов систем термостатирования от коррозии в условиях работы морского тумана 504
Силкін О.С. Вплив термічної обробки на структуру і властивості легованих сплавів $Si_{0.85}Ge_{0.15}$ 505
Стэнилэ К.Д. Определение зависимости физико-механических характеристик композитной трубчастой структуры при помощи МКЭ-поддержки 506
Татарчук М.М. Метаматеріали з від'ємним показником заломлення 507
Трунова Л.Ю. Анализ проблем изготовления LED-плоскостного источника света 508
Федорова М.В. Исследование структуры горячедеформированных прутков из водораспыленных порошков алюминиевого сплава АК-6 509
Черноиваненко Е.А. Трехфазные реакции при химико-термической обработке в стали Р18 510
Ямпольская О.В. Моделирование силового действия в процессе формования конструкций из композиционных материалов 511

17 Транспортно-космические системы: проектирование, конструирование и надежность

Безуглый В.А. Концепция сборщика крупногабаритного космического мусора 514
Василів С.С. Авіаційно-космічна транспортна система 515
Демченко В.А. Обеспечение безопасности ракет-носителей во время предстартовой подготовки 516
Демченко В.А. Оценка надежности ракеты космического назначения с использованием дополнительных данных по составляющим в условиях частичной определенности 517
Дмитрієв А.Г. Методичний підхід щодо оцінювання показників якості проектуємих і модернізуємих літальних апаратів із спеціальним обладнанням 518

Жаденов Д.Е. Анализ вариантов конструктивного исполнения адаптеров космических аппаратов для использования на ракете космического назначения «Циклон-4» 519
Зелик В.В. Оптимизация конструктивных параметров ракетных корпусов космического назначения из композиционных материалов с сотовым заполнителем.... 520
Калиниченко Д.С. Выбор компоновочной схемы БПЛА, применяемого для мониторинга наземных объектов..... 521
Кичка А.А. Минимизация массы композитного головного обтекателя ракеты-носителя с сотовым заполнителем 522
Лавріненко Т.М. Оцінка та порівняння різних варіантів адаптерів 523
Лебеденко И.В. Оптимизация влагоотделительной системы для систем термостатирования РКН..... 524
Мацюк Д.С. Пути повышения энергетических характеристик жидкостных ракет-носителей..... 525
Негода А.С. Композиційні матеріали в конструкції баку окисника першого ступеня рідинної ракети-носія 526
Олійник О.О. Основні конструктивні рішення для орбітальних станцій геодезичного типу 527
Плодистый А.А. Модернизация суборбитального космического корабля путем замены компонентов топлива 528
Позднишев М.О. Проектування міжорбітальних буксирів Земля-Місяць 529
Ревенко, Ю.А. Анализ технических решений по предотвращению попадания воздуха в бак окислителя при заправке РН переохлажденным жидким кислородом с открытыми дренажными клапанами..... 530
Сатокин В.В. Исследование напряженно-деформированного состояния наполнителя РДТТ при наличии трещин и пор в корпусе..... 531
Смоленко А.Г. Применение метода электротепловой аналогии для определения эффективного коэффициента теплопроводности сотового заполнителя 532
Стукало О.В. Розробка і аналіз аеродинамічного руля змінної геометрії..... 533
Стукало О.В. Дослідження НДС опорного шпангоута від дії зосередженого навантаження 534
Табаран В.С. Исследование возможности создания летательного аппарата легче воздуха с вакуумом внутри 535
Христенко Н.Н. Методика прогнозирования вероятности безотказной работы системы и её частей на основе численных и аналитических методов..... 536
Царицынский А.А. Оптимизация по массе конструктивно-силовой схемы панели солнечной батареи сотовой конструкции 537
Чубаров А.М. Концепція орбітальної станції геодезичного типу..... 538

Швацька Ю.І. Апроксимація розподілу Вейбулла в классі розподілів, похідних від експоненційного 539
Ширинский С.В. Классификация современных стартовых комплексов ракет-носителей 540
Якуппова А.В. Маркетинговий підхід до реалізації вітчизняних космічних проектів 541

18 Химические технологии в ракетной технике

Алдошин А.М. Особливості електрохімічного формування осадів міді на електродах з титан нітриду 544
Антоневич Ю.Ю. Унитарные пастообразные энергетические композиции для регулируемых ракетных двигателей космических аппаратов и газогенераторов с регулируемым режимом работы..... 545
Бажан М.Ю. Електроосадження сплавів Zn-Ni з цинкатних розчинів 546
Бардадым Ю.В. Оценка качества смешения спецкомпозиций 547
Белоусова Л.В. Применение роторно-пульсационных аппаратов на стадии смешения при получении высокоэнергетических полимерных масс 548
Богдан А.Н. Электроосаждение композиционных электрохимических покрытий из цинкатных электролитов 549
Бордун Е.С. Особенности влияния дополнительных ионов металлов на процесс электролитического латунирования из пирофосфатных растворов..... 550
Gasanova V.V. Impedances of electrochemically impregnated Nickel electrodes as functions of potential, KOH concentration, and impregnation method..... 551
Герасименко Л.В. Синтез регуляторов скорости горения с пластифицирующими свойствами..... 552
Давидов А.О. Влияние состава электролита на емкостные характеристики электрохимических аккумуляторов..... 553
Коваленко К.И. Изучение реологических свойств высоконаполненных пастообразных композиций на основе олигомерных малополярных каучуков в присутствии ПАВ..... 554
Костандова О.С. Визначення кінетичних параметрів корозії металів за даними поляризаційних вимірювань 555
Кузовова Є.П. Екоаналітичний контроль вмісту важких металів в об'єктах довкілля 556
Куликова С.В. Модель гальваностатического фазообразования и роста металлов из растворов электролитов 557
Макарова Ю.В. Взаимодействие эпоксидов с производными пиридина 558
Нікітенко Н.М. Осадження хрому із електролітів на основі солей Хрому(III)..... 559

Орленко О.С. Вплив акрилової кислоти на склад мідних осадів, отриманих з сульфатнокислих електролітів 560
Полтавец В.В. Термо- и коррозионно-стойкий железо-двуокисномарганцевый материал..... 561
Полывяный А.Н. Изучение влияния поверхностной модификации наполнителя в пастообразных полимерных композициях на реологические свойства системы 562
Портянко О.В. Хроматографічна ідентифікація ерукової кислоти 563
Рыбалко А.Ю. Исследование влияния эпоксидсодержащих модифицированных добавок на свойства низкомолекулярных каучуков 564
Скворцова Е.В. Создание новых регуляторов скорости горения содержащих ферроцен..... 565
Челтонов М.М. Исследование процесса экстрагирования водорастворимого компонента из композиционного материала при его гидромеханической обработке 566
Chechina E.G. Changes in impedances of Ni/Cd cells with voltage and cycle life..... 567
Щукин А.И. Влияние цистеина на процесс электроосаждения никеля 568
Яловикова А.И. Ферроценсодержащие полимеры на основе дигидразида 2,6-диметил-3,5-пиридиндикарбоновой кислоты 569

19 Дистанционный мониторинг Земли

Бибосинов А.Ж. Моделирование напряженно-деформированного состояния земной коры Северо-Тянь-Шаньского региона по данным GPS измерений..... 572
Грипич Ю.А. Ансамблевый метод классификации сельскохозяйственных культур 573
Долгих С.А. Долговременная программа целевого функционирования (съемки) Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли..... 574
Долгих С.А. Перспективы видеоспектрофотополяриметрии при дистанционном зондировании Земли из космоса 575
Жидкова Т.А. Мониторинговые наблюдения тестовых полигонов для обеспечения наземного сопровождения комплексных подспутниковых экспериментов..... 576
Жила С.С. Моделирование процесса формирования радиолокационных изображений в РЛС с синтезированной апертурой антенны..... 577
Захарченко В.С. Нелинейная обработка сигналов в системах с последовательным сканированием 578

Котляренко Т.В. Метрологическое обеспечение радиометрических измерений в видимой и ближней ИК областях спектра 579
Ламзаки О.В. Программная обработка аэрокосмических цифровых изображений 580
Летунов Д.А. Городской авиационный комплекс оперативного тепловизионного мониторинга потерь тепловой энергии на теплотрассах на основе малых беспилотных летательных аппаратов 581
Мацепуро Д.А. Сравнение методов классификации мультиспектральных космоснимков высокого разрешения 582
Нарыков А.П. Геопортал мониторинга чрезвычайных ситуаций 583
Небосенко Т.В. Обоснование выбора программного обеспечения для регионального информационно-аналитического центра мониторинга 584
Павликов В.В. Оптимизация обработки сигналов радиотеплового излучения в радиометрическом приемнике 585
Павликов В.В. Оптимизация апертурного синтеза сверхширокополосных радиотепловых полей 586
Петрожалко В.В. Методика узгодження вимог замовника даних та можливостей космічної системи оптико-електронного спостереження 587
Пивторак Д.А. Алгоритм формирования результирующего изображения аэроландшафта из нескольких изображений, полученных в результате брекетинга экспозиции 588
Радевич Е.А. Методические аспекты создания карт лесной растительности для наземного обеспечения подспутниковых экспериментов белорусского космического аппарата 589
Тараненко О.С. Динаміка площі хвойних лісів на території дніпровсько-орільського природного заповідника за даними ДЗЗ 590
Харитоненко К.В. Корекція інфрачервоних зображень в космічних тепловізійних приладах з матричними приймачами випромінювання 591
Чуб Е.А. Анализ и обработка гиперспектрального космоснимка территории Днепропетровской области 592

20 Экономика и коммерциализация космической деятельности

Беляев А.М. Роль Украины в международной космической сфере: правовые и экономические аспекты 594
Головко А.В. Формування маркетингової стратегії виводу продукції на міжнародний ринок 595

Джур О.Є. Тенденції розвитку та співробітництва підприємств космічної галузі України 596
Джур О.Є. Основні засади розвитку та конкурентоспроможності сучасних підприємств космічної галузі 597
Дядиченко О.В. Использование эконометрических моделей и методов в системе контроллинга деятельности менеджера 598
Жебелєва К.О. Форми комерціалізації науково-технічних розробок в ракетно-космічній галузі 599
Зайцева Ю.С. Коммерческая реализация научно-технической деятельности предприятия 600
Коваленко Н.О. Ефективне управління грошовими потоками у сучасних умовах 601
Колісник С.В. Основні економічні показники виробничо-господарської діяльності підприємства 602
Кузнецов Б.В. Модернизация как фактор повышения конкурентоспособности тренажерной продукции 603
Куцак И.В. Участие малых университетских космических аппаратов в кластерных запусках в рамках программы «Днепр» 604
Мороз О.Л. Организационно-финансовое обеспечение инновационных проектов предприятия 605
Мулюкина К.В. Экономика и коммерциализация космической отрасли 606
Пеліхова А.А. Актуальність та перспективи фінансування космічної галузі в Україні 607
Расстрыга В.Н. Повышение эффективности разработки изделия в интегрированной среде PDM и ERM 608
Сазонець І.Л. Формування стратегічних перспектив розвитку, як базис для економічного ефекту від використання результатів космічної діяльності 609
Сергієнко С.Г. Тенденції розвитку сучасних підприємств ЄКА та НАСА 610
Сухова М.О. Дослідження ринку високих технологій 611
Тишко Ч.А. Глобальная система контроля за нераспространением ракет и ракетных технологий (ГСК) 612
Шашко Ю.А. Основні проблеми розвитку ракетно-космічної галузі в Україні 613
Шкарлат О.С. Инвестирование новых технологий на рынке телекомуникаций Украины 614
Шрамко А.В. Использование принципов декомпозиции работ в системе управления проектом 615
Щеньова В.Б. Забезпечення ефективності проектування космічної техніки 616

Белоконь К.В.	Получение катализаторов глубокого окисления с поверхностной наноструктурой на основе интерметаллидных соединений	618
Бондаренко Ю.В.	Поверхностное упрочнение лопаток ГТД в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	619
Бондарь Д.С.	Исследование наноструктурных материалов	620
Борисов Д.В.	О рациональном микролегировании металла паяного шва	621
Бренько Е.О.	Исследования зависимости степени дисперсности веществ при их взаимодействии	622
Вилищук З.В.	Наномодифицирование перспективных алюминиевых сплавов	623
Гавріленко А.М.	Про результати випробування дослідної технології виготовлення наномодифікованих пластиків	624
Дальникович А.Л.	Нанотехнологии и наноматериалы в РКТ	625
Драголюк И.О.	Принципы технологии наноструктурных материалов	626
Драголюк И.О.	Наномодифицирование конструкционных сталей с особыми свойствами	627
Дьяченко М.Н.	Применение слоистых нанокомпозитов с использованием нанотехнологий	628
Евстафьева А.А.	Свободное спекание без давления	629
Жабчик Ю.Л.	Миграция в структуре графена	630
Жеребцов О.А.	Технологія одержання зкомпактованих алюмінідів титану з нанопорошків в умовах саморозповсюджувального високотемпературного синтезу	631
Зубарев Н.С.	Полимерные композиционные наноматериалы	632
Зубарев Н.С.	Строение и механические свойства металлических композитов, армированных углеродными нанотрубками	633
Иванова С.Е.	Получение многослойных наноструктур Co-Cu/Cu методом электрохимического осаждения	634
Кавац О.А.	Ограничение растекания припоев нанодисперсной пастой	635
Калиновская А.Е.	Измельчение зеренной структуры сплава ВТ6С наномодифицированием	636
Кетов В.М.	Применение золь-гель технологии для получения наноразмерных металлических материалов	637
Ключник Л.А.	Наночастицы комплексов металл-краситель, стабилизированные в растворах полиэлектролита	638
Ковалевский Г.Г.	Применение нанокластеров и наноустройств	639

Котляр А.Г.	Нанотехнологии и наноматериалы в РКТ	640
Кругляк Д.О.	Процессы формирования защитных покрытий с использованием нанопорошков в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для РКТ	641
Овсяников А.К.	Исследование эмиссионных характеристик углеродных наноструктур	642
Онищенко А.Н.	Процессы формирования защитных покрытий на углерод-углеродных композиционных материалах в условия самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для РКТ	643
Отмахова М.С.	Нанотехнологии и наноматериалы в РКТ	644
Петренко Р.М.	Принципы технологии наноструктурных консолидированных материалов	645
Подоплелов В.А.	Применение нанопорошков в РКТ	646
Рычагов В.В.	Выбор материала жаростойкого припоя, содержащего нанокомпозиции	647
Сальникова А.Ю.	Применение литографии в наноэлектронике	648
Сальникова А.Ю.	Молекулярно-лучевая эпитаксия получения гетероструктур	649
Середа Д.Б.	Наноструктурированные бороалитированные покрытия для легированных сталей	650
Сикора И.В.	Практические результаты применения нанотехнологий в РКТ	651
Слюсар Д.В.	Беспроводная сеть на кристале на основе технологии MIMO	652
Соколовская Ю.А.	Появление наноструктурных элементов углерода при термообработке карбида бора	653
Татарко Ю.В.	Структура и свойства модифицированной колесной стали R7	654
Татарко Ю.В.	Влияние модифицирования расплава чугуна на структуру и свойства изложниц для отливки колесной стали	655
Тиха М.В.	Властивості та застосування керамічних матеріалів	656
Ткаченко С.Н.	Получение бросилицированных покрытий с использованием нанопорошков в условиях СВС для деталей РКТ	657
Тонконог А.В.	Измельчение структуры литейного силумина при модифицировании наночастицами	658
Чеброва Е.А.	Жидкие наноструктурированные системы: феноловый красный-полигексаметиленгуанидиний хлорид	659
Чёрный А.С.	Нанотехнологии и наноматериалы в РКТ	660
Шевцов А.В.	Перспективные направления развития зондовой микроскопии на наноуровне	661

Шинкоренко Т.І. Суперсплави для роботи матеріалів в умовах високотемпературної корозії 662
Шульга А.В. Перспективні суперсплави для газотурбінних двигунів 663
Щурко Л.В. Перспективы применения и свойства объемных наноматериалов в машиностроении 664
Ященко А.А. Металургійна технологія жароміцних суперсплавів з використанням наномодифікаторів 665

22 Технология конструкционных материалов

Бакижанова Д.С. Влияние параметров изготовления на свойства порошкового медно-графитового материала..... 668
Бернацький А.В. Дослідження процесів лазерного та лазерно-плазмового поверхневого легування..... 669
Бешкенадзе М.С. Получение двухслойных заготовок в процессе непрерывной разливки стали..... 670
Божко И.С. Влияние среды на процессы спекания нержавеющей стали 671
Боярська І.В. Технологічні аспекти інтенсифікації процесів структурування епоксиполімерів 672
Волошко О.В. Неруйнівний метод визначення оброблюваності конструкційних матеріалів 673
Гесс М.Л. Исследование технологических несовершенств в процессе термоформования 674
Грабовський Д.О. Контроль процесу різання на основі електричних сигналів 675
Даценко М.А. Стружкоутворення при різанні металів..... 676
Драголюк Е.О. Классификация методов получения и свойства алюминиевых порошков 677
Єлагін А.С. Дослідження сплаву типу АК7ч у вихідному і модифікованному стані за допомогою методів ДСК 678
Zabolotnyj V.A. Grey special termite cast irons..... 679
Иванова А.В. Влияние поперечного размера на предел выносливости упрочнённой детали в условиях концентрации напряжений 680
Иванова А.В. Остаточные напряжения и предел выносливости поверхностно упрочнённых образцов с концентраторами из алюминиевых сплавов..... 681
Issagulova D.A. Efficient method of manufacturing rods, profiles and wires 682
Каранаева О.В. Остаточные напряжения, возникающие в образцах из различных сталей при переменных нагрузках..... 683
Каранаева О.В. Остаточные напряжения и сопротивление усталости поверхностно упрочнённых трубок малого диаметра из стали Х18Н10Т..... 684

Кириченко Г.С. Зміни в структурі конструкційних матеріалів під дією радіаційного випромінювання 685
Купчинська А.О. Вплив термоциклювання на структуру і властивості заевтектичного силуміну типу АК18, легованного комплексом B-Sn після гідроциркуляційної обробки 686
Lyvdar E.E. White special termite cast irons..... 687
Лорент А.Л. Геометрические эффекты в процессе плазменного напыления на поверхности..... 688
Лукашенко Д.А. Сварка тонколистовой нержавеющей стали волоконным лазером 689
Мусіна К.О. Дослідження процесів, що відбуваються в оксидних плівках на поверхні алюмінієвих порошків 690
Омельченко И.В. Электрические явления в процессе сухого резания 691
Омельченко, Е.В. Приведенные пределы прочности квазиоднородного композиционного материала с трубчатыми элементами и обшивками..... 692
Перевязко К.А. Водораспыленные алюминиевые порошки для нанесения защитных покрытий на металлические поверхности 693
Русских А.В. Водораспыленные алюминиевые порошки-порообразователи для производства ячеистых бетонов..... 694
Санин В.В. Генетические алгоритмы в задачах оптимизации композитных конструкций 695
Суганяка М.С. Дослідження впливу параметрів розпилювання на швидкість охолоджування і структуру швидкоохолоджених алюмінієвих порошків 696
Темиргалиева Г.Е. Перспективные триботехнические материалы для работы в агрессивных средах 697
Титова Е.С. Применение нанопорошков для модифицирования и повышения прочности меди..... 698
Федоренко А.Ю. Режущий инструмент с многокомпонентным покрытием..... 699
Филиппов А.А. Закономерности распределения остаточных напряжений в зависимости от протяжённости зоны упрочнения детали..... 700
Чирков А.В. Оценка влияния упрочнения образцов из стали 20 на предел выносливости при опережающем поверхностном пластическом деформировании 701
Чирков А.В. Влияние пневмодробеструйной обработки на предел выносливости гладких плоских образов из сплава ЭИ698ВД..... 702
Шандрига М.А. Дослідження фазових перетворень нержавіючих сталей при старінні 703

Щербина С.А. Получение конструкций из стеклопластиков с использованием высокочастотной обработки 704
Ясинович Я.А. Разработка методики и прибора для определения удельной поверхности и массовой доли «активного» алюминия алюминиевых порошков..... 705

23 Глобальные сценарии освоения Космоса

Гордієнко С.В. Сценарії майбутнього освоєння космосу 708
Морозов Д.В. Концепция марсианского транспортного космического комплекса..... 709
Мыслывец Е.В. Перспективы реализации сетей связи в спутниковых системах, включающих в себя несколько разновысотных космических сегментов 710
Петров А.А. Перспективы создания и централизованного использования базы сценариев глобального освоения космоса 711

Материалы студенческой научно-практической конференции «Авиация и космонавтика»

Бабенко Т.П. Метод проектів та можливості його використання у формуванні дослідницьких умінь студентів..... 714
Бакалюк Ю.А. Состояние и перспективы развития современной беспилотной авиации 715
Борисов С.С. Утилизация космического мусора 716
Бригас Д.С. Методы борьбы с потерями горюче-смазочных материалов 717
Вакуленко А.А. Анализ эффективности использования наноматериаллов в конструкциях космических аппаратов 718
Василів С.С. Аналіз ефективності використання нанотехнологій при виготовленні твердопаливних двигунів 719
Ворожбит А.П. Україна та світова економічна криза 720
Гордєєв М.Г. Екстраполяція криволінійної траєкторії формулою Лагранжа 721
Горчак С.С. Виготовлення і втілення в навчальний процес електрофікованих стендів 722
Греков Е.В. Колонизация Марса или реальность нового времени 723
Гуламов В.А. Современные системы автоматической посадки самолётов..... 724
Дашковська Я.И. Женщины – герои военной авиации – «ночные ведьмы» 725
Дубина Р.Ю. Теория полностью электрифицированного пассажирского самолета 726

Кожевников А.А. Анализ конструкций современных самолетов АНТК «Антонов» 727
Кольчак А.О. Цикложиры и летательные аппараты, использующие роторное крыло 728
Кондрик Ю.О. Світлодіодний прожектор з керованою індикатрисою випромінювання 729
Кравчук А.В. Проблемы космического мусора 730
Лисинський Д.Р. Аналіз засобів високопродуктивного прибирання злітно-посадкових смуг 731
Масловская А.С. Женщины в авиации. История и современность 732
Милашенко К.В. Системы запуска вертолетных двигателей 733
Некрутенко О.А. Ремонтні роботи в космічному просторі 734
Пешков К.А. Человеческий фактор в безопасности полётов 735
Полтавец А.А. Система термостабилизации и энергообеспечения космической станции с использованием двигателя Стирлинга 736
Сєвєріна А.В. Реконструкція аеропортів України до Євро-2012 737
Сергиенко Р.Р. Нанотехнологии при освоении космоса 738
Соріна О. Огляд науково-методичних джерел щодо дослідження фізіологічного стану екіпажу пасажирського літака 739
Стоян В.В. Компрессоры вертолетных двигателей 740
Сухоруких А.Ю. О некоторых тенднциях развития отечественной индустрии при согласованом взаимодействии с техническими ВУЗами 741
Твёрдышев И.А. Анализ и перспективы многоразовых РКК 742
Тугушев Д.Ф. Вплив використання наочності на якість підготовки спеціалістів з електротехнічного забезпечення аеропортів 743
Цот В.С. Турбинный узел вертолетных двигателей 744
Чуприна С.К. Развитие космического права, как показатель уровня развития государства 745
Шашко Ю.А. Радянські проекти польоту на Місяць 746
Шведа М.М. Врахування видимості атмосфери та присмерків при використанні візуальних навігаційних засобів 747
Шепшелей В.В. Физика атмосферы и аномальные атмосферные явления 748
Шило С.А. Системы топливопитания и регулирования вертолетных двигателей 749
Шмелев Ю.Н. Формирование профессионального мышления в процессе тренажной подготовки курсантов в летных учебных заведениях 750
Якушев А.В. Авиационная космическая и ракетная техника в условиях современности 751