

УДК 378.147:744

Райковська Галина Олексіївна
 доктор педагогічних наук, професор
 професор кафедри галузевого машинобудування
 Житомирський державний технологічний університет
 м.Житомир, Україна

Соловійов Андрій Володимирович
 аспірант кафедри галузевого машинобудування
 Житомирський державний технологічний університет
 м.Житомир, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ CAE-СИСТЕМ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ З МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Сучасна технічна освіта потребує більшого використання систем автоматизованого проектування (САПР) в процесі навчання. Зокрема модулі computer-aided engineering (CAE) в програмних пакетах SolidWorks та ANSYS дозволяють більш глибоко засвоїти основи важливих технічних дисциплін, таких як опір матеріалів, теплотехніка та гідравліка. Бакалаври з механічної інженерії під час роботи за фахом зазвичай мають справу не тільки з конструюванням та експлуатацією машин, але й з їх дослідженням, що доцільно виконувати у CAE-системах. Зокрема проведення імітаційного моделювання, що є певним узагальненням знань, здобутих на основі САПР під час усього періоду навчання за фахом, дозволяє отримати об'єктивну картину при вирішенні тих чи інших інженерних та наукових питань. В сучасних умовах перемагати у конкурентній боротьбі на ринку праці бакалаври з механічної інженерії можуть завдяки знань, здобутих за допомогою САПР.

Ключові слова: професійна підготовка, механічна інженерія, САПР, CAE, інформаційні технології.

Вступ. Сучасна технічна освіта в європейських країнах – це у більшій мірі використання систем автоматизованого проектування (САПР), які дозволяють не лише створювати тривимірні моделі та збірки, але й проводити на їх основі масштабні дослідження. Завдяки постійно зростаючій кількості дисциплін, які базуються на використанні таких програмних пакетів як SolidWorks та ANSYS, зростає рівень конкурентоспроможності серед фахівців з механічної інженерії. Не в останню чергу це стосується сучасних підприємств, що займаються металообробкою, де високий рівень володіння САПР зазвичай є основною вимогою до працівників.

На сьогодні ознайомлення з програмними пакетами розпочинається вже з першого курсу навчання у ВНЗ. Починаючи з можливостей систем computer-aided design (CAD), які необхідні для двох- та тривимірного проектування об'єктів, можна поступово переходити до вивчення систем computer-aided engineering (CAE), що використовуються для інженерних розрахунків. Наприкінці навчання проводиться певне узагальнення набутих знань безпосередньо у масштабних задачах, які базуються на створенні складних збірок та наступному дослідженні в рамках імітаційного моделювання. Саме тому вивчення САПР з використанням новітніх методик є актуальною проблемою сучасної технічної освіти.

Аналіз досліджень. На сьогодні універсальних методик використання CAE-систем у професійній підготовці майбутніх бакалаврів з механічної інженерії немає, але існує багато досліджень, які пов'язані з використанням в освіті інформаційних технологій і перспектив подальшого розвитку САПР [1; 3; 5-8]. Крім того, основою для вивчення систем CAE є глибокі знання, що були здобуті під час роботи в CAD-системах [2; 4].

Метою статті є обґрунтування доцільності використання CAE-систем у професійній підготовці майбутніх бакалаврів з механічної інженерії.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення якості знань навіть з найскладніших дисциплін необхідно залучати комп'ютерні технології, які зроблять навчальний процес не тільки цікавим, але й ефектив-

ним. САПР дозволяють викладачу витратити значно менше часу на стимулювання студентів, адже цю задачу у більшій мірі бере на себе комп'ютерна програма [3].

Відомо, що сучасна інженерна освіта у розвинутих країнах світу характеризується суттєвим збільшенням використання програмного забезпечення, і у першу чергу – САПР [7]. Вимоги до якості графічного супроводу того чи іншого проекту постійно зростають. Крім того, дана тенденція призводить до якісної зміни професійних вимог, що висувуються до підготовки майбутніх фахівців з механічної інженерії.

Майбутні бакалаври з механічної інженерії під час свого навчання стикаються з низкою складних технічних дисциплін (опір матеріалів, теплотехніка, гідравліка і т.ін.), успішне засвоєння яких у багатьох випадках залежить саме від вивчення теоретичних основ та одночасного відтворення цих знань у сучасних САПР. Слід відмітити, що окремі класичні дисципліни технічного спрямування для багатьох студентів є, з одного боку, складними, а з іншого – нецікавими, тому що суцільне теоретичне підґрунтя досить рідко стимулює інтерес до навчання. На нашу думку паралельне використання САПР дозволяє співставити теорію, графічну та інформаційну складову навчальної дисципліни, тому освоєння того чи іншого питання буде відбуватися значно швидше із суттєвим інтересом з боку студентів. Крім того, коли ми говоримо про інформаційну складову у вивченні таких дисциплін, як опір матеріалів, теплотехніка та гідравліка, то найбільш корисними є системи CAE, які призначені для автоматизації інженерних розрахунків, аналізу /симуляції тих чи інших фізичних процесів, забезпечують моделювання та оптимізацію виробів.

У переважній більшості сучасних САПР одночасно інтегровані модулі computer-aided manufacturing (CAM), CAD та CAE. Модулі останнього типу базуються на розрахунках сталих і перехідних процесів, моделюванні полів фізичних величин, аналізі міцності, розрахунках власних частот, форм коливань, рішень завдань теплопередачі, аналізі стійкості, дослідженні акустичних явищ, аналізі нелінійних ди-

намічних процесів та інших аспектів [8]. Існують САЕ-системи, що використовують для розрахунків метод скінченних елементів (суть методу полягає в апроксимації суцільного середовища з нескінченно великим числом ступенів вільності сукупністю підобластей, що мають скінченне число ступенів вільності), а є і ті, що базуються виключно на диференціальних рівняннях.

Бакалаври-випускники, що навчалися за спеціальностями 131 «Прикладна механіка» та 133 «Галузеве машинобудування», при влаштуванні на роботу нерідко мають справу з експлуатацією верстатів, які функціонують на основі числового програмного керування (ЧПК). В свою чергу, такі системи як AutoCAD, DUCT, Pro/Engineer, ANSYS, Unigraphics, SolidsWorks, SprutCAM та ADEM широко використовуються для комп'ютерного моделювання виробів. Сьогодні на виробництвах вищезазначані програмні продукти необхідні не лише для генерації керуючих програм, адже сучасні тенденції вказують на необхідність проведення більш гнучких та всебічних досліджень, пов'язаних саме з використанням САЕ-систем [5].

Аналіз сучасних САПР показав, що найбільш широко використовуваними системами з САЕ-модулями є пакети SolidWorks та ANSYS [1; 8]:

1) програмний пакет SolidWorks (SolidWorks Corp.), перша редакція якого була створена ще у 1995 році, і сьогодні має колосальні перспективи у сфері комп'ютерного конструювання та моделювання. Найбільшого поширення цей продукт набув на підприємствах країн ЄС. SolidWorks використовується для тривимірного моделювання, аналізу міцності виробів, теплопередачі, частот. Крім того, дана система використовується для створення конструкторської документації, аналізу технологічності конструкцій виробів, розробки технологічних процесів. Варто сказати, що в Україні SolidWorks також є одним із лідерів серед найбільш використовуваних САПР на підприємствах. В першу чергу мова йде про підприємства із закордонними інвестиціями (підприємства життєвого регіону: Eurogold Industries Ltd, ТОВ «ДАНІКО»), якість продукції яких має відповідати найсучаснішим стандартам. Не в останню чергу і за рахунок широкого функціоналу програмного пакету SolidWorks висока якість і досягається.

2) ANSYS – це програмний пакет, що розробляється американською компанією ANSYS Inc., є універсальною системою кінцево-елементного аналізу, яка існує та розвивається вже на протязі 30 років. Найбільш широко цей пакет використовується у лінійних та нелінійних, стаціонарних та нестаціонарних просторових задачах механіки конструкцій, деформованого тіла. Також система є оптимальною для вирішення задач механіки рідини і газів, теплообміну, акустики та електродинаміки. Практика моделювання та аналіз на основі ANSYS в окремих галузях промисловості дозволяє уникнути довготривалих циклів виробництва типу «проекування – виготовлення – випробування». Зокрема даний програмний пакет активно використовується у машинобудуванні на підприємствах розвинутих країн.

Фахівці з механічної інженерії, що мають справу з металообробкою на металорізальних верстатах тих чи інших груп, звертають увагу на якість поверхневого шару [5]. Цей фактор суттєво впливає на подальшу експлуатацію деталей, які є складовими машин. Забезпечення довговічності деталей машин є актуальним питанням. Варто враховувати інтенсивність зношування поверхонь, яка ґрунтується як на механічних параметрах, так і на аспектах, пов'язаних з поверхневим шаром. Безпосередньо від шорсткості деталей залежить і їх міцність. Змінні навантаження також грають важливу роль, адже в таких умовах існує нерівномірність концентрації напружень. Корозійне руйнування, втомна міцність та багато інших факторів також створюють великий простір для роботи у САЕ-системах.

У роботі за фахом майбутні бакалаври з механічної інженерії мають враховувати необхідність вивчення основ імітаційного моделювання, яке сьогодні є одним з основних напрямків сучасних САЕ-систем [6]. За допомогою імітаційного моделювання можна отримати об'єктивну картину під час вирішення ряду наукових та інженерних задач. Механізм проведення імітаційних досліджень включає в себе цілий ряд етапів, це ж створює і певні труднощі, адже формування граничних, кінематичних та інших умов інженерної задачі забирає багато часу.

Безпосереднє використання імітаційного моделювання у навчальному процесі ґрунтується на узагальненні знань, які студент отримав на протязі усього навчання. Після повноцінного вивчення основ САЕ- та САЕ-систем доцільно виходити на дипломне проектування саме зі створенням імітаційної моделі. Майбутні бакалаври з механічної інженерії звичайно мають справу із розробкою та модернізацією механізмів, пристроїв та машин, роботу яких доцільно аналізувати на основі модуля SolidWorks Motion. Використання віртуального прототипування та імітаційні дослідження дозволяють провести повний обсяг необхідної роботи безпосередньо за персональним комп'ютером і отримати оптимальний результат досліджень, скоротити час і ресурси на розробку виробу. Зазвичай такі роботи є досить складними, адже вони поєднують у собі без виключення усі складові знань, які були здобуті під час вивчення САПР.

Висновки. Роль сучасних систем автоматизованого проектування активно зростає, тому важливо використовувати САПР у навчальному процесі майбутніх бакалаврів з механічної інженерії. В першу чергу це стосується аналізу на основі САЕ-систем, які разом з класичними дисциплінами забезпечують більш глибоке та якісне засвоєння навчального матеріалу студентами. Крім того, всебічні знання, здобуті на основі САПР, дозволяють перемагати у конкурентній боротьбі на ринку праці. САЕ-модулі знайшли широке використання для 2D- та 3D-моделювання. Науковцями розроблено ряд ефективних методик навчання студентів з використанням САЕ-модулів, в той же час удосконалення методик інтегрального навчання з широким використанням САЕ-систем потребує подальшого дослідження.

Список використаної літератури

1. Волков В. П. Анализ САПР программ для моделирования и исследования работы подвески автомобиля / В.П.Волков, В.Н.Павленко // Вісник Національного транспортного університету. – 2012. – Вип. 25. – С.103-106
2. Головня В.Д. Развитие конструкторско-технологических способностей студентов в процессе обучения компьютерного конструирования та моделювання у вищих технічних навчальних закладах: дис. ... к-та пед. наук : 13.00.04 / Головня Вячеслав Дмитрович. – Рівне, 2015. – 298 с.
3. Маковецька В.В. Комп'ютер як засіб навчання на заняттях з нарисної геометрії та комп'ютерної графіки: проблеми і перспективи/ В.В.Маковецька // Українська інженерно-педагогічна академія. – URL: http://www.rusnauka.com/12_KPSN_2009/Pedagogica/44357.doc.htm
4. Райковська Г.О. Теоретико-методичні засади графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей

- засобами інформаційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Галина Олексіївна Райковська. – К., 2011. – 433 с.
5. Сліпчук А. М. Перспективи розвитку CAE-систем / А. М. Сліпчук // Наукові нотатки. – 2015. – Вип. 48. – С.216-219
6. Соколовський Я.І. Використання SolidWorks/ SolidWorksFlow Simulation/ SolidWorksSimulation для підготовки фахівців зі спеціальності ІТП / Я.І.Соколовський, І.Б.Борецька // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі // Матеріали 6-ї науково-практичної конференції, НУЛП (м.Львів, 18-20 листопада 2014 р.) . – 2014. – С124-129
7. Хожило М.Е. Системи автоматизованого проектування в структурі підготовки сучасного інженера-механіка / М.Е.Хожило, І.А.Кулик, М.І.Дерев'янчук // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. – 2014. – Вип. 79. – С.172-178
8. Цейко А.В. Аналіз існуючих CAD/CAM/CAE – систем, їх потенційні можливості при постановці експерименту / А.В.Цейко // Наукові нотатки. – 2013. – Вип. 41(2). – С.244-250

Стаття надійшла до редакції 21.09.2017 р.
Стаття прийнята до друку 30.09.2017 р.

Райковская Галина

доктор педагогических наук, профессор
профессор кафедры отраслевого машиностроения
Житомирский государственный технологический университет
г.Житомир, Украина

Соловьев Андрей

аспирант кафедры отраслевого машиностроения
Житомирский государственный технологический университет
г. Житомир, Украина

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CAE-СИСТЕМ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ БУДУЩИХ
БАКАЛАВРОВ ПО МЕХАНИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

Современное техническое образование требует большего использования систем автоматизированного проектирования (САПР) в процессе обучения. В частности, модули computer-aided engineering (CAE) в программных пакетах SolidWorks и ANSYS позволяют более глубоко освоить основы важных технических дисциплин, таких как сопротивление материалов, теплотехника и гидравлика. Бакалавры по механической инженерии при работе по специальности обычно имеют дело не только с конструированием и эксплуатацией машин, но и с их исследованием, которое целесообразно выполнять в CAE-системах. Проведение имитационного моделирования является своеобразным обобщением знаний, обретенных на основе САПР во время всего периода обучения по специальности, благодаря чему можно получить объективную картину при решении тех или иных инженерных и научных вопросов. В современных условиях побеждать в конкурентной борьбе на рынке труда бакалавры по механической инженерии могут благодаря знаниям, полученным с помощью САПР.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, механическая инженерия, САПР, CAE, информационные технологии.

Raikovska Halyna

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Professor of the Department of Branch Engineering
Zhytomyr State Technological University, Zhytomyr, Ukraine

Solovyov Andriy

Postgraduate Student
Department of Branch Engineering
Zhytomyr State Technological University, Zhytomyr, Ukraine

**PECULIARITIES OF USING CAE SYSTEMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF FUTURE
BACHELORS ON MECHANICAL ENGINEERING**

Now it is expedient to use computer-aided design (CAD) systems more often in the process of studying. In particular, computer-aided engineering (CAE) modules in SolidWorks and ANSYS software packages provide deeper mastering of the basis of important technical disciplines like mechanics of materials, thermal engineering and hydraulics. Bachelors in mechanical engineering at work on the specialty usually deal not only with the design and operation of machines, but also with their research, which is advisable to perform in CAE-systems. Simulation modeling is a kind of generalization of knowledge acquired on the basis of CAD during the entire period of study in the specialty. Today, bachelors in mechanical engineering can get a good job in their field only with extensive knowledge of CAD.

Key words: professional training, mechanical engineering, CAD, CAE, information technology.