

ISSN 2524-0986

 **iScience**<sup>®</sup>

# АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

ЖУРНАЛ

Выпуск 4(72)  
Часть 2

Переяслав  
2021

**АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

ВЫПУСК 4(72)

Часть 2

Апрель 2021 г.

ЖУРНАЛ

Выходит – 12 раз в год (ежемесячно)

Издается с июня 2015 года

Включен в наукометрические базы:

**РИНЦ** [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=58411](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=58411)

**Google Scholar** <https://scholar.google.com.ua/citations?user=JP57y1kAAAAJ&hl=uk>

**Бібліометрика української науки**

[http://nbuviap.gov.ua/bpnu/index.php?page\\_sites=journals](http://nbuviap.gov.ua/bpnu/index.php?page_sites=journals)

**Index Copernicus**

<http://journals.indexcopernicus.com/+++p24785301,3.html>

Переяслав

УДК 001.891(100) «20»

ББК 72.4

A43

**Главный редактор:**

Коцур В.П., доктор исторических наук, профессор, академик Национальной академии педагогических наук Украины

**Редколлегия:**

<b>Базалук О.А.</b>	д-р филос. наук, профессор (Украина)
<b>Доброскок И.И.</b>	д-р пед. наук, профессор (Украина)
<b>Кабакбаев С.Ж.</b>	д-р физ.-мат. наук, профессор (Казахстан)
<b>Мусабекова Г.Т.</b>	д-р пед. наук, профессор (Казахстан)
<b>Смирнов И.Г.</b>	д-р геогр. наук, профессор (Украина)
<b>Исак О.В.</b>	д-р социол. наук (Молдова)
<b>Лю Бинцян</b>	д-р искусствоведения (КНР)
<b>Тамулет В.Н.</b>	д-р ист. наук (Молдова)
<b>Брынза С.М.</b>	д-р юрид. наук, профессор (Молдова)
<b>Мартынюк Т.В.</b>	д-р искусствоведения (Украина)
<b>Тихон А.С.</b>	д-р мед. наук, доцент (Молдова)
<b>Горашенко А.Ю.</b>	д-р пед. наук, доцент (Молдова)
<b>Алиева-Кенгерли Г.Т.</b>	д-р филол. наук, профессор (Азербайджан)
<b>Айдосов А.А.</b>	д-р техн. наук, профессор (Казахстан)
<b>Лозова Т.М.</b>	д-р техн. наук, профессор (Украина)
<b>Сидоренко О.В.</b>	д-р техн. наук, профессор (Украина)
<b>Егизарян А.К.</b>	д-р пед. наук, профессор (Армения)
<b>Алиев З.Г.</b>	д-р аграрных наук, профессор, академик (Азербайджан)
<b>Партоев К.</b>	д-р с.-х. наук, профессор (Таджикистан)
<b>Цибулько Л.Г.</b>	д-р пед. наук, доцент, профессор (Украина)
<b>Баймухамедов М.Ф.</b>	д-р техн. наук, профессор (Казахстан)
<b>Мусабаева М.Н.</b>	д-р геогр. наук, профессор (Казахстан)
<b>Хеладзе Н.Д.</b>	канд. хим. наук (Грузия)
<b>Таласпаева Ж.С.</b>	канд. филол. наук, профессор (Казахстан)
<b>Чернов Б.О.</b>	канд. пед. наук, профессор (Украина)
<b>Мартынюк А.К.</b>	канд. искусствоведения (Украина)
<b>Воловик Л.М.</b>	канд. геогр. наук (Украина)
<b>Ковальська К.В.</b>	канд. ист. наук (Украина)
<b>Амрахов В.Т.</b>	канд. экон. наук, доцент (Азербайджан)
<b>Мкртчян К.Г.</b>	канд. техн. наук, доцент (Армения)
<b>Стати В.А.</b>	канд. юрид. наук, доцент (Молдова)
<b>Бугаевский К.А.</b>	канд. мед. наук, доцент (Украина)
<b>Цибулько Г.Я.</b>	канд. пед. наук, доцент (Украина)

Актуальные научные исследования в современном мире // Журнал - Переяслав, 2021. - Вып. 4(72), ч. 2 – 274 с.

**Языки издания:** українська, русский, english, қазақша, o'zbek, limba română, Հայերեն

Сборник предназначен для научных работников и преподавателей высших учебных заведений. Может использоваться в учебном процессе, в том числе в процессе обучения аспирантов, подготовки магистров и бакалавров в целях углубленного рассмотрения соответствующих проблем. Все статьи сборника прошли рецензирование, сохраняют авторскую редакцию, всю ответственность за содержание несут авторы.

УДК 001.891(100) «20»

ББК 72.4

A43

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Baghdasaryan Allen Samvel, Movsisyan Bagrat Vahe (Yerevan, Armenia)</b> INFLUENCE OF ISOPROPYL ALCOHOL ON THE SURFACTURAL ACTIVITY OF SAS OC-20 .....	8
<b>Boysunov Botir Pulat o'gli,</b> <b>Korotkova Larisa Aleksandrovna (Tashkent, Uzbekistan)</b> INTEGRATED ANTENNA ON A SUBSTRATE MADE OF METAMATERIAL BASED ON DIELECTRIC AND MAGNETIC RESONATORS .....	11
<b>Movsisyan Bagrat Vahe (Yerevan, Armenia)</b> ACQUISITION AND EFFICIENCY ASSESSMENT OF ARMENIAN MANUFACTURE WATER-DISPERSION PAINT .....	17
<b>Movsisyan Bagrat Vahe, Hegine Mher Hayrapetyan (Yerevan, Armenia)</b> CHOCOLATE CHARACTERISTICS AND QUALITY FEATURES RESEARCH.....	22
<b>Sakenova Juldyz Jaynatovna,</b> <b>Smagulova Asemgul Serikovna (Karaganda, Kazakhstan)</b> PROSPECTS FOR USING FLUTTER WITH THE UNITY3D AR FOUNDATION TO CREATE A HIGH-PERFORMANCE MOBILE APP UI FOR BOTH ANDROID AND IOS OPERATING SYSTEMS.....	27
<b>Yaronova Natalya Valerevna, Shosalmonov Asad Xolboy o'g'li,</b> <b>Mirzaeva Asem Boranboy kizi (Tashkent, Uzbekistan)</b> ABOUT THE CHOOSING VIDEO CAMERAS FOR ORGANIZATION OF VIDEO SURVEILLANCE AT LEVEL CROSSING OF RAILWAY .....	34
<b>Yesayan Patrik Araik, Movsisyan Bagrat Vahe (Yerevan, Armenia)</b> INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF FOAMS OBTAINED ON THE BASIS OF SODIUM OLEATE IN THE PRESENCE OF SALTS $MgSO_4$ AND $CaCl_2$ .....	40
<b>Абрамян М.В., Мовсисян Б.В., Аветян Р.А. (Ереван, Армения)</b> ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОСТАТКОВ ПИРОЛИЗА И ОТХОДОВ СТЕКЛА.....	43
<b>Амирасланов Логман Мансыр оглы (Тюмень, Россия)</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УЭЦН НА СКВАЖИНАХ С ВЫСОКИМ ГАЗОВЫМ ФАКТОРОМ.....	52
<b>Андреев Роман Алексеевич, Бонин Илья Евгеньевич,</b> <b>Зацепина Виолетта Иосифовна (Липецк, Россия)</b> МЕТОД ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ.....	59
<b>Бекеева С.И., Кобдабаева Ш.А., Исмагулова Н.К. (Актобе, Казахстан)</b> ВИРТУАЛЬНЫЙ ТУР ПО КОЛЛЕДЖУ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ФОРМА ПРОФОРИЕНТАЦИИ АБИТУРИЕНТОВ.....	65



<b>Бровченко Анастасия Александровна, Белов Павел Сергеевич, Бровченко Ольга Александровна, Никифоров Денис Юрьевич, Драгина Ольга Геннадьевна (Егорьевск, Россия), Иванова Наталья Александровна (Москва, Россия)</b>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ КОНЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СОТС.....	70
<b>Буданов Борис Владимирович, Оришев Эльдар Мухамедович, Агакеримов Даниель Фарманович (Екатеринбург, Россия)</b>	
КЛАССИФИКАЦИЯ ЧС .....	76
<b>Гапак Оксана Михайлівна, Зверев Олексій Андрійович (Ужгород, Україна)</b>	
ШИФРУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ	79
<b>Дусмагамбетова Ләззат Қайратқызы (Нур-Султан, Казахстан)</b>	
УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПЕСКОВ.....	84
<b>Забиева Алия Батырбековна, Шонтаев Джаманбай Салыкович (Нур-султан, Казахстан), Тойлыбаев асылбек Ермаханович (Алматы, Казахстан)</b>	
ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНОГО ПРОЦЕССА В САМОХОДНЫХ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЯХ (СБС) .....	89
<b>Климов Роман Александрович, Наумчик Валерия Олеговна (Каменское, Украина)</b>	
ВЛИЯНИЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ФАКТОРОВ НА КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКОВ .....	96
<b>Кожажулов Елдос Токкожаулы, Жексебай Даурен Мурзатулы, Сарманбетов Санжар Айтқалиұлы, Рауылов Бақдаулет Мақсұтұлы (Казахстан, Алматы)</b>	
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОДСЧЕТ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	102
<b>Копбалина Кымбат Багдатқызы, Маженов Нурлан Ахметчанович, Кенетаева Айгуль Акановна (Караганда, Казахстан)</b>	
ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ В УГЛЕНОСНЫХ ТОЛЩАХ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГАЗОНОСНОСТИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД .....	105
<b>Литвиненко Виктория Викторовна, Дюкре Любовь Гавриловна (Одесса, Украина)</b>	
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА БЕТОНА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПОВРЕЖДЕННОСТЬ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	114
<b>Мартirosян Микаел Варданович, Мовсисян Баграт Вагеевич (Ереван, Армения)</b>	
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АРМЯНСКОЙ АЭС .....	120
<b>Насретдинов Шамиль Ринатович, Губайдуллин Эрик Рустэмович, Давлетов Марат Шайхенурович (Уфа, Россия)</b>	
ПРИЧИНЫ ПОТЕРЬ УГЛЕВОДОРОДОВ И МЕТОДЫ ИХ СНИЖЕНИЯ .....	126

<b>Насретдинов Шамиль Ринатович, Губайдуллин Эрик Рустэмович, Давлетов Марат Шайхенурович (Уфа, Россия)</b> ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ НЕФТИ НА СОВРЕМЕННЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ.....	130
<b>Овчинников Евгений Витальевич (Гродно, Беларусь)</b> ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ.....	134
<b>Остянко Виктория Владимировна, Новожилова Наталья (Санкт-Петербург, Россия)</b> ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АРОЧНЫХ И ПЕРЕКРЕСТНЫХ АРОЧНЫХ СИСТЕМ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОТИВ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ КВАЗИСТАТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ЛИНЕЙНОЙ ПОСТАНОВКЕ.....	141
<b>Отемисова Айжан Арыстанкызы (Шымкент, Казахстан)</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСА МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ .....	146
<b>Отызбаев Бауржан Толегенович (Нур-Султан, Казахстан)</b> ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ.....	154
<b>Павлихина Валентина Юрьевна (Санкт-Петербург, Россия)</b> ПРОБЛЕМЫ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ.....	160
<b>Петриева Оксана Владимировна (Санкт-Петербург, Россия)</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЕЙ ПОРАЖЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЗАИМНЫХ ПОМЕХ ТИПА РЕТРАНСЛИРОВАННЫХ .....	168
<b>Петриева Оксана Владимировна (Санкт-Петербург, Россия)</b> ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИОСВЯЗИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....	173
<b>Садыков Максат Аманеглдиевич, Барпиев Бакыт Боронбаевич (Бишкек, Кыргызстан)</b> ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ	179
<b>Садыков Максат Аманеглдиевич, Барпиев Бакыт Боронбаевич (Бишкек, Кыргызстан)</b> АВТОНОМНОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ.....	186
<b>Салухова Арина Денисовна (Волгоград, Россия)</b> ЭТАПЫ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ МЕЖМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	193
<b>Симбирев Олег Викторович (Тюмень, Россия)</b> ПОТЕНЦИАЛ К ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ МНОГOKВАРТИРНЫХ ЗДАНИЙ.....	198
<b>Симбирев Олег Викторович (Тюмень, Россия)</b> ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА МНОГOKВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ .....	202

<b>Синько Александр Николаевич, Абдыкаримов Кайрат Дулатович (Караганда, Казахстан)</b> ДЕМПФИРОВАНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОПРИВОДЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ .....	206
<b>Спиридонов Александр Дмитриевич, Берестовой Вадим Владимирович, Буданов Борис Владимирович (Екатеринбург, Россия)</b> ОБУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ .....	212
<b>Степка Олег Григорьевич (Кишинев, Молдова), Маковецкий Филип Александрович (Тирасполь, Молдова)</b> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МИКРОВОЛНОВОЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ.....	215
<b>Тютюнников Сергій Валентинович, Тютюнников Владислав Сергійович (Ужгород, Україна)</b> АВТОМАТИЗОВАННИЙ ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ІНКУБАТОРУ ДЛЯ НЕМОВЛЯТ.....	222
<b>Хайдаров Али Хасанович, Абдукаримов Шерали Нурали угли, Кимизбаева Арзигул Эшоновна, Шукурова Адолат Анваровна (Ташкент, Узбекистан)</b> ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	227
<b>Хайдаров Али Хасанович, Эргашев Азизбек Эркинович, Кимизбаева Арзигул Эшоновна, Садикова Шахноза Шукриллаевна (Ташкент, Узбекистан)</b> РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ ТЕХНИКИ “УМНИЙ ДОМ” .....	231
<b>Хачатрян Ваге Генрикович (Ереван, Армения)</b> НЮАНСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ В БАССЕЙНЕ .....	235
<b>Храмова Злата Юрьевна, Карташева Д.В. (Уфа, Россия)</b> АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ API НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	241
<b>Шеногин Михаил Викторович (Владимир, Россия)</b> ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА В РФ .....	246
<b>Шокиров Шодмон Шойминович (Ташкент, Узбекистан)</b> СРАВНЕНИЕ СКОРОСТИ PYTHON И C++ .....	254
<b>Эшкабилов Напас Бекназарович, Хайдаров Шухрат Рустамович, Примкулов Шерзод Шарифович (Самарканд, Узбекистан)</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ИОНИЗАЦИИ РИДБЕРГОВСКИХ АТОМОВ В ИМПУЛЬСНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ .....	258

<b>Яблоков Александр Евгеньевич, Генералов Александр Сергеевич, Жила Таисия Михайловна (Москва, Россия)</b>	
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН .....	262
<b>Yakubova Nafisa Odiljanovna, Omonqulov A'zamjon Shodmon o'gli, Hayitboyeva Munajat Berdimurot qizi (Guliston, O'zbekiston)</b>	
O'QUVCHILARDA – QIRQIMLAR HAQIDA TASAVVURINI OSHIRISHDA GRAFIK MAKETLARNING O'RNI VA AHAMIYATI.....	268
ИНФОРМАЦИЯ О СЛЕДУЮЩЕЙ КОНФЕРЕНЦИИ .....	273

## СЕКЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 544.77

**Baghdasaryan Allen Samvel, Movsisyan Bagrat Vahe**  
**National Polytechnic University of Armenia (NPUA)**  
**(Yerevan, Armenia)**

### INFLUENCE OF ISOPROPYL ALCOHOL ON THE SURFACTURAL ACTIVITY OF SAS OC-20

**Abstract.** *The aim of the work was to study the properties of foams obtained using the OC-20 preparation, depending on the content of isopropyl alcohol in an aqueous solution. The technical preparation is a brand of synthanol OC-20.*

*The effect of isopropyl alcohol on the surface activity of NSAS OC-20 was studied. It is shown that the dependence is extreme and is determined by the function of isopropyl alcohol.*

**Key words:** *dispersant, adsorption, surface activity, surface tension, ethoxylated alcohol*

*Багдасарян Аллен Самвелович, Мовсисян Баграт Вагеевич*  
*Национальный политехнический университет Армении*  
*(Ереван, Армения)*

### ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВНОСТИ ПАВ ОС-20 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА

**Аннотация.** *Целью работы явилось изучение свойств пен, полученных с использованием препарата ОС-20, в зависимости от содержания в водном растворе изопропилового спирта. Технический препарат представляет собой марка синтанола ОС-20.*

*Изучено влияние изопропилового спирта на поверхностную активность НПАВ ОС-20. Показано, что зависимость носит экстремальный характер и определяется функцией изопропилового спирта.*

**Ключевые слова:** *диспергатор, поверхностная активность, поверхностное натяжение, оксипропилированные спирт.*

Oxyethylated alcohols are a mixture of polyethylene glycol ethers with different amounts of oxyethyl groups and the value of the radical R. Nonionic surfactants.

Surfactant. OC-20 is ethoxylated alcohol with the general formula  $C_nH_{(2n+1)O(C_{2n}H_{40})_m}$ , where  $n = 14-18$  is the carbon chain length,  $m = 7-10$  is the degree of ethoxylation. They are part of detergents, are used as suspension stabilizers, emulsifiers, antistatic agents in the processing of synthetic fibers, degreasers for wool and metal surfaces, leveling agents for dyeing with vat dyes, wetting agents, additives in detergent compositions, and dispersants [1]. Synthanol is often used in combination with isopropyl alcohol. That is why it was of the greatest interest to study the effect of alcohol on the surface activity of this

surfactant. Synthanol OC-20 was chosen for the study. Surface tension was studied using the DSA 25E instrument.

The processes of mixed micelle formation were studied for various surfactant - alcohol ratios. For this, a pseudo-binary approach was used [2].

Image 1 a, b shows the surface tension isotherms of the initial nonionic surfactants, alcohol, their mixtures, as well as the surface tension isotherm (STI) of OC-20 in isopropyl alcohol.

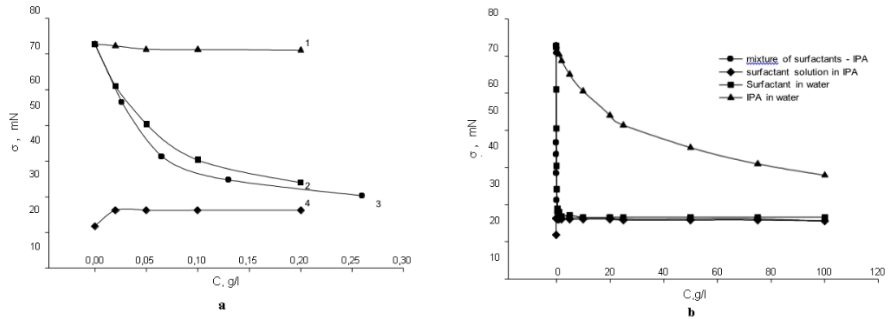


Image 1. Influence of isopropyl alcohol on the surface activity of nonionic surfactants OC-20. a - initial sections of isotherms; b - complete isotherms of surface tension.

Several areas can be distinguished on the graphs. A sharp drop in the surface tension in the initial concentration range is associated with the formation of a monomolecular layer; a region almost parallel to the abscissa axis corresponds to the transition of surfactant molecules into the bulk of the solution and the formation of micelles [3].

The surface-active characteristics of individual compounds and their mixtures are presented in Table 1. The critical micelle concentration was determined by a universal method for all surfactants - as the concentration corresponding to a break in the surface tension isotherm. Surface activity was calculated as the value of the slope of the initial section of the surface tension isotherm.

Table 1. Surface-active characteristics of individual compounds and their mixtures

System	$\sigma_{min}, \text{mN/m}$	$CCM, \text{g/l}$	$G \cdot 10^3, \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
IPA	55,37	22,524	1,053383
SAS	24,15	0,333	332,00
mixture	23,15	0,301	594,24

From the presented results, it follows that isopropyl alcohol exhibits low surface activity; however, its introduction into a nonionic surfactant solution in a surfactant: IPA mass ratio of 3: 2 promotes an increase in the surface activity of the mixture in comparison with an individual surfactant by 1.5 times. This can be caused by the formation of mixed micelles.

Based on the STI series of a number of IPA – surfactant compositions, the compositions

of mixed micelles and the value of the surfactant interaction factor in the micelle were calculated by the Rubin method [4].

These results are presented in Table 2.

Table 2. Compositions of mixed micelles and interaction factor in the series of IPA-surfactants

Mole fraction of surfactant in a mixture $\alpha 1$	Mole fraction of surfactant in micelle X1	Factor interactions $\beta$	$G \cdot 10^3, m \cdot s^{-2}$
0,02512791	0,815	-67,4183	325,00
0,053632947	0,8119	-71,6823	410,00
0,13025772	0,8835	-83,5374	753,26
0,30238415	0.9024	-98.4272	430,17

The value of the parameter  $\beta$  is negative, which does not contradict the literature data [5].

The obtained negative values of the interaction parameter  $\beta$  indicate the mutual attraction of surfactants in micelles. It is known from the literature that synergism during micelle formation in surfactant mixtures can be discussed under two conditions:  $\beta < 0$ ;  $|\ln(C1 / C2)| < |\beta|$ , which holds in our case, i.e. in this concentration range, isopropyl alcohol manifests itself as a "co-surfactant" and is included in the composition of micelles.

A further increase in the alcohol content in the mixture leads to a decrease in the surface activity of the alcoholic surfactant solution. A similar dependence was observed for cationic surfactants in the presence of ethyl alcohol [6]. This dependence can be explained by the fact that, starting from a certain concentration, alcohol behaves not as a "co-surfactant", but as a co-solvent, causing micelle disaggregation.

## REFERENCES

1. Maria Omastova, Miroslava Trchova, Janna Kovarova <<Synthesis and structural study of polypyrroles prepared In the presence of surfactants>>, 2003, page 447-455.
2. Szymczyk K., Zdziennicka A., Krawczyk J., Janczuk B. 2014. Behaviour of cetyltrimethylammonium bromide, Triton X-100 and Triton X-114 in mixed monolayer at the (water-air) interface. The Journal of Chemical Thermodynamics, 69: 85-92.
3. Агеев А.А., Волков В.А. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов от строения молекул поверхностно-активных веществ и состава адсорбционных слоев. 2011, ст. 4-7.
4. Прохорова Г.В., Глухарева Н.А. 2015. Изучение влияния анионных и катионных ПАВ на дэмульгирующую эффективность неионогенных ПАВ. №2 (27): 53-57.
5. M. Bourell, J.L.Salager, R.S.Schechter A correlation for phase behavior of nonionic surfactants. 1980, p. 453.
6. Ляпунов Н.А., Пуртов А.В., Дунай Е.В. Разработка критерия сравнительной оценки неионогенных ПАВ как эмульгаторов дисперсных систем. Chemical sciences. 2012.

УДК 621.396.67

**Boysunov Botir Pulat ogli**  
**2nd year student,**  
**Scientific director: Korotkova Larisa Aleksandrovna**  
**Senior lecturer of the Department of Radio engineering devices and systems**  
**Tashkent state technical university named after Islam Karimov**  
**(Tashkent, Uzbekistan)**

## INTEGRATED ANTENNA ON A SUBSTRATE MADE OF METAMATERIAL BASED ON DIELECTRIC AND MAGNETIC RESONATORS

**Abstract.** *The article is devoted to the use of metamaterials in microwave antenna technology. The design of a microstrip microwave antenna with a metamaterial substrate based on dielectric and magnetic resonators is proposed. The result of an approximate calculation of the antenna radiation pattern using a metamaterial substrate based on dielectric and magnetic (ferrite) resonators is presented.*

**Key words:** *metamaterials, LCMS, microstrip antennas.*

Бойсунов Ботир Пулат угли  
студент 2 курса,  
Научный руководитель: Короткова Лариса Александровна  
старший преподаватель кафедры Радиотехнические устройства и системы  
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова  
(Ташкент, Узбекистан)

## ИНТЕГРИРОВАННАЯ АНТЕННА С ПОДЛОЖКОЙ НА ОСНОВЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ РЕЗОНАТОРАХ

**Аннотация.** *Статья посвящена использованию метаматериалов в СВЧ-антенной технике. Предложена конструкция микрополосковой СВЧ-антенны с метаматериальной подложкой на основе диэлектрического и магнитного резонаторов. Представлен результат приближенного расчета диаграммы направленности антенны с использованием метаматериальной подложки на основе диэлектрического и магнитного (ферритового) резонаторов.*

**Ключевые слова:** *метаматериалы, ЛХМ, микрополосковые антенны.*

### 1. Introduction

Metamaterials are artificially formed media with electromagnetic properties that are difficult to achieve technologically or do not occur in nature at all. In such materials, the dielectric and magnetic permittivity can take negative values ( $\epsilon < 0$ ,  $\mu < 0$ ). Such properties are due not only to the properties of its constituent elements, but also to the artificially created periodic structure of macroscopic elements.

Currently, the study of metamaterials is a very promising area of research. The study of the possibility of using metamaterials in antenna technology has a history of only a few

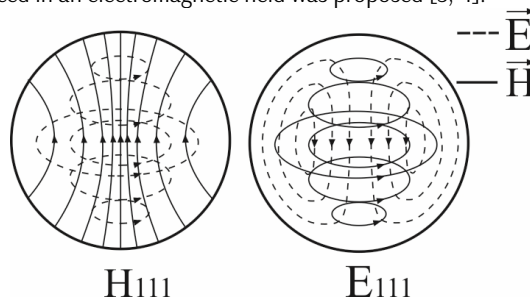


years. However, some results have already been obtained. In particular, in 2011, V. G. Veselago, A. A. Zhukov and others received a patent of the Russian Federation "small-sized microwave antenna based on metamaterial" [1], in which they proposed to use a plate made of metamaterial placed above the radiating element of a flat antenna on a dielectric support. It follows from the patent that such a solution allows, while maintaining the small size of a planar microwave antenna, to achieve a narrowing of its radiation pattern.

In addition, it was found that a printed antenna made on a metamaterial substrate can have a geometric size of less than  $0.5 \lambda$ . In addition, the use of substrates based on metamaterials allows you to achieve greater antenna broadband. When considering various antenna designs based on metamaterials, it can be noted that the metamaterials used in these designs are based on structures consisting of conducting resonant elements (split rings, frames, etc.). at the same time, there is a whole group of metamaterials in which dielectric inclusions of various shapes are used as resonant elements.

## 2. Material and Methods

The idea of using spherical dielectric resonators was discussed in detail in [2]. In this case, resonators made of a material with simultaneously high values of dielectric and magnetic permittivity were considered as particles forming a metamaterial, that is, a material that simultaneously exhibits the properties of a ferroelectric and ferromagnet is necessary. The creation of such a composite material for the resonator, if at all possible, is associated with significant technological difficulties. In 2004, a model of an isotropic metamaterial consisting of ferroelectric spherical particles in which the resonant modes H111 and E111 are excited when the material is placed in an electromagnetic field was proposed [3, 4].



**Figure 1.** Induced electric and magnetic dipoles, distribution of H111-mode electromagnetic fields (left) and E111-fashion (on the right)

Such a model was already suitable for manufacturing, since it was proposed to use spherical particles made of a material with a large value of the dielectric constant  $\epsilon = 400-1000$ , while the magnetic permeability could be equal to the vacuum one.

In [5], it was proposed to use as a substrate a magnetoelectric metamaterial consisting of separate magnetoelectric elements with both magnetic and dielectric resonant properties, and capable of operating in the mode of negative magnetic and dielectric permittivity, that is, in the LHM (left-handed material) mode. A separate advantage of such a medium is its controllability both with the help of a magnetic field and with the help of an electric potential.

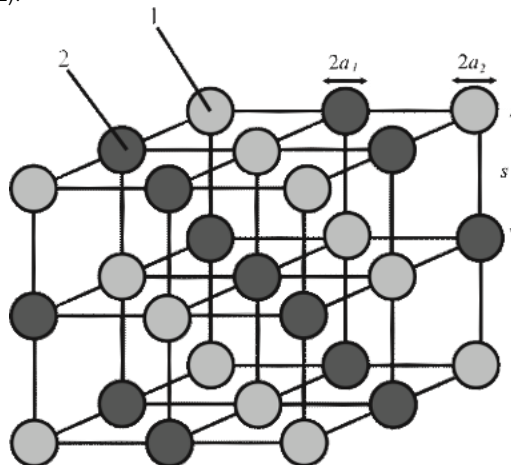
The first experimental approaches to the implementation of a model consisting of separate magnetic and dielectric lattices were carried out in [6, 7]. In [6], we considered the practical implementation of an LHM – controlled lens consisting of two sublattices: a magnetic one consisting of ferrite elements and a dielectric one consisting of metal dipoles. In [7], a practical implementation, a practical implementation of an antenna with ferrite magnetic inclusions, also controlled by a magnetic field, is proposed and considered.

In subsequent years, a number of models of metamaterials based on dielectric resonators were developed, which can be implemented in practice [8].

The first metamaterials built on dielectric resonators had a narrower frequency band, in which the material showed properties of negative values of  $\epsilon$  and  $M$ , than metamaterials on structures consisting of conducting resonant elements. To date, this gap has significantly narrowed.

However, even earlier, the Russian scientist V. I. Shcheglov in his article [9] proposed a metamaterial design in which a lattice consisting of spherical ferrite elements was proposed as a structure that forms negative values of magnetic permeability. Moreover, the region of negative values of the magnetic permeability in such a lattice is determined not only by the parameters of ferrite elements, but also by the applied magnetic field, i.e., when the magnetic field changes, it can shift up or down in frequency.

The next logical step is to create a metamaterial structure consisting of two nested lattices, one containing high-emissivity dielectric resonators and the other containing ferrite resonators (Figure 2).



**Figure 2.** Internal structure of the metamaterial: 1-dielectric resonators, 2-ferrite resonators

The advantages of such a metamaterial over others are as follows:

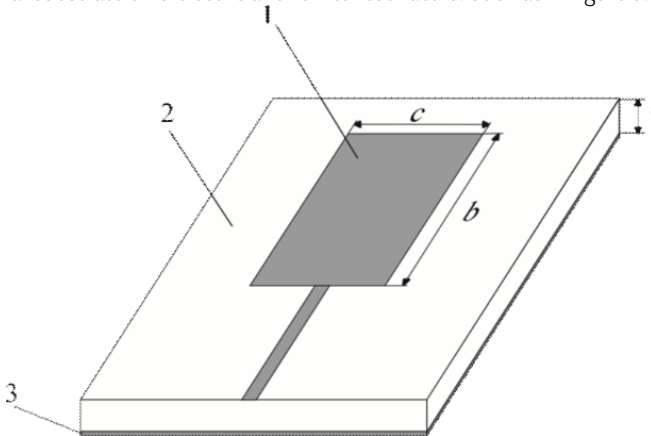
- the ability to change the frequency range within certain limits, in which  $\epsilon$  and  $\mu$  simultaneously take negative values;
- small sizes of resonant elements in comparison with metal materials on conducting resonant frames;

- high technological efficiency (resonators have a simple shape, spherical or cubic);
- no leakage currents (can occur in metamaterials on conducting resonant elements).

Due to their properties, such metamaterials are promising materials for use in microwave devices.

One of the areas of application of metamaterials on dielectric and ferrite resonators is their use as substrates for microstrip microwave antennas.

In order to study the properties of such metamaterials in application to antenna technology, it is possible to propose the use of a microstrip antenna Microwave band, made on a metamaterial substrate on dielectric and ferrite resonators. Such as in figure 3.



**Figure 3.** Example of a microstrip antenna: 1-radiating element of the antenna, 2 - substrate based on metamaterial on dielectric and ferrite resonators, 3-screen

Assuming that  $C = 4$  mm,  $b = 8.8$  mm, and  $h = 1$  mm, we calculate the antenna radiation pattern. Based on Formula (1), we Express the effective magnetic permeability of the material (2), taking into account the properties of ferrite resonators (3), as proposed in [5, 10]

$$\mu' = 1 + \frac{T^2_m \cdot (\omega_{m0} - \omega) \cdot \omega_{mp}}{(\omega_{m0} - \omega)^2 \cdot T^2_m + 1}, \quad (1)$$

where  $\omega_{m0}$  is the resonant frequency of the ferrite dipole sublattice;  $\omega_{mp}$  is the "magnetic plasma frequency"; and  $TT$  is the relaxation time in the ferrite sublattice.

$$\mu_{eff} = \left( \mu_{FMR} \cdot \left( 1 + \frac{T^2_m \cdot (\omega_{m0} - \omega) \cdot \omega_{mp}}{(\omega_{m0} - \omega)^2 \cdot T^2_m + 1} \right) \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

where

$$\mu_{FMR} = 1 + \frac{T^2_{FMR} \cdot (\gamma H_0 - \omega) \cdot \omega_{mp}}{(\gamma H_0 - \omega)^2 \cdot T^2_{FMR} + 1}, \quad (3)$$

$$\gamma H_0 = \omega_0, \quad (4)$$

$\omega$  – circular frequency,  $\omega_0$ -resonant frequency of ferrite,  $\omega_m$  – ferrite saturation frequency  $F_{FMR}$ -relaxation time.

Let us write down the formula for calculating the effective permittivity of the antenna (5), which takes into account the influence of the properties of the sublattice of dielectric resonators:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon'+1}{2} + \frac{\epsilon'-1}{2} \left(1 + \frac{10t}{c}\right)^{\frac{1}{2}}, \tag{5}$$

where

$$\epsilon' = 1 + \frac{T^2 e^2 (\omega_{e0} - \omega) \cdot \omega_{ep}}{(\omega_{e0} - \omega)^2 \cdot T^2 e^2 + 1}, \tag{6}$$

$\omega_{e0}$  is the resonant frequency of the sublattice of electric dipoles;  $\omega_{ep}$  is the frequency of the electric plasma;  $T_{Fe}$  is the relaxation time in the electric sublattice.

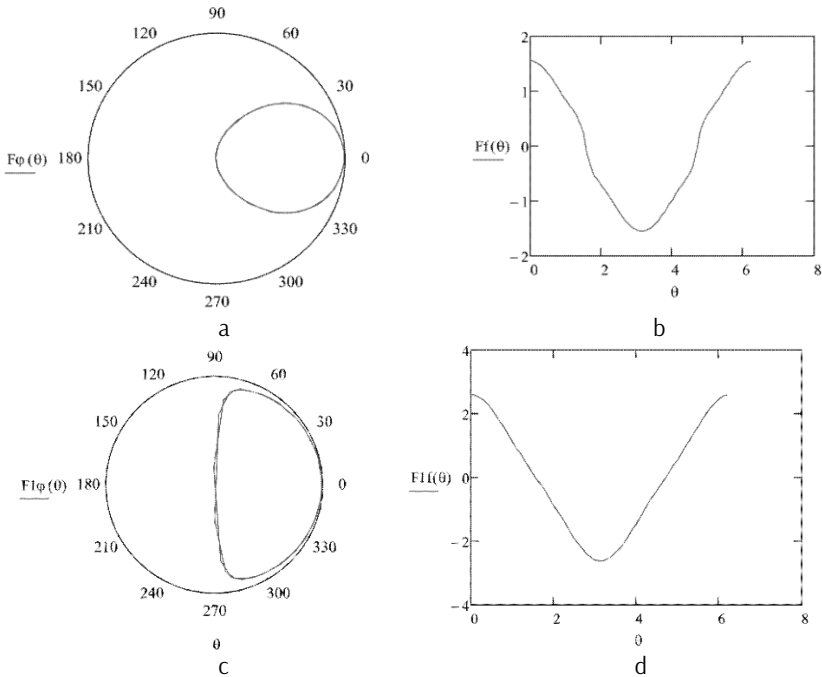


Fig. 4. results of calculating the radiation patterns of a microstrip antenna: a, b - for an antenna with подложкой a metamaterials substrate on dielectric and ferrite inclusions; c, d - for an antenna c using a conventional dielectric substrate

After performing calculations taking into account the effective values of the dielectric and magnetic permittivity, we approximately obtain the following antenna radiation pattern at a frequency of 10 GHz (Fig. a.). Calculating the parameters of the same antenna using a conventional dielectric substrate, we obtain approximately the radiation pattern shown in (Fig. 4B, d).

Thus, comparing radiation patterns, it can be argued that the use of metamaterial, as indicated above, increases the directivity of the antenna, narrowing its radiation pattern.

### 3. Conclusion.

Thus, this paper shows the possibility of using metamaterials on dielectric and magnetic resonators as substrates for microstrip microwave antennas. The approximate radiation pattern of such an antenna is theoretically calculated. Prospects for further research in the field of metamaterials' application in dielectric and magnetic resonators are shown.

### REFERENCES:

1. Patent RF RU2473157C1H01Q9/00(2006.01). Malogabaritnaia SVCh-antenna na osnove metamateriala / V.G. Veselago, A.A. Zhukov, I.Iu. Bredikhin i dr. Zaiavl. 17.11.2011. Opubl. 20.01.2013.
2. Holloway C., Kuester E. A double negative (DNG) composite medium composed of magnetodielectric spherical particles embedded in a matrix // IEEE Trans. Antennas Propag. 2003. V.51. Issue 10. Part 1. P.2596.
3. Kolmakov I.A., Gashinova M.S., Vendik O.G. Modeling of Artificial Isotropic Double negative (DNG) Media Composed by Spherical Particle Lattices Embedded in a Dielectric Matrix // Seminar Proc. Book of 11th International Student Seminar. St. Petersburg, 2004. P. 27.
4. Vendik O.G. and Gashinova M.S. Artificial double negative (DNG) media composed by two different dielectric sphere lattices embedded in a dielectric matrix // Proc. 34th European Microwave Conf. Amsterdam, 12-14 October. 2004. P.1209-1212.
5. Petrov R.V. Magnitoelektricheskie SVCh-ustroistva // Elektronnaia tekhnika. Ser.1: SVCh-tehnika. 2003. Vyp. 1 (481). S.78.
6. Petrov R.V., Bichurin M.I., Srinivasan G., Pandey R. A magnetic field controlled negative-index microwave lens // Microwave and optical technology lett. 2008. V.50. №11. P. 2804-2807.
7. Petrov R.V., Bichurin I.M., Srinivasan G. Issledovanie svoistv antenn s ferritovymi elementami // Antenny. 2009. Vyp. 8(147). S. 50-55.
8. Li Y. and Bowler N. Rational design of double-negative metamaterials consisting of 3D arrays of two different nonmetallic spheres arranged on a simple tetragonal lattice // 2011 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation. IEEE, 2011. P.1494-1497.
9. Shcheglov V.I. Raschet dinamicheskoi pronitsaemosti sredy, sodержashchei magnitnuiu i elektricheskuiu komponenty // Zhurn. radioelektroniki. 2001. №7. URL: <http://jre.cplire.ru/win/aug01/4/text.html>
10. Petrov R.V., Bichurin M.I., Srinivasan G., Viehland D. Three-dimensional left-handed material lens // Appl. Phys. Lett. 2007. V.91. P.104103.

УДК 66+ 667.2

Movsisyan Bagrat Vahe  
National Polytechnic University of Armenia  
(Yerevan, Armenia)

## ACQUISITION AND EFFICIENCY ASSESSMENT OF ARMENIAN MANUFACTURE WATER- DISPERSION PAINT

*Water-dispersion paints were not produced in Armenia in the early 1990s due to the shortage of raw materials and the energy crisis. Local demand was met either by homemade paints made from a combination of filler, emulsion, and water, or by imported goods. On the local paint market, there are now a range of brands that sell costly, in some cases low-quality goods with a polymer composition based on polyvinyl acetate emulsion and only calcium carbonate as a filler. As a result, a new latex paint was produced and tested for painting areas with high humidity and high load in order to achieve high-quality, inexpensive water-dispersion paint. The paint was made with a high-quality water-soluble polymer, a variety of microporous fillers, and high-quality pigment. The drying time of residue content, pH value, coverage, paint coverage stability, degree of frost resistance, and microdispersion was determined.*

*Experiments have shown that the quality of the received paint has some advantages over the comparatively high-priced segment paint on the market, which are mainly due to the right choice of the degree of filler microdispersion and high degree of polymer coverage water-resistance.*

*The suggested paint can be used for high-humidity residential areas, interior decoration of some industrial areas, and painting work implementations. The paint contains no organic solvents and is therefore ecologically neutral. It will be reasonably priced without sacrificing quality.*

**Keywords:** Latex paint, water resistance, microdispersion, coverage, water-soluble polymer.

Б.В. Мовсисян  
Национальный политехнический университет Армении  
(Ереван, Армения)

## ПРОИЗВОДСТВО АРМЯНСКОЕ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННОЙ КРАСКИ ИЛИ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

*В начале 1990-х годов в Армении не было производства водно-дисперсионных красок из-за нехватки сырья из-за энергетического кризиса. Местный спрос удовлетворялся либо за счет самодельных красок, которые представляли собой смесь наполнителя, эмульсии и воды, либо за счет продуктов с зарубежных рынков. Сейчас на местном рынке красок присутствует ряд брендов, которые предлагают дорогую, в некоторых случаях некачественную продукцию, полимерный состав основан на эмульсии поливинилацетата, а в качестве наполнителя используется только карбонат кальция. Таким образом, благодаря получению качественной и доступной водно-*

дисперсионной краски была разработана новая латексная краска, испытанная для окраски участков с повышенной влажностью и большой нагрузкой. В краске использован качественный водорастворимый полимер, широкий спектр микроскопических наполнителей, а также качественный пигмент. Определяли содержание сухого остатка, значение pH, укрывистость, устойчивость лакокрасочного покрытия, морозостойкость, микродисперсность, время высыхания.

Эксперименты показали качество полученной краски и некоторые преимущества перед краской относительно высокого ценового сегмента на рынке, которые в основном связаны с правильным выбором степени микродисперсности наполнителя высокой степенью водостойкости полимерного покрытия.

Предлагаемая краска может быть использована для жилых помещений с повышенной влажностью, общественной отделки, внутренней отделки некоторых производственных помещений, для малярных работ. Краска не содержит органических растворителей, экологически нейтральна. Это будет вполне доступно по цене, не теряя при этом качественных качеств.

**Ключевые слова:** латексная краска, водостойкость, микродисперсность, покрытие, водорастворимый полимер.

*ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՋՐԱԴԻՄՊԵՐՄԻՈՆ ՆԵՐԿԻ ՍՏԱՅՈՒՄ և ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ*

90-ականներին սկսվեցին Հայաստանում ջրադիսպերսիոն ներկերի արտադրությունը բացակայում էր՝ հումքային ռեսուրսների բացակայության և էներգետիկ ճգնաժամով պայամանավորված: Տեղական պահանջարկը բավարարվում էր, կամ ինքնաշեն պատրաստված ներկերի միջոցով՝ որոնք լցահարթիչի, էմուլսիայի և ջրի խառնուրդ էին, կամ արտասահմանյան շուկայի արտադրանքներով: Հիմա տեղական ներկի շուկայում առկա են մի շարք բրենդերի ներկայացվող տեսականիներ, որոնք առաջարկում են թանկ և որոշ դեպքերում նաև անորակ արտադրանքներ՝ պոլիմերային կազմը հիմնված է պոլիվինիլացետատային էմուլսիայի հիվքի վրա, իսկ որպես լցահարթիչ օգտագործվում է միայն կալցիումի կարբոնատը: Այսպիսով՝ բարձրորակ և մատչելի ջրադիսպերսիոն ներկ ստանալով պայամանավորված՝ մշակվել և փորձարկվել է նոր լատեքսային ներկ՝ նախատեսված բարձր խոնավությամբ և մեծ ծանրաբեռնվածությամբ տարածքների ներկման աշխատանքներ կատարելու համար: Ներկում օգտագործվել է բարձրորակ ջրալույծ պոլիմեր, մանրադիսպերս լցահարթիչների լայն կազմ, ինպես նաև բարձրորակ պիգմենտ: Կատարվել են չոր մնացորդի պարունակության, PH-ի արժեքի, ծածկողականության, ներկի ծածկույթի կայունության, ցրտադիմացկունության աստիճանի, մանրադիսպերսության և չորացման ժամանակահատվածի որոշում: Կատարված փորձերը ցույց են տվել՝ ստացված ներկի որակային հատկությունները և որոշ առավելությունները շուկայում առկա համեմատաբար բարձր գնային սեգմենտի ներկի նկատմամբ, որոնք հիմնականում կապված են՝ լցահարթիչի

*մանրադիսպերսիայի աստիճանի ճիշտ ընտրությամբ և ջրի նկատմամբ պոլիմերի ծածկույթի կայունության բարձր ցուցանիշով:*

*Առաջարկվող ներկը կարող է ծառայել բարձր խոնավությամբ բնակելի տարածքների, հասարակական նշանակության և որոշ արտադրական տարածքների ներքին հարդարման՝ ներկման աշխատանքների իրականացման համար: Ներկը չի պարունակում օրգանական լուծիչներ և էկոլոգիական տեսանկյունից չեզոք է: Այն կունենա բավականին մատչելի արժեք՝ չկորցնելով որակային առավելությունները:*

***Բանալի բաղեր՝** լատեքսային ներկ, ջրակայունություն, մանրադիսպերսիություն, ծածկողականություն, ջրալույծ պոլիմեր:*

**Introduction.** The majority of water-dispersion paints used in the local market are imported, and locally manufactured paints are either of lower quality or have a lower price-quality ratio, making them unsuitable for large-scale consumption in the local market.

Taking the foregoing into account, the mission was to research and develop more effective latex paint compositions that will ensure high quality and competitive pricing in the local market.

**Method of research.** Latex paints, based on water resistance, vapor permeability, coverage, developed and produced under laboratory conditions in Armenia, were used as test samples.

To assess compliance with GOST 28196-89 “Краски водно-дисперсионные” international technical standard, a range of qualitative-comparative analyses were conducted according to the standards' visual effect review.

Visual assessment of the appearance of the dry paint surface was carried out.

It was determined:

- dry residue content according to GOST 17537 [2],
- painting PH meaning,
- Coverage (g / m<sup>2</sup>) according to GOST 8784 [3],
- Stability of the paint coverage to static water resistance (at a temperature of not less than 20 ± 2 ° C) according to GOST 9.403 A [4],
  - Level of Frost resistance - resistance to coagulation caused by cooling and heating on a regular basis.
  - Microdispersion according to GOST 6589 [5]
  - Drying period of paint coverage according to GOST 19007 [6]

**Research result.** The two samples were found to be in accordance with the technical regulations in all of the decisions taken. The dry residue content in the Armenian production sample (A) is 53%, and in the laboratory-processed sample (B) is 58%, both of which are in compliance with technical regulations. The pH values are also within the acceptable range (7-8). Both samples have a coverage value that meets the technical regulations, the coverage value of sample B is 26.3% higher than sample A (Figure 1). The index of paint resistance of water is the reflection of the qualitative-quantitative parameters of the polymer in it, which is 12 hours for A and 16 hours for B. The degree of frost resistance is 5 cycles, which fully meets the requirements of the technical regulations. The lower the degree of microdispersion (filler



particle size), the higher the coverage, 28 microns for A and 25 microns for B. The paint samples' 3rd degree drying time is 50 minutes for A and 40 minutes for B.

Latex paints	Content of dry residue [1] (%)	PH value	Coverage [2] (g/m)	Paint coverage stability [3] (hours)	Degree of frost resistance (cycle)	Microdispersion [4] (mkm)	Drying period (minute)
A	53	7.75	120	12	5	28	50
B	58	7.7	95	16	5	25	40

Table 1. Summary of the analysis of samples A & B, (A) of Armenian production, and (B) are samples of laboratory-developed paints.



Fig. 1. Coverage results of samples A and B

### Conclusion.

As can be seen from the results of the research, the latex paint that we made in the laboratory,

1. Provides indicators that are satisfactory to the technical regulation,
2. Having obvious advantages over similar Armenian products on the market, such as high coverage, water resistance, and low microdispersion, it can be used for painting areas with high humidity and high load [7]; all of this paves way for the development of a market for the production and use of the receiving paint.

### REFERENCES

1. ГОСТ 28196-89. Краски водно-дисперсионные. Технические условия
2. ГОСТ 17537-72. Материалы лакокрасочные. Методы определения массовой доли летучих и нелетучих, твердых и пленкообразующих веществ.
3. ГОСТ 8784-75. Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости.

4. ГОСТ 9.403-80. (СТ СЭВ 5260-85) Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость к статическому воздействию жидкостей.
5. ГОСТ 6589-74. Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира прибором "Клин" (гриндометром).
6. ГОСТ 19007-73. Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания
7. Бодо Мюллер, Ульрих Пот / Лакокрасочные материалы и покрытия. Принципы составления рецептур, 2007, ISBN 5-902904-04-8

УДК 66+ 663

**Movsisyan Bagrat Vahe, Hegine Mher Hayrapetyan**  
**National Polytechnic University of Armenia**  
**(Yerevan, Armenia)**

## **CHOCOLATE CHARACTERISTICS AND QUALITY FEATURES RESEARCH**

*Studies on the properties of chocolate, its changing conditions, and quality studies in chocolate production have been conducted, as well as experiments to reduce crushing of the chocolate mass and improve chocolate quality. The primary goal of the research is to investigate specific characteristics of the sampled chocolate, as well as the conditions of change, in order to make a change that will significantly improve the quality characteristics of chocolate. Studies have shown the quality characteristics of the sampled chocolate, drastic changes under different conditions, a number of its properties change depending on the structure of the chocolate, as well as a single condition change results in a positive change in the quality of chocolate. The sampled chocolate is the most expensive chocolate available in Armenia, so it was assumed to have the highest quality characteristics. The experiment results demonstrated this, but the task was set to produce a higher quality product. The article contains an innovation in chocolate making, changing an indicator that drastically changes the quality of chocolate, giving it a more aromatic expression, typical of chocolate, which is the most positively appreciated feature by the consumer. It is possible to increase market consumption by improving product quality without raising the price of the product. In Armenian production, having high quality chocolate in the market, at a high price, is difficult to ensure consumption, and with a small change, which has no additional financial consequences, it is possible to introduce a product in the market that has high quality, low price.*

**Keywords:** chocolate, temperature, heat treatment, oils, crushing, dry material, organoleptic analysis.

Баграт Вагеевич Мовсисян, Егине Мгеровна Айрапетян  
Национальный политехнический университет Армении (НПУА)  
(Ереван, Армения)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШОКОЛАДА**

*Были проведены исследования свойств шоколада, его изменяющихся условий и качества при производстве шоколада, а также эксперименты по уменьшению измельчения шоколадной массы и улучшению качества шоколада. Основная цель исследования - изучить конкретные характеристики отобранного шоколада, а также условия изменения, чтобы внести изменения, которые значительно улучшат качественные характеристики шоколада. Исследования показали, что качественные характеристики отобранного шоколада резко меняются при различных потребностях, ряд его свойств меняется в зависимости от структуры шоколада, а также однократное изменение состояния приводит к положительному изменению качества шоколада.*

Образец шоколада - самый дорогой шоколад, гоступный в Армении, поэтому предполагалось, что он обладает самыми высокими качественными характеристиками. Результаты эксперимента показали это, но ставилась задача производить продукт более высокого качества. Статья содержит нововведение в производстве шоколада, изменяющий показатель, который резко меняет качество шоколада, придавая ему более ароматное выражение, типичное для шоколада, что является наиболее положительно оцененным потребителем свойством. Увеличить потребление на рынке можно за счет улучшения качества продукции без повышения цены на нее. В армянском производстве при наличии на рынке высококачественного шоколада по высокой цене трудно обеспечить потребление, и с небольшими изменениями, не имеющими дополнительных финансовых последствий, можно вывести на рынок продукт, имеющий высокое качество, низкая цена.

**Ключевые слова:** шоколад, температура, термообработка, масла, измельчение, сухой материал, органолептический анализ.

*Բազրատ Վահեի Մովսիսյան, Հեղինե Մհերի Հայրապետյան  
Հայաստանի Ազգային Պոլիտեխնիկական Համալսարան*

**ՇՈՎՈՂԱԴԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ՈՐԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ  
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Շոկոլադի արտադրությունում իրականացվել են հետազոտություններ՝ շոկոլադի հատկությունների, դրանց փոփոխման պայմանների, որակի ուսումնասիրություններ, ինչպես նաև կատարվել է փորձ շոկոլադային գանգվածի մանրեցվածությունը փոքրացնելով, շոկոլադի որակի բարձրեցման իրականացում: Հետազոտության հիմնական նպատակն է ուսումնասիրել նմուշառված շոկոլադի որոշակի հատկանիշները, փոփոխման պայմանները, և դրանց հիման վրա իրականացնել մի փոփոխություն, որը կտրուկ կբարձրացնի շոկոլադի որակական հատկանիշները: Կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տվել՝ նմուշառված շոկոլադի որակական հատկանիշները, խիստ փոփոխությունները տարբեր պայմանների իրականացման դեպքում, կախված շոկոլադի կառուցվածքից նրա մի շարք հատկություններ փոփոխությունը, ինչպես նաև կատարված մեկ պայմանի փոփոխության դեպքում, շոկոլադի որակի դրական փոփոխության իրականացում: Նմուշառված շոկոլադը Հայկական արտադրությունում առաջարկվող ամենաթանկ շոկոլադն է, և ենթադրվել է, որ համապատասխանաբար պետք է ունենա ամենաբարձր որակական հատկանիշները: Փորձի արդյունքները ցույց տվեցին դա, սակայն խնդիր դրվեց առավել որակյալ արտադրանք ստեղծելուն: Հողվածը իր մեջ պարունակում է նորարարություն շոկոլադագործության մեջ, փոփոխելով մի ցուցանիշ, որը խիստ փոխում է շոկոլադի որակը, տալով նրան համահոտային առավել արտահայտվածություն, բնորոշ շոկոլադին և որն էլ սպառողի կողմից առավել դրական գնահատվող հատկանիշ է: Բարձրացնելով որակը՝ չթանկացնելով

*ապրանքի գինը, հնարավոր է առավել մեծ սպառում ունենալ շուկայում: Հայկական արտադրությունում և շուկայում ունենալով շոկոլադի բարձր որակ և բարձր գին սպառում դժվար է ապահովել, իսկ մի փոքր փոփոխություն կատարելով, որը չի կրում ֆինանսական լրացուցիչ հետևանքներ, կարելի շուկայում ներկայացնել մի արտադրանք, որն ունի բարձր որակ և ցածր գին:*

***Առանքային բառեր՝** շոկոլադ, ջերմաստիճան, ջերմամշակում, յուղեր, մանրեցվածություն, չոր նյութեր, օրգանոլեպտիկ վերլուծություն:*

**Introduction.** The quality of chocolate available in the domestic market is inferior to that of chocolate produced in other countries. To ensure a lower price, local products reduce the quality of chocolate or serve icing as chocolate. There are products that offer high-priced chocolate in the local market, but because they cannot meet demand locally, they export chocolate. It has a variety of negative and positive effects on the human body, depending on the quality.

Taking above mentioned into consideration, the task was to study the structure of real chocolate, to observe the effects of changes in conditions during production, to evaluate its quality properties, to study the impact of individual raw materials on the quality of chocolate, and to have a better quality product by changing one condition.

**Method of research.** As a research sample, Armenian-made chocolate offered by the company offering the highest price of chocolate to the consumer, with a high index of taste and visual effect (56 percent), was used.

A number of qualitative analyses were carried out in accordance with the visual effect analysis standards to determine compliance with the technical regulation GOST 31721-2012 [1], which is an international standard.

It was made determination of moisture and dry material content according to GOST 5900-73 [2].

Determination of organoleptic parameters of quality, size, net weight և components according to GOST 5897-90 [3],

Determination of crushing of chocolate mass according to GOST 5902-80 [4].

Reduction of chocolate mass crushing.

**Research result.** All studies demonstrated that the sample complied with the technical regulations. All studies have shown that the sample meets the technical requirements. The moisture dry residue content in our sample of Armenian products is 35%, which is in accordance with technical regulations. According to the technical regulation, as a result of organoleptic analysis, it should have a corresponding color, smell and characteristic taste. Chocolate must be heat-treated because of the cocoa products it contains (cocoa butter, cocoa beans). If the heat is not treated properly, the chocolate starts to turn white. There are two types of chocolate whitening: fatty and saccharine. [5] After leaving the chocolate sample for 6 months under the conditions specified in the regulations, no whitening was observed. The original flavor and aroma have been preserved. The crushing of the chocolate mass was determined according to Reutova's method. Crushing has a significant impact on chocolate quality. The finer the chocolate mass, the higher the quality of the chocolate. The sample size in our sample was 35 mkm. After studying the quality properties of the sampled chocolate, an

experiment was carried out to reduce the crushing of the chocolate mass in order to improve the chocolate's quality. It was expanded to 22 mkm. During the preparation of the chocolate from the chocolate mass, no changes in the structure of the chocolate were observed. After leaving the crushed chocolate for another 6 months, it revealed higher quality features. It had a better aroma than the sample, a darker color, and a better taste than the sample, according to the organoleptic analysis. It turned out that by making one change, we got a tastier chocolate while paying the same price.

The examined sample	Moisture and dry material content [2] (%)	Crushing (mkm) [4]	Taste [3]	Smell [3]	Colour [3]
Chocolate 56% (taken sample)	35	35	Typical chocolate flavor with no additional flavors	Smell typical of chocolate With no fragrances	Dark brown
Chocolate 56% (with change made)	35	22	Strong taste typical of chocolate, more pleasant for palate	Chocolate aroma that is more expressive	Dark brown, darker than the sample

Table 1. Summary of research results

### **Conclusion.**

How does the chocolate sample from the study look?

1. Technical regulation-satisfactory indicators are provided;
2. In full compliance with GOST indicators, we can conclude that the chocolate produced by the company offering the highest price in the Armenian market is worthy of the high price, has a low crushing index, indicating high chocolate quality. Chocolate has a low moisture content in accordance with GOST, giving it a shelf life of one year. Flavor and color matching also attested to its superiority. As a result of our research, we concluded that deviations from GOST can have a serious impact on the quality of chocolate, as well as reduce the shelf life, and that there is, in fact, a production in Armenia that provides high-quality products that benefit consumers by utilizing the positive, healing properties of chocolate.

3. Experience shows that by changing the crushing of chocolate, we have better quality chocolate, without changing the price. The consumer will try the product and use it frequently, and we will have a large consumption. And by having such a product on the market, we can achieve great financial success, because quality products at low prices are uncommon. It can be used especially by those producers who offer low price chocolate to the consumer, therefore having a lower quality. We will have quality chocolate products in Armenia if we raise the quality in this way.

#### REFERENCES

1. ГОСТ 31721-2012. Шоколад. Общие технические условия [1]
2. ГОСТ 5900-73. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. [2]
3. ГОСТ 5897-90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. [3]
4. ГОСТ 5902-80. Изделия кондитерские. Методы определения степени измельчения и плотности пористых изделий. [4]
5. Лурье И.С. Технология кондитерского производства [5]

УДК 697.34

Sakenova Juldyz Jaynatovna, Smagulova Asemgul Serikovna  
Karaganda Technical University  
(Karaganda, Kazakhstan)

### PROSPECTS FOR USING FLUTTER WITH THE UNITY3D AR FOUNDATION TO CREATE A HIGH-PERFORMANCE MOBILE APP UI FOR BOTH ANDROID AND IOS OPERATING SYSTEMS

**Abstract.** *There are already about five billion smartphones in the world, according to various estimates, up to 80% of them use the Android operating system, and less than 20% – iOS. Still, each country has its own characteristics, so in the United States, more than 65% of smartphones run on iOS. When creating mobile apps, you most often need to release versions on both iOS and Android. To do this, you can turn to native or cross-platform («hybrid») development. Native development is a classic solution that requires writing applications for each platform separately, using different languages and taking into account the features of each platform. When creating multiple versions, multiple teams work on a project at the same time. Thanks to cross-platform frameworks, it is now possible to «kill two birds with one stone» and prepare versions for iOS and Android using a single tool. Frameworks are particularly widespread:*

*- React Native from Facebook (for iOS, Android and Windows apps, uses the JavaScript language and library React.js as the main development tool).*

*- Google's Flutter for Android, IOS, and Fuchsia apps (uses the Dart language, which is also used for web programming).*

*The cross platform mobile application is based on the use of augmented reality technology. With its help, users on the screen of a mobile device will be able to see the surrounding space with a virtual layer superimposed on it, which will be marked with a variety of information labels associated with real space objects*

**Key words:** *Augmented reality, framework, mobile application, cross-platform, native*

Сакенова Жулдыз Жайнатовна, Смагулова Асемгуль Сериковна  
Карагандинский Технический университет  
(Караганда, Казахстан)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ FLUTTER С UNITY3D AR FOUNDATION ДЛЯ СОЗДАНИЯ  
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА МОБИЛЬНЫХ  
ПРИЛОЖЕНИЙ КАК ДЛЯ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ANDROID, ТАК И ДЛЯ IOS

**Аннотация.** *В мире уже около пяти миллиардов смартфонов, по разным оценкам го 80% из них используют операционную систему Android, а менее 20% - iOS. Тем не менее, каждая страна имеет свои особенности, поэтому в США более 65% смартфонов работают на iOS. При создании мобильных приложений чаще всего требуется выпускать версии как на iOS, так и на Android. Для этого вы можете обратиться к нативной или кроссплатформенной («гибридной») разработке. Нативная разработка - это*



классическое решение, которое требует написания приложений для каждой платформы отдельно, с использованием разных языков и с учетом особенностей каждой платформы. Благодаря кроссплатформенным фреймворкам теперь можно «убить двух зайцев» и подготовить версии для iOS и Android с помощью единого инструмента. Особенно распространены фреймворки:

- React Native от Facebook (для приложений iOS, Android и Windows использует язык JavaScript и библиотеку React.js в качестве основного инструмента разработки).

- Google Flutter для приложений Android, IOS и Fuchsia (использует язык Dart, который также используется для веб-программирования).

Кроссплатформенное мобильное приложение основано на использовании технологии дополненной реальности. С его помощью пользователи на экране мобильного устройства смогут видеть окружающее пространство с наложенным на него виртуальным слоем, который будет отмечен различными информационными надписями, связанными с реальными космическими объектами.

**Ключевые слова:** Дополненная реальность, фреймворк, мобильное приложение, кросс-платформенный, нативный

In fact, programmers have been writing a high-performance UI with a common code base for iOS and Android for a long time. These programmers are called game developers. Angry Birds was written on the Cocos2d-x engine, Cuphead on Unity, and Fortnite on the Unreal Engine. If game engines are able to show mind-blowing scenes on your phone, then buttons or lists with smooth animation will definitely be able to. However, no one uses it in this plan, they are not designed for this. When you open the game, it doesn't matter how much the UI is similar to the native one, you almost never need to interact with geolocation, push buttons, a video camera, and so on. While a person is playing, a person lives a different life in their own small world that is rendered via Canvas in their UIViewController/Activity. Therefore, game engines have relatively weak integration with the OS, which is why there is no (or I have not seen) mimicry of the native UI on top of the engine. According to a number of foreign researchers, the practical use of augmented reality (AR) technologies was previously possible only in highly specialized areas, the main reason for which until the last 5-7 years was the unavailability of the necessary equipment for most users. The situation has changed in recent years.

In recent years, AR / VR technologies in cross platform mobile application and devices have developed in the domestic field of technology so much that you can now find them everywhere [1, pp. 161- 165].

**The subject of this work** is effective development of a cross-platform mobile app using augmented reality technology.

**The subject of the research** is the prospects of using the flutter platform for cross-platform development, as well as its interaction with unity 3D AR Formation.

**The purpose of this work** is to create criteria for the effective operation of augmented reality technology with the corresponding software and hardware systems at the current stage of technology development, and to develop software applications for working with augmented reality.

**Objectives:**

- conduct research on the subject area;

- analyze flutter framework for developing a cross-platform application;
- analyze engines to complement the physical world with digital content;
- analyze to develop an information system structure with interactive visualization technology using augmented reality tools.

### **Methods and tools for solving the problem.**

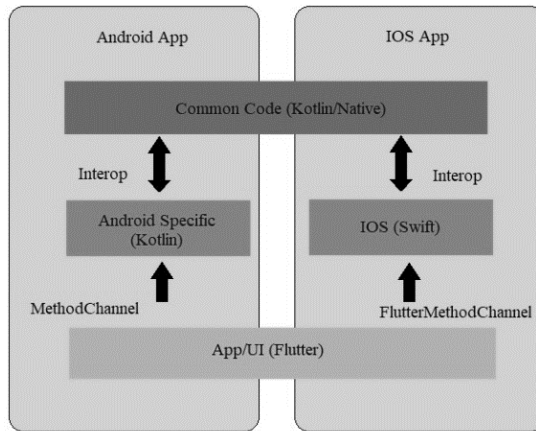
External resources are a set of data received via the Google Place API (Application Programming Interface). For the user to get information offline, the latest information is temporarily loaded into the SQLite database. To correctly visualize objects in three-dimensional space, you need tracking with six degrees of freedom: three position values (x, y, z) and three angles ( $\phi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  – rotation around the corresponding axes) to determine orientation. In the presented work, optical tracking is used, since it requires only one camera without any special additional external devices and the image coming from the camera, which is used both as an image of objective reality and for processing for tracking purposes. And in this case, the position of the camera as an observer is tracked directly [2, p. 1-3]. Mobile app development has been going on for more than a decade, and the eternal question remains: what to use - development for mobile devices or a cross-platform solution? Of course, it all depends on the goal of the project. At the moment, the market of operating systems for mobile devices (phones, tablets, smart watches, TVs, etc.) has formed and is focused on two main platforms - Android and iOS. There are many technologies for creating cross-platform applications for mobile systems, among them: Xamarin, PhoneGap, Ionic, React Native, and so on. Google has announced another cross - platform development system for mobile devices-Flutter with the Dart programming language. This system allows you to develop apps for Android, iOS, and the new open source operating system Fuchsia [3, pp. 210-212]. So, what are the main differences between Flutter and existing systems:

The speed of applications is high, so Google has achieved high rendering speed. Apps have a single code base for iOS and Android, which means that there is no need to do double work when editing or correcting errors. The app looks native and absolutely identical on the Android and iOS platforms. This avoids double development of user interaction scenarios. But you can implement and configure the interface for each platform. If necessary, the app can easily integrate with Google Services and Google Cloud. For developers, there are very cool tools based on Android Studio and Visual Studio Code, excellent documentation and good support on the forums [4, p. 1-3].

Flutter is a new but very promising platform that has already attracted the attention of large companies.

Initially, we wanted to implement the user interface separately for Android and iOS. Even though both platforms support Material Theming, we would still have to write interfaces for both. And we thought that if we use Flutter for the user interface, then we will have the same code base for it and it will be independent of the application logic, and accordingly we will be able to continue using Kotlin logic regardless of this [5, p. 473].

Since we didn't work with Flutter before, we needed to make sure that it would work with the existing code that we already have. By the way, it seems that no one has tried to use Flutter and Kotlin/Native together before. We planned to build the architecture shown below. This architecture reduces the amount of platform-specific code, and also reduces the amount of code on Dart, since we can isolate most of the logic using Kotlin (Picture 1) [6, pp. 120-127].



Picture 1 – Architecture that reduces the amount of platform-specific code

The most important component of Flutter is the programming language. We mean a combination between Java and Javascript. Is it good or bad? On the one hand, using Dart limits your GUI development methods – for example, you can't fully use third-party libraries in the way you would like.

On the other hand, Dart cannot provide full functionality for creating native interfaces. What are we offered in return?

- A set of libraries for rapid application development;
- Trimming the Java machine;
- Easy integration with iOS and Android without «bike building».

Using Java as the core provides certain advantages for those who have already coded before. The code is easy to read, and even somewhat resembles Ruby in its beauty and structure.

```
import 'package:flutter/material.dart'; void main() => runApp(new FlutterApp()); class FlutterApp extends StatelessWidget {
```

Now the statements from Google no longer seem so plausible – after all, the code looks no different from Java, and with a slightly changed syntax, it may seem even more difficult. But let's break it down into pieces [7, p. 1].

First, the main method `void main ()` is called – which is the main working class. Many will call this approach an atavism, but it is atavisms that make it easier to integrate Flutter into cross-platform development.

Next, we call the `RunApp` function, which is responsible for running the program. Here we declare the class – and after the standard framing functions, we launch a kind of helloworld with the text «Welcome to Flutter». Right at the bottom, create a standardized Title «FlutterApp». Now what's on the way out. At the output, we use HTML-familiar concepts in the layout from Java. This means that if you have worked with methods from WP, you can quickly navigate the code [8, p. 1].

But what is the advantage of flutter over Java? Everything is simple-in addition to simplifying the code, Flutter allows you to split the code into separate libraries without using a single-image structure. Therefore, you can write several different plug-ins, and then not flip through the sheets of code, as will happen in the case of classic GUI development in other programming languages.

The Vuforia SDK integrated with the Unity engine was used to develop augmented reality. In the process, I learned the following key components:

- setting up data transmission from an augmented reality camera;
- image tracking – what it is and how it works;
- attaching digital content to a physical object;
- create custom interactions that are triggered based on what the camera sees.

The cross platform mobile app has a main window with a list of cities in Kazakhstan, as shown in «Fig.1». If you go to each of their cities, a window will open with a list of attractions, and there will also be a button to open the AR camera, as shown in «Fig. 2».

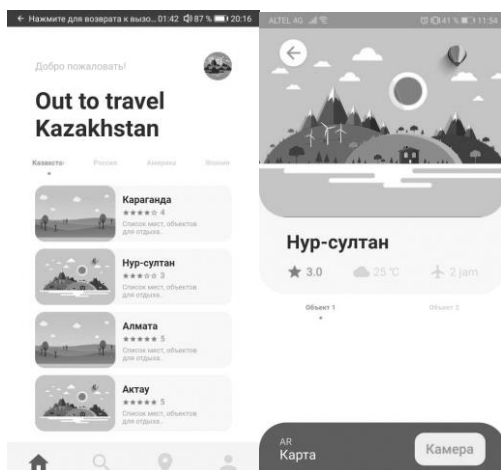


Fig. 2 – Interface of Mobile Application

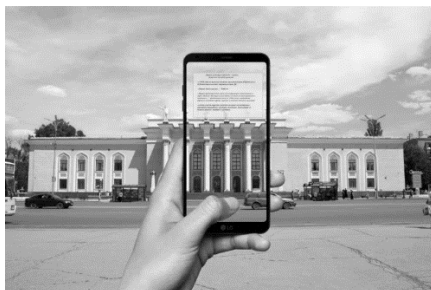


Fig. 3 – AR camera demonstration

If the application needs to recognize a buildings, it is enough to upload a library of building photos to the server, indicate the General structure, color, and any parameters, and assign a specific action to this data set when it is detected in the image.

The second part is the tracking of markers. Markers can be either specially printed images or any objects.

The app recognizes a magazine cover based on a simple shape with right angles and a specific drawing, and will track its position in space, noting the offset relative to the background. In this case, the cover itself is the marker.

With special markers, everything is even easier. Let's say we want to try on new wheels for the car. To do this, we just need to stick QR tags on the wheels and the system will automatically understand that it is in these places that the image of the new wheels should be inserted into the image.

### **Conclusion**

Flutter is a young but very promising platform that has already attracted the attention of large companies that have launched their applications. This platform is interesting for its simplicity comparable to the development of web applications, and the speed of work on an equal basis with native applications. High application performance and speed of development is achieved through several techniques:

Unlike many well-known mobile platforms, Flutter does not use JavaScript in any form. As a programming language for Flutter, we chose Dart, which is compiled into binary code, thereby achieving a speed of operations comparable to Objective-C, Swift, Java, or Kotlin [9, p. 1].

Flutter doesn't use native components, again, in any form, so you don't have to write any layers to communicate with them. Instead, like game engines (and you know that games have a very dynamic UI), it renders the entire interface itself. Buttons, text, media elements, and backgrounds are all rendered inside the graphics engine in Flutter itself. To build the UI, Flutter uses a declarative approach inspired by the ReactJS web framework, based on widgets (called components in the web world). For an even greater increase in the interface speed, widgets are redrawn when necessary – only when something has changed in them (just as Virtual DOM does in the world of web frontend).

In addition, the framework has built-in Hot-reload, which is so familiar to the web, and was still missing in native platforms.

In this article, I described the most effective, lowest-cost, and most promising combinations of software tools for creating a mobile app using augmented reality technology.

### **REFERENCES**

1. Boychenko, I.V., Lezhankin A.V. Augmented reality: state, problems and solutions // Reports of TUSUR, No. 1 (21), part 2, - J., 2017. – pp. 161- 165
2. Ben M., Creating an AR game using Vuforia (2019), <https://habr.com/ru/post/440592/>.
3. Kozhombayeva A. T., Mirgayazova L. F., Shchetilov A.V. Increasing tourist potential through the use of augmented reality technology: problems and prospects // Reshetnev readings. – M., 2016. – pp. 210-212.
4. What is Flutter and Why You Should Learn It in 2020. 20.12.2019. [Electronic resource]. - <https://habr.com/ru/post/481326/>.

5. Schmalstieg D., Höllerer T. augmented reality: principles and practice // Addison-Wesley, 2015. – pp. 473.
6. Damala A, Cubaud P, Bationo A, Houlier P, Marchal I. Bridging the gap between the digital and the physical: design and evaluation of a mobile augmented reality guide for the museum visit. Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts; DIMEA '18; - S., 2018; - pp. 120–127.
7. About Flutter, briefly: the Basics (2018). - <https://habr.com/ru/post/430918/>
8. Frank Z., Flutter in practice // DMK – Press, 2020.
9. Basic Unity concepts for programmers. 04.10.2020. [Electronic resource]. - <https://blog.eyas.sh/2020/10/unity-for-engineers-pt1-basic-concepts/>.

УДК 621.396.931  
(656.254.1)

Yaronova Natalya Valerevna, Shosalmonov Asad Xolboy o'g'li,  
Mirzaeva Asem Boranboy kizi  
Tashkent State Transport University  
(Tashkent, Uzbekistan)

## ABOUT THE CHOOSING VIDEO CAMERAS FOR ORGANIZATION OF VIDEO SURVEILLANCE AT LEVEL CROSSING OF RAILWAY

**Annotation.** This article is devoted to the issue of organizing and choosing video cameras in railway transport, namely at level crossings. Level crossings are the intersection of rail and road transport, and sometimes a stuck vehicle (or other obstacle) is a greater threat to the safety of train traffic and the timeliness of arrival.

**Key words:** train radio communication, video surveillance, mobile communication, train traffic safety, timeliness of train arrival, railway crossing.

Яронова Наталья Валерьевна, Шосалманов Асад Холбой ўғли,  
Мирзаева Асем Боранбай кизи  
Ташкентский Государственный Транспортный Университета  
(Ташкент, Узбекистан)

## К ВОПРОСУ ВЫБОРА ВИДЕОКАМЕР ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА ПЕРЕЕЗДАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

**Аннотация.** Настоящая статья посвящена вопросу организации и выбору видеокamer на железнодорожном транспорте, а именно на переездах. Переезд является местом пересечением железнодорожного с автомобильным транспортом, и порой застрявший автомобиль (или другие препятствия) являются большой угрозой для безопасности движения поездов и своевременности прибытия.

**Ключевые слова:** поездная радиосвязь, видеонаблюдение, мобильная связь, безопасность движения поездов, своевременность прибытия поездов, железнодорожный переезд.

A dangerous element of the transport network, as well as a significant impact on the efficiency of operation of road and rail transport, is the intersection of railways and highways as a whole. And this problem of level crossings is relevant for all developed countries.

These intersections are characterized by road traffic accidents, i.e. at level crossings, including those with particularly serious consequences. As statistics show, all cases of accidents occur due to violation of safety rules in the area of operation of railway transport. Railway accidents happen in all countries, let's present the following statistics [1-4]:

Russia - 402 road traffic accidents occurred in 1999 at level crossings with fatal outcome (143 people) and various degrees of injury (457 people) [1].

Ukraine - in 2010 there was a terrible accident in the Dnepropetrovsk region, a bus collided with a locomotive on an unregulated crossing - 45 people died.

France (Port-Sainte-Foix) - in 1997, at a railway crossing, a high-speed passenger train collided with a truck leaving for the crossing - 12 people died.

USA (Chicago) - in 1999, at a railway crossing, a passenger train collided with a truck leaving for the crossing - 5 people died, more than 100 people were injured of varying degrees.

The rapid pace of development of motorization is the main factor that creates additional prerequisites for the deterioration of the situation in the field of traffic safety through level crossings.

Currently, the issues of ensuring traffic safety through level crossings and reducing the number of accidents on them are acquiring special significance. Depending on the intensity of traffic at the level crossing, the following types of guarding devices are used; automatic traffic light signaling; automatic traffic light signaling with automatic barriers; automatic warning signaling with non-automatic barriers [5].

To select the type of enclosing devices, one must be guided by their category (table 1).

Table 1

The type of guarding devices must be guided from their category

Category 2	Category 2	Category 3
the intersection of the railway with highways of 1-2 categories, streets and roads with tram and trolleybus traffic with traffic intensity on the crossing of more than 8 train-buses in a hour	intersections with highways of the 3rd category, streets and roads with bus traffic on the crossing of less than 8 train-buses in 1 hour, with other roads, if the traffic intensity on the crossing exceeds 50 thousand train-crews per day or the road crosses three main railway lines	intersections with roads that do not meet the characteristics of category 1 and 2 crossings, as well as if the traffic intensity on the crossing with satisfactory visibility exceeds 10 thousand train-carriages, and in case of unsatisfactory (bad) visibility -1 thousand train-carriages per day

If a train approaching from either side is visible at least 400 m away, and the crossing is visible to the train driver at a distance of at least 1000 m, the visibility is considered satisfactory at a distance of 50 m or less from the railway track.

In order to timely close the crossing when a train approaches it, the length of the approach section is calculated.

Required time to notify when a train is approaching a crossing:

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3, \tag{1}$$

where  $t_1$  – is the time required for the car to follow the crossing, s;

$t_2$  – is the response time of the devices for the notification and alarm control circuits;

$t_3$  – is guarantee time margin.

Time  $t_1$  is determined by the formula:

$$t_1 = \frac{l_n + l_p + l_0}{v_p}, \tag{2}$$

where  $t_p$  – is the length of the crossing, determined by the distance from the crossing traffic light (or half-gate) farthest from the extreme rail to the opposite extreme rail plus 2.5 m;



$l_p$  – estimated length of the car

$l_o$  – distance from the place where the car stops to the crossing traffic light or SPD;

$v_p$  – the estimated speed of the car moving through the crossing.

Estimated length of the approach section:

$$L_p = 0,28v_{max}t_c = 0,28v_{max} \left( \frac{l_p + l_p + l_p}{v_p} + t_2 + t_3 \right), \quad (3)$$

where 0,28 – is the speed conversion factor from km / h to m / s;

$v_{max}$  – the maximum speed of the trains, set on this section, km / h.

At present, new construction materials are being introduced at the operated crossings, promising technical solutions are being developed and implemented, aimed at ensuring the safe and uninterrupted movement of vehicles and rolling stock of railways. In particular, railroad crossing barriers are being introduced, designed to prevent unauthorized vehicles from leaving the crossing. Modern systems of automatic crossing signaling (ACS) and automatic barriers (AB) have a number of disadvantages that do not allow to ensure a high level of traffic safety at level crossings [1-5]. Firstly, they lack objective control over the situation at the level crossing and timely warning of the driver about an emergency at the level crossing. This can be eliminated by installing video cameras at the crossings and organize a direct channel with the train driver approaching the crossing (Fig. 1) [6-8].

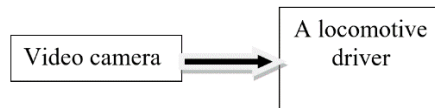


Figure 1. Organization of a direct channel between the locomotive driver and the crossing

To make the right decision, the driver must be able to assess in advance the situation at the crossing by video (at a distance of at least 2 km before the crossing) and brake in time without damage [5]. The simplest option is to install video cameras at the crossing, and the transmission of video images to the driver's cab will be carried out using Wi-Fi technology (Fig. 2), and communication with the driver is carried out through classical train radio communication [9, 10].

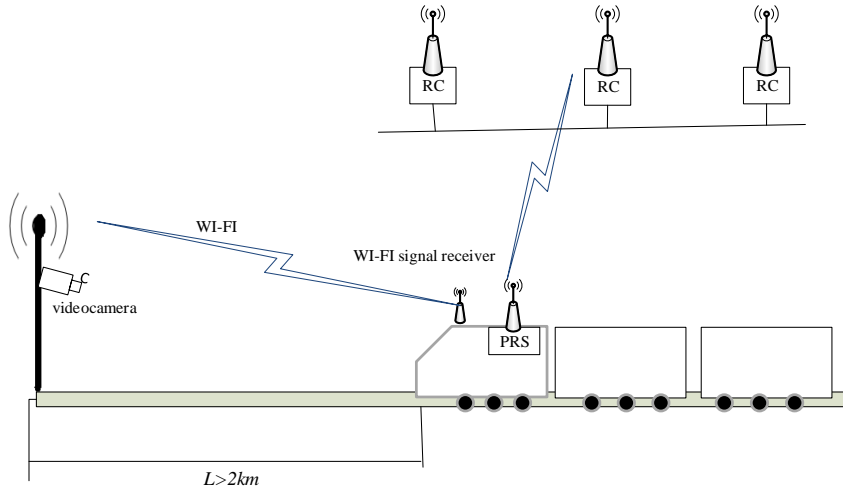


Figure 2. Organization of train radio communication and a direct channel between the locomotive driver and the crossing

Strict requirements are imposed on video cameras, since they are installed outdoors and must be reliable, and it is also necessary to take into account the operating conditions, or rather the operating temperature. At the stage of selecting cameras, it is necessary to accurately determine all goals and objectives and, based on these inputs, purchase equipment. For example, you can use an AHD-H outdoor video camera with a varifocal lens, version UHL-1 [11] (Fig. 3). Table 2 shows the main characteristics of an outdoor AHD-H video camera with a varifocal lens, version UHL-1 (GOST 15150-69).



Figure 3. Outdoor video camera AHD-H with a varifocal lens, version UHL ITECH PRO AHD-OV 2 MP THERMO

Table 2

Main characteristics of AHD-H outdoor video camera with varifocal lens UHL-1 version (GOST 15150-69)

The matrix	1/2.8" SONY CMOS IMX322 + NVP2441H
Matrix resolution	1920x1080 (2 Mp)
Video standard	AHD-H (AHD 2.0)
Minimum illumination	0.001 lx
Lens	f = 2.8-12mm, mechanical IR cut filter
IR illumination range	up to 40 m
Signal to noise ratio	more than 52 dB (AGC-off)
Add. function	D-WDR; AGC, BLC, ATW; 2D / 3D-NR; Defog; Sens-up 2-30x; day Night. OSD menu for picture adjustment
Working temperature	-60°C +50°C
DC power	12B
Current consumption	1,1 A
Dimensions (edit)	295x84x120mm
Weight	1,7 kg

A varifocal lens is a type of lens with a variable focal length. This lens allows you to adjust the distance to the object of observation, thereby making it possible to examine in more detail a particular detail of what is happening. At the same time, it does not spoil the image quality and does not reduce the detail when scaling.

This type of cameras can also be used for large-area objects. When installing a camera with a vari-focal lens, you need to adjust the focus, after which it will lock in the position you have chosen and after that manual adjustment is required only if you need to change the camera's angle of view.

Thus, with the right approach to choosing video cameras, you can organize the safety of train traffic at crossings and minimize accidents on the stretch.

#### REFERENCES

1. Поздняков В.А. Безопасность на железнодорожных переездах [Электронный ресурс] / В.А. Поздняков, Ю.А. Тюпкин. – Режим доступа: <http://www.css-rzd.ru/zdm/03-2000/00039.htm>.
2. Lechowicz S. Radar based level crossing control // Principal Software Engineer Teknis Electronic / 1996. – С. 1-10.
3. Федухин А.В. Новый подход к автоматизации переездов на ж.д. транспорте / А.В. Федухин, В.А. Гладков, А.А. Муха // Математичні машини і системи. – 2011. – № 3 – С. 135-141.
4. Федухин А.В. Радиомикропроцессорная система автоматической переездной сигнализации на ж.д. транспорте // Математические машины и системы. – 2013. – № 1. – С. 157-162.
5. Казаков А.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов / А.А. Казаков, В.Д. Бубнов, Е.А. Казаков // – М.: Транспорт, 1995. – 320 с.

6. Яронова Н.В., Аметова А.А., Шосалманов А.Х. Организация видеонаблюдения на переездах железнодорожного транспорта. The Scientific heritage. Vol. 1, №62 (62), Budapest, Hungary, 2021. p.p. 53-56
7. Яронова Н.В., Шосалманов А.Х., Ходжамов Ш.Ф. Возможности применения на железнодорожном транспорте технологий беспроводной связи. The Scientific heritage. Vol. 1, №63 (63), Budapest, Hungary, 2021. p.p. 69-72
8. Курбанов Ж.Ф., Саттаров Х.А., Яронова Н.В., Хуснидинова Н.Ф. Model and device for measuring the parameters of the technological radio communication network. International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2020 Applications, Trends and Opportunities
9. Ваванов, Ю.В. Радиотехнические системы железнодорожного транспорта / Ю.В. Ваванов, А.В. Елизаренко, А.А. Танцюра и др. – М.: Транспорт, 1991, - 303 с.
10. Горелов, Г.В. Системы связи с подвижными объектами. Учебное пособие / Г.В. Горелов, Д. Н. Роенков – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – 2014. – 335 с.
11. Официальный сайт Т.Д. «Система безопасности» комплексные поставки оборудования безопасности [uralvision.com](http://uralvision.com)

УДК 544.77

Yesayan Patrik Araik, Movsisyan Bagrat Vahe  
National Polytechnic University of Armenia  
(Yerevan, Armenia)

## INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF FOAMS OBTAINED ON THE BASIS OF SODIUM OLEATE IN THE PRESENCE OF SALTS $MgSO_4$ AND $CaCl_2$

**Abstract.** *Surfactants are found in almost all detergents and cosmetics. Foaming ability and stability of foams of solutions obtained on the basis of anionic surfactant - sodium oleate were studied. Calcium chloride has been found to have a significant effect on stability and foaming.*

**Keywords:** *sodium oleate, surfactant, calcium chloride, magnesium sulfate, foam stability.*

Есяян Патрик Араикович, Мовсисян Баграт Вагеевич  
Национальный политехнический университет Армении  
(Ереван, Армения)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЕН ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ОЛЕАТА НАТРИЯ В ПРИСУТСТВИИ СОЛЕЙ $MgSO_4$ и $CaCl_2$

**Аннотация.** *Поверхностно-активные вещества содержатся практически во всех моющих и косметических средствах. Исследованы пенообразующая способность и устойчивость пен растворов, полученных на основе анионного ПАВ - олеата натрия. Было обнаружено, что хлорид кальция оказывает значительное влияние на стабильность и пенообразование.*

**Ключевые слова:** *олеат натрия, ПАВ, хлорид кальция, сульфат магния, устойчивость пен.*

**Introduction.** Surfactants are the main components of hygienic detergents. These funds must be good foaming and gentle on the skin, cleanse and moisturize, have a pleasant fragrance and be economical. It is known that the compositional composition of the product, as well as the conditions for obtaining foam (temperature, the presence of hardness salts in water, etc.) affect the foaming ability of a hygienic detergent [1].

Anionic surfactants are the most common class of surfactants. The reason for their popularity lies in their simplicity and low production cost. Anionic surfactants account for approximately 60% of world surfactant production [2].

Methyl oleate is an intermediate for detergents, emulsifiers, wetting agents, stabilizers, textile treatments, plasticizers for duplicating inks, rubbers, waxes etc [3].

The aim of the work was to study the properties of foams obtained using the substance sodium oleate, depending on the content of magnesium sulfate and calcium chloride in an aqueous solution.

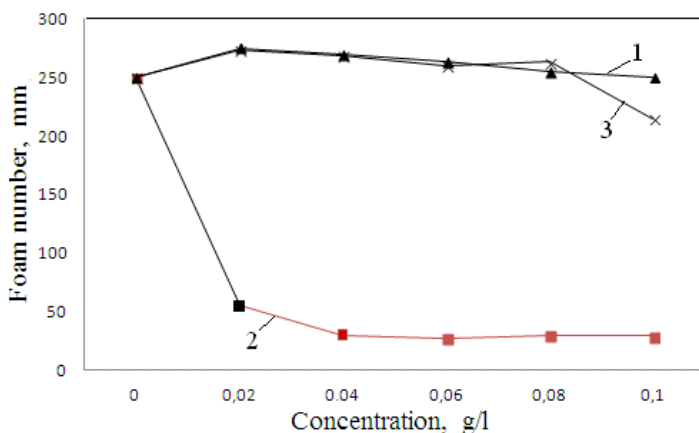
**Methodology of the experiment** To study the effect of magnesium sulfate, calcium chloride and their mixture (in a ratio of 1:1) on foaming, their aqueous solutions were prepared with a concentration of 0.02–0.1 g/l. In the systems obtained, sodium oleate with a concentration of 2.0 g / l was dissolved [4].

Foams were obtained on a Ross - Miles device according to the standard procedure at a temperature of 18–20 °C and the height of the foam column was recorded at certain time intervals [5].

The essence of the method is to determine the height of the foam in millimeters, formed during the free fall of 200 cm<sup>3</sup> of an aqueous solution of the agent and from a height of 900 mm onto the surface of the same solution. The measurement is taken 30 seconds after the solution has flowed out. The stability (Y) of the studied foams is calculated as the ratio of the height of the foam column after 5 minutes (H<sub>5</sub>) to the height of the foam column at the initial moment of time (H<sub>0</sub>) and is expressed a saperecentage (1) [5]

$$Y = \frac{H_5}{H_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

Figure 1. Shows the effect of salts on the foam number



**Figure 1. - Dependence of the foam number on the concentration of hardness salts MgSO<sub>4</sub> and CaCl<sub>2</sub> in the solution**

1 – MgSO<sub>4</sub>, 2 – CaCl<sub>2</sub>, 3 – MgSO<sub>4</sub> and CaCl<sub>2</sub>

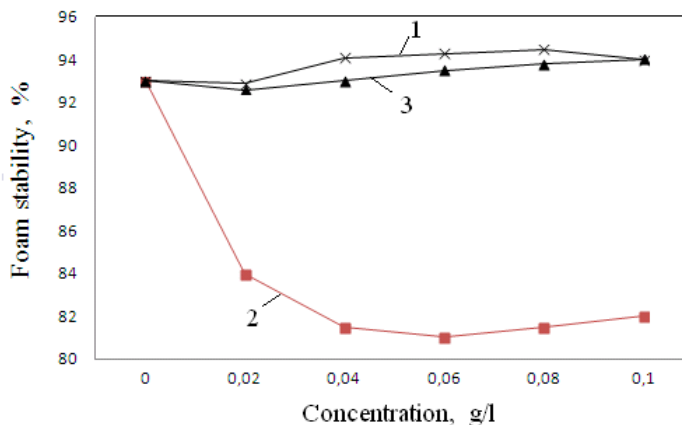
As can be seen from the presented graph, with an increase in the content of calcium chloride in the solution from 0 - 0.02 g / l, there is a significant decrease in the foaming ability of sodium oleate (the indicator decreases from 250 to 30 mm). It is likely that calcium oleate is formed in the system, which is practically insoluble in water. With a further increase in calcium chloride, this indicator remains almost unchanged.

In the range of 0 - 0.1, magnesium sulfate does not significantly affect the foaming ability.

With the combined presence of salts MgSO<sub>4</sub> and CaCl<sub>2</sub> in the range of 0.02 - 0.06, water-insoluble calcium sulfate CaSO<sub>4</sub> is formed. With a further increase in the concentration

of salts to 0.1 g/l, the foam number decreases from 275 to 215 mm. This is due to the fact that the system accumulates an excess amount of calcium chloride in comparison with magnesium sulfate.

Figure 2. Shows the dependence of foam stability on the concentration of hardness salts.



**Figure 2 - Dependence of foam stability on the concentration of hardness salts**

1 – MgSO<sub>4</sub>, 2 – CaCl<sub>2</sub>, 3 – MgSO<sub>4</sub> and CaCl<sub>2</sub>

The graph shows that magnesium sulfate has practically no effect on foam stability. The presence of calcium chloride in the solution with a concentration of up to 0.02 g / l leads to a decrease in foam stability by about 10%, and with a further increase in concentration, the foam stability practically does not change. In the study of solutions containing both salts, magnesium sulfate has a predominant effect on the stability of the foams.

**Conclusion:** The conducted studies allow us to conclude that calcium chloride has a significant effect on the foaming ability and stability of foams obtained from sodium oleate solutions. Magnesium sulfate does not affect these indicators. When salts are used together, magnesium sulfate has a negative effect. The amount of foam in the systems under study is higher than the requirements for hygienic detergents.

#### REFERENCES

1. Плетнев Ю.М Косметико – гигиенические моющие средства –1990 – 272 с.
2. Неудачина Л.К, Петрова Ю.С Применение поверхностно – активных веществ в анализе, 2017 – 9 с.
3. [www.scbt.com/p/methyl-oleate-112-62-9](http://www.scbt.com/p/methyl-oleate-112-62-9)
4. A. A. Kavitskaya, N.A. Klimenko, A. A. Petrachkov Adsorption of anionic surface active substances (SAS), on charged membrans. P. 6-8.
5. Средства моющие синтетические Метод определения пенообразующей способност ГОСТ 22567.1 – 77. Издательство стандартов, 1986 – 6 с.

УДК 666.942

Абрамян М.В., Мовсисян Б.В., Аветян Р.А.  
 Национальный политехнический университет Армении  
 (Ереван, Армения)

## ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОСТАТКОВ ПИРОЛИЗА И ОТХОДОВ СТЕКЛА

В работе с использованием современных методов анализа, изучены химический, фазово-минералогический состав угля Махавузского месторождения, а также твердых остатков его каталитического пиролиза. По результатам исследований синтезировано теплоизоляционное пеностекло, в котором отходы пиролиза выступают также в роли газообразователя. Разработанный режим термообработки обеспечивает получение теплоизоляционного материала с высокой пористостью, равномерно распределенной в объеме, с достаточными механическими свойствами.

**Ключевые слова:** Уголь, остатки пиролиза, теплоизоляционное пеностекло, бура.

M.V. Abrahamyan, B. V. Movsisyan, R.A. Avetyan  
 National Polytechnic University of Armenia (NPUA)  
 (Yerevan, Armenia)

## THERMAL INSULATING MATERIAL BASED ON RESIDUES OF PYROLYSIS AND WASTE GLASS

In this work, using modern methods of analysis, the chemical, phase-mineralogical composition of coal from the Mahavuz deposit, as well as solid residues of its catalytic pyrolysis, have been studied. Based on the research results, heat-insulating foam glass was synthesized, in which the pyrolysis waste also acts as a gas generator. The developed mode of heat treatment ensures the production of heat-insulating material with high porosity, uniformly distributed in the volume, with sufficient mechanical properties.

**Key words:** Coal, pyrolysis residues, thermal insulation foam glass, borax.

Մ. Վ. Աբրահամյան, Բ. Վ. Մովսիսյան, Ռ. Ա. Ավետյան  
 (Երևան, Հայաստան)

ՋԵՐՄԱՍԵԿՈՒՄԻՉ ԼՅՈՒԹ ԱԾԽԻ ՊԻՐՈԼԻԶԻ ՄՆԱՑՈՐԴՆԵՐԻ ԵՎ ԱՊԱԿՈՒ  
 ԹԱՓՈՆՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՍԲ

Աշխատանքում անալիզի ժամանակակից մեթոդներով ուսումնասիրվել է Մահավուզի հանքավայրի ածխի, ինչպես նաև դրա կատալիզային պիրոլիզի պինդ մնացորդների քիմիական, ֆազային միներալային բաղադրությունը: Հետազոտությունների արդյունքներով ստացվել է ջերմամեկուսիչ փրփրապակու բաղադրություն, որում պիրոլիզի թափոնները միաժամանակ գազագոյացնողի դեր



են կատարում: Ջերմամշակման ընտրված ռեժիմն ապահովում է ծավալում հավասարաչափ բաշխված բարձր ծակոտկենությունը, բավարար մեխանիկական հատկություններով ջերմամեկուսիչ փրփրապակու ստացում:

**Առանցքային բառեր.** Ածուխ, պիրոլիզի մնացորդ, ջերմամեկուսիչ փրփրապակի, բորաքս

**Ներածություն**

Հանրապետությունում տարեկան առաջանում են ահռելի քանակությամբ վառելիքային խարամներ և ՋԷԿ-երի մոխիրներ:

Խարամասիտայինների, ջերմամեկուսիչ ապակիների, ապակեկոմպոզիտների արտադրությունը արդյունաբերական թափոնների օգտագործման առավել շահավետ եղանակ է, որը հնարավորություն է տալիս ստանալ անհրաժեշտ հատկություններով, էժան, պահանջվող տրամաչափերի և կառուցվածքի շինարարական նյութեր: Բացի այդ թափոնների կիրառման հեռանկարային ուղղություն է ջերմամեկուսիչ նյութերի սինթեզը[1]:

**Խնդրի դրվածքը.** Անհրաժեշտ է ուսումնասիրել Մահավուզի հանքավայրի ածուխը և դրա կատալիզային պիրոլիզի պինդ թափոնները՝

որպես հումք սիլիկատային նյութերի արտադրություններում կիրառման նպատակով: [2, 3]:

**Խնդրի իրականացման ուղիները** Հետազոտվել են Մահավուզի հանքավայրի քարածխի և դրա պիրոլիզի արգասիքների բաղադրությունները: Հումքի և պիրոլիզի արգասիքների քիմիական անալիզը կատարվել է համաձայն գոյություն ունեցող միջազգային ստանդարտների՝ Միջազգային Պետական ստանդարտ <<ГОСТ 3221 2013!>>

Իրականացվել է Մահավուզի հանքավայրի ածխի միջնացված երկու նմուշների անալիզը: Անալիզի արդյունքները բերված են 1 աղյուսակում:

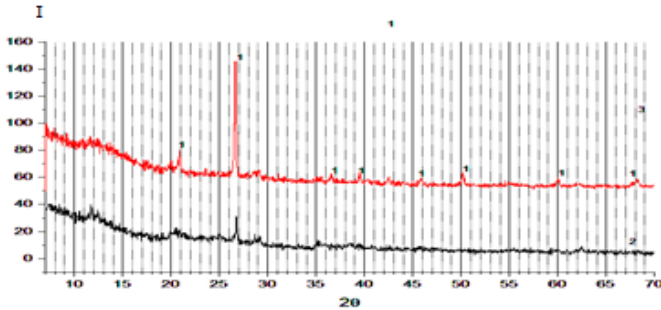
Վերլուծության արդյունքներից հետևում է, որ նմուշները աչքի են ընկնում սիլիկահողի բարձր պարունակությամբ, իսկ շիկացման կորուստներն ու խոնավությունը զանգվածի կեսից ավելին են:

*Աղյուսակ 1*

*Հումքանյութի քիմիական բաղադրությունը*

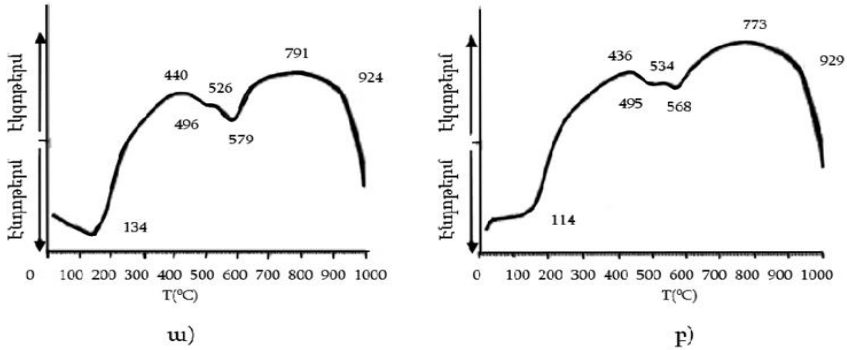
Հերթ. N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Շիկ.կոր.+խոնավություն
N 2	20,0	10,0	2,2	66,4
N 3	35,8	7,2	2,1	54,6

Ռենտգենաֆազային անալիզի արդյունքներով երկու նմուշներում էլ SiO<sub>2</sub>-ը հանդես է գալիս քվարց միներալի ձևով: Հետազոտության արդյունքները բերված են նկ.1 -ում:



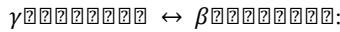
Նկ. 1. N2 և N3 նմուշների ռենտգենֆազային անալիզի արդյունքները

Պարզելու համար ջերմամշակման պրոցեսում նյութի հետ տեղի ունեցող փոփոխությունները, հետազոտվող նմուշները ենթարկվել են դիֆերենցիալ-թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի (Նկ 2): Այն իրականացվել է հունգարական արտադրության անալիզատորի վրա մինչև 1000 °C ջերմաստիճանային միջակայքում և 10 °C/ժ տաքացման արագության պայմաններում, որպես իներտ նյութ էտալոն կիրառվել է մինչև 1200 °C ջերմաստիճանում թրծված Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:



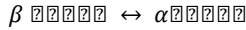
Նկ. 2. N2 (բ) և N3 (ա) նմուշների ԴԹԱ անալիզի համեմատական կորերը

Թերմիկ անալիզի կորերի համեմատական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ կորերը իրենց բնույթով գրեթե չեն տարբերվում, իսկ ջերմաստիճանային փոքր շեղումները, հավանաբար, պայմանավորված են խառնուրդների պարունակությամբ՝ կարծր լուծույթների առաջացմամբ: Թերմիկ անալիզը հաստատում է քվարցի պարունակությունը ելանյութերում: Տաքացման կորերի վրա 114°C (N3 կորի վրա) և 134 °C (N2 կորի վրա) էկզոթերմ էֆեկտը, հավանաբար պայմանավորված է քվարցի պոլիմորֆ ձևափոխությամբ



117°C

Էնդոթերմ էֆեկտը 579 °C (N3 կորի վրա) և 568 °C (N2 կորի վրա), հավանաբար պայմանավորված է ֆազային անցումով՝



573 °C

Մահավուզի հանքավայրի ածուխների բաղադրությունների ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ դրանք աչքի են ընկնում անօրգանական բաղադրիչների բավական մեծ պարունակությամբ, ուստի այդ ածուխները և դրանց կատալիզային պիրոլիզի արգասքները կարող են հումք հանդիսանալ սիլկատային նյութերի արտադրությունում:

Հետազոտվել են նաև ածխի կատալիզային պիրոլիզի պինդ ածխաջրածնային մնացորդները: Ըստ քիմիական անալիզի արդյունքների, թափոններն ունեն հետևյալ բաղադրությունը (զանգվ. %) (Ա. դ.2):

Աղյուսակ 2

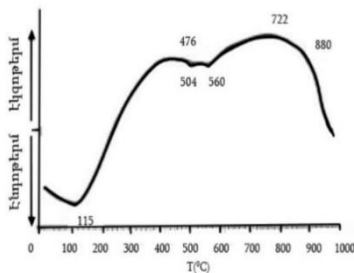
Ածխի պիրոլիզի պինդ մնացորդների քիմիական բաղադրությունը

Հերթ. N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	այլ միաց.	Շիկ.կոր.+ խնայվություն
1	34.5	11.0	4.4	0.5	0.031	-	6.5	42.44
3	28.68	10.7	5.071	0.672	0.047	0.497	13.83	40.5

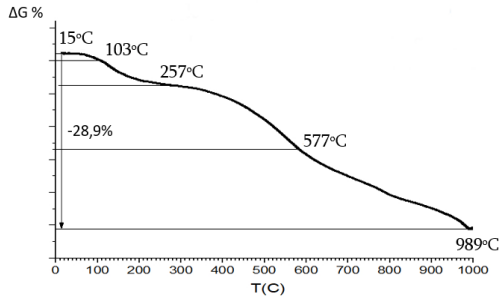
Ռենտգենֆազային անալիզի միջոցով պարզվել է, որ թափոնների հիմնական բաղադրիչ SiO<sub>2</sub>-ը դրանցում հանդես է գալիս քվարցի ձևով:

Դիֆերենցիալ թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի մեթոդներով պարզվել է ջերմամշակման պրոցեսում թափոնների հետ տեղի ունեցող փոփոխությունները:

Ինչպես երևում է ԴԹԱ կորերից, պիկերի ձևերի էական փոփոխություններ ածխի ջերմամշակման պրոցեսի ԴԹԱ կորերի համեմատությամբ, չեն նկատվում (Նկ. 3):



Նկ. 3. Պիրոլիզի պինդ թափոնների ԴԹԱ կորը



Նկ 4 Պիրոլիզի պինդ թափոնների կշռի կորստի կորը

Ջերմաստիճանային չնչին շեղումները պայմանավորված են խառնուրդների պարունակության հարաբերակցության փոփոխությամբ (Նկ. 4):

Կատարված հետազոտությունները վկայում են, որ թափոնները աչքի են ընկնում սիլիցիումի, ալյումինի և երկաթի օքսիդների բավականին բարձր պարունակությամբ, ինչպես նաև մեծ են շիկացման կորուստները: Դիֆերենցիալ - թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի կորերի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ինտենսիվ գազանջատումը տեղի է ունենում 600 - 800  $^{\circ}C$  ջերմաստճանային տիրույթում:

Մշակվել է փրփրապակու բաղադրություն: Որպես փրփրապակու շիխտայի բաղադրիչներ կիրառվել են ապակու ջարդոն, ածխի պիրոլիզի թափոնները, որոնք նաև գազագոյացնող դեր են կատարում և նատրիումի տետրաբորատ, որպես ֆլյուսագոյացնող:

Աղյուսակ 3

Փրփրապակու բաղադրությունը

h/h	Կոմպոնենտների պարունակությունը զանգվ. %		
	Ապակե ջարդոն	Պիրոլիզի թափոն	Նատրիումի տետրաբորատ $Na_2B_4O_7$
1	90	10	5
2	80	20	5
3	70	30	5
4	60	40	5
5	50	50	5
6	40	60	5
7	30	70	5
8	20	80	5
9	10	90	5

Որպես ապակեջարդ կիրառվել է Հայաստանի լեռնային ապարների՝ պեյդիտի և դոլոմիտ հիմքով սինթեզված ապակին, որը կարող է փոխարինվել ցանկացած ապակու թափոնային ջարդով:

Ստացված փրփրապակիների արտաքին հետազոտությունը ցույց տվեց, որ ծավալային ծակոտկենությամբ առանձնանում են 1 - 5 ապակիները (Աղ 3):

N2, N3 ապակիների բաղադրությունները փորձարկվել են բորաքսի տարբեր քանակներով: Բաղադրությունները բերված են Աղ. 4- ում:

*Աղյուսակ 4*

*Փրփրապակու բովանդատության բաղադրությունը բյուրեղական բորաքսի տարբեր քանակներով*

h/h	Կոմպոնենտների պարունակությունը զանգվ. %		
	Ապակե ջարդոն	Պիրոլիզի թափոն	Նատրիումի տետրաբորատ Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>
2-2	80	20	2
2-4	80	20	4
2-5	80	20	5
2-7	80	20	7
3-2	70	30	2
3-4	70	30	4
3-5	70	30	5
3-7	70	30	7

Ապակիների արտաքին դիտումը ցույց տվեց, որ բորաքսի մինչև 4% պարունակությամբ ապակիները՝ 2-2; 3-2; աչքի են ընկնում ավելի մեծ խտությամբ ընդլայնական կտրվածքում ծակոտիների գրեթե բացակայությամբ:

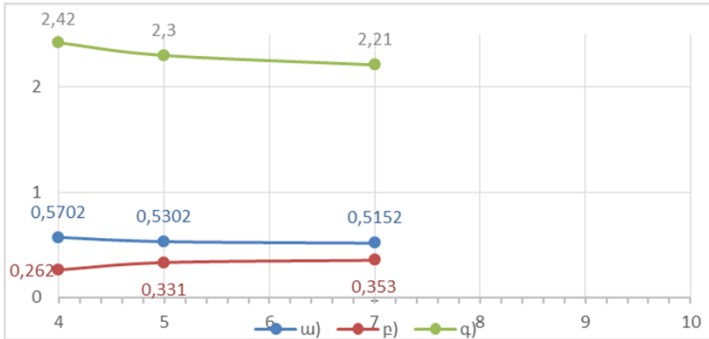
5 և 7 % բորաքսի պարունակությամբ ապակիներն աչքի էին ընկնում փոքր կշռով և ծակոտիների հավասարաչափ բաշխմամբ ապակու ծավալում:

Ուսումնասիրվել են ստացված ծակոտկեն ապակիների հիմնական տեխնոլոգիական հատկությունները՝ խտությունը, ծակոտկենությունը և ամրության ցուցանիշները (Աղ. 5), (Նկ. 5, 6):

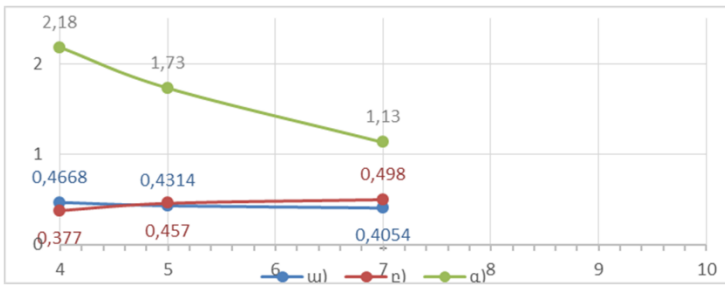
*Աղյուսակ 5*

*Փրփրապակու ֆիզիկա - քիմիական հատկությունները*

h/h	$\rho$ գ/սմ <sup>3</sup>	Ծակոտկենությունը, П %	Մեղմման ամրության սահմանը R <sub>0000</sub> ն/մ <sup>2</sup>
2-4	0,5702	26,2	2,42
2-5	0,5302	33,1	2,30
2-7	0,5152	35,3	2,21
3-4	0,4668	37,7	2,18
3-5	0,4314	45,7	1,73
3-7	0,4054	49,8	1,13



Նկ.5 Բորաքսի տարբեր քանակներով ապակիների (2-4, 2-5, 2-7) խտության, ծակոտկենության և ամրության ցուցանիշները ա) խտություն,  $\rho$  գ/սմ<sup>3</sup>; p) ծակոտկենություն,  $\Pi$  մաս.; q) սեղմման ամրության սահման,  $R_{\text{սեղմմ}} \text{ ն/մ}^2$



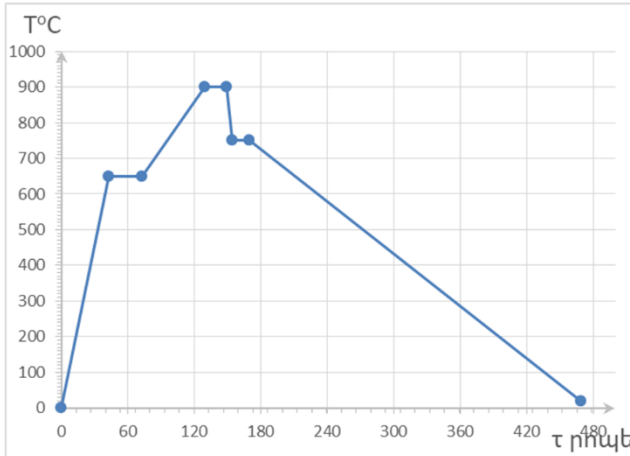
Նկ.6 Բորաքսի տարբեր քանակներով ապակիների (3-4, 3-5, 3-7) խտության, ծակոտկենության և ամրության ցուցանիշները ա) խտություն,  $\rho$  գ/սմ<sup>3</sup>; p) ծակոտկենություն,  $\Pi$  մաս.; q) սեղմման ամրության սահման,  $R_{\text{սեղմմ}} \text{ ն/մ}^2$

Ինչպես երևում է հետազոտման արդյունքներից, պիրոլիզի թափոնների քանակության ավելացումը, ինչպես նաև բորաքսի պարունակության մեծացումը հանգեցնում են ապակու խտության փոքրացմանը, ինչպես նաև բաց ծակոտկենության մեծացմանը, սակայն ամրության ցուցանիշների նվազմանը: Այս ցուցանիշների համադրմամբ օպտիմալ է համարվում 3 – 4 և 3-5 բաղադրությունները:

Կատարված հետազոտությունների արդյունքներով մշակվել է փրփրապակու ստացման տեխնոլոգիական ռեժիմը (Նկ.7):

Մշակված բաղադրությամբ փրփրապակու սալիկները բեռնավորվում են սառը վատարան, որտեղ 15 °C/րոպե արագությամբ ջերմամշակվում են մինչև 650 °C, այս ջերմաստիճանում պահվում են 30 րոպե, որն ապահովում է տաքացման հավասարաչափություն և դրականապես է ազդում հետագա փրփրեցման

պրոցեսի վրա: Փրփրեցումը տեղի է ունենում 900 °C ջերմաստճանում, այդ ջերմաստիճանում պահպանման տևողությունը 20 րոպե է: Առաջացած կառուցվածքի պահպանման նպատակով այն կտրուկ սառեցվում է մինչև 750 °C պահվում այդ ջերմաստիճանում 20 րոպե տևողությամբ, այնուհետև 2,5 °C/րոպե արագությամբ սառեցվում է մինչև սենյակային ջերմաստիճան :



Նկ. 7 Փրփրապակու ջերմամշակման ռեժիմը

Ջերմամշակման այսպիսի ռեժիմն ապահովում է ծավալում հավասարաչափ բաշխված բարձր ծակոտկենությամբ, բավարար մեխանիկական հատկություններով ջերմամեկուսիչ փրփրապակու ստացում:

### ԵԶՐԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Մահավուրգի հանքավայրի ածխի պիրոլիզի պինդ թափոնների նմուշների քիմիական, ռենտգենաֆազային, դիֆերենցիալ թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի արդյունքների ուսումնասիրությունները վկայում են չայրվող անօրգանական մասի բավականին բարձր պարունակության մասին:
2. Վերլուծության արդյունքներից հետևում է, որ հետազոտվող նմուշներում սիլիկահողի պարունակությունն ըստ զանգվածի 30 - 40 % է, ինչը հիմք է տալիս այն կիրառել որպես սիլիցիումային հումք սիլիկատային արտադրություններում:
3. Դիֆերենցիալ - թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի արդյունքները վկայում են, որ պիրոլիզի պինդ թափոններում կշռի կորուստը բավականին մեծ է (40 – 45 %), իսկ ինտենսիվ գազանջատումը տեղի է 600 – 800 °C ջերմաստիճանային տիրույթում:

4. Հետազոտության արդյունքում մշակվել է ջերմամեկուսիչ փրփրապակու բաղադրություն և դրա ստացման տեխնոլոգիական ռեժիմ պիրոլիզի թափոնների կիրառմամբ:

#### **ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ**

1. Казанцева Л. К., Стороженко Г. И. Особые свойства пеностекла из природного сырья // Строительные материалы. 2014. № 11. С. 34–36.
2. Абрамян М.В., Аракельян Н.Ю., Аристакесян А.А., Аветян Р.А., Торосян Г.О. Изучение твердых отходов каталитического пиролиза угля Магавузского месторождения республики Арцах и возможности их применения в производстве цемента // Вестник НПУА „Химические и природоохраннэ технологии,, 2019 N1 с. 34-39.



УДК 55

**Амирасланов Логман Мансыр оглы**  
**студент, кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений,**  
**направление «Нефтегазовое дело»**  
**Тюменский индустриальный университет**  
**(Тюмень, Россия)**

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УЭЦН НА СКВАЖИНАХ С ВЫСОКИМ ГАЗОВЫМ ФАКТОРОМ**

**Аннотация.** Рассмотрена проблема эксплуатации УЭЦН в скважинах с высоким газовым фактором: механизм воздействия газовой фазы на деградацию рабочей характеристики установки электроцентробежного насоса, факторы, влияющие на интенсивность воздействия газовой фазы на работу УЭЦН, приведены методы и способы эксплуатации скважин с высоким газовым фактором. Вниманию уделено работе УЭЦН в режиме плавающей частоты вращения вала в условиях высокого газового фактора.

**Ключевые слова:** Установка электроцентробежного насоса (УЭЦН), срыв подачи, рабочая характеристика, газовый фактор, газожидкостная смесь, кавитация, газосепаратор, диспергатор.

*Amiraslanov Logman Mansyr ogly  
student, Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields,  
direction "Oil and Gas business"  
Tyumen Industrial University  
(Tyumen, Russia)*

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE ESP OPERATION AT WELLS WITH A HIGH GAS FACTOR**

**Abstract.** The problem of operation of ESP in wells with a high gas factor is considered: the mechanism of influence of the gas phase on the degradation of the operating characteristics of the electric center pump installation, factors affecting the intensity of the gas phase impact on the operation of ESP, methods and methods of operation of wells with a high gas factor are given. Attention is paid to the operation of the ESP in the floating speed mode of the shaft in conditions of a high gas factor.

**Keywords:** Installation of an electric centrifugal pump (ESP), supply failure, operating characteristic, gas factor, gas-liquid mixture, cavitation, gas separator, dispersant.

### **Введение**

На настоящий момент большинство нефтегазодобывающих предприятий для добычи нефти используют электроцентробежные погружные установки. На многих объектах добычи нефти возникает ряд осложнений при работе установок электроцентробежных насосов. Одной из основных проблем при насосной эксплуатации скважин является содержание свободного газа в откачиваемой продукции. Чаще всего это связано с эксплуатацией скважин с забойными давлениями, значение которых

гораздо ниже значений давления насыщения нефти газом. Даже небольшое количество газа способно значительно ухудшить эффективность работы насосного оборудования, а при последующем увеличении его содержания происходит срыв подачи насоса [1]. Вследствие широкого распространения погружных электроцентробежных установок, повышение эффективности и оптимизация их работы является актуальной задачей.

Разработаны методы и технологии борьбы с вредным влиянием свободного газа: применение устройств, отделяющих газовую фазу от жидкой, применение диспергирующих ступеней, введение изменений в конструкции рабочих колес и направляющих аппаратов, работа насосного агрегата с переменной частотой вращения вала, добавление в перекачиваемую продукцию пенообразующих составов.

### **Причины высокого содержания свободного газа на приеме УЭЦН**

Чаще всего высокое содержание свободного газа на входе в насос обусловлено не геологическими особенностями разрабатываемого пласта, а связано с особенностями режима эксплуатации скважин. Обычно при эксплуатации скважин электроцентробежными насосами при давлении на входе в насос значительно ниже давления насыщения нефти газом.

Активное бурение горизонтальных скважин предписывает дополнительные требования и ограничения при выборе глубины спуска насосного оборудования. Уменьшение глубины спуска по техническим причинам, также увеличивает входное газосодержание.

### **Характеристика насоса. Факторы, влияющие на характеристику насоса при работе на газожидкостной смеси.**

Рабочая характеристика погружного электроцентробежного насоса – графические зависимости развиваемого насосом напора, потребляемой мощности и КПД насоса от подачи. В зависимости от конструктивных особенностей насосной секции, а также от параметров рабочей среды и свойств перекачиваемой жидкости, зависимость может принимать различный вид. На рисунке 1 представлена характеристика нормального рабочего колеса УЭЦН. Рядом исследований отечественными и зарубежными исследователями были выделены основные факторы, оказывающие влияние на характеристику насосной установки [2]:

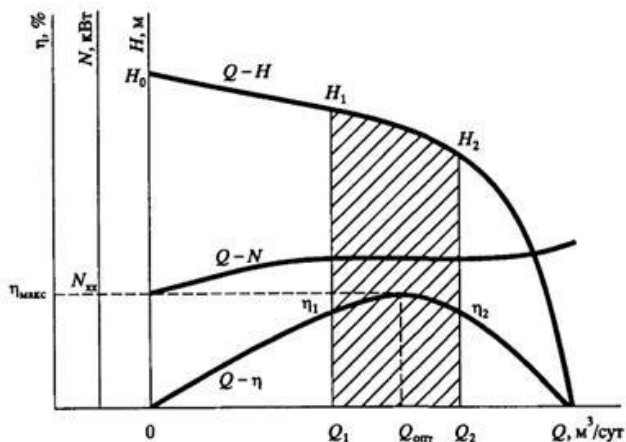


Рисунок 1 – Напорно-расходная характеристика УЭЦН для рабочих колес нормального исполнения

1. Влияние количества ступеней в насосе – вредное влияние газа на характеристику электроцентробежного насоса в случае многоступенчатой конструкции гораздо меньше, чем при малом числе ступеней;

2. Влияние давления на приеме в насос – при работе электроцентробежного насоса на нефтегазовых смесях с высокими значениями давления на приеме насоса  $P_{гр}$  влияние газа в действительности значительно меньше;

3. Влияние пенообразующих свойств перекачиваемой среды – при повышении стабильности границы раздела «газ-жидкость» работа электроцентробежного насоса на газожидкостной смеси улучшается;

4. Влияние дисперсности газовой фазы – предварительное диспергирование газовых пузырьков приводит к улучшению работы электроцентробежного насоса на газожидкостной смеси;

5. Влияние обводненности продукции – эффективность работы УЭЦН на ГЖС с увеличением обводненности снижается;

6. Влияние частоты вращения вала – при увеличении частоты вращения вала электроцентробежного насоса повышается эффективность его работа на ГЖС.

#### **Работа УЭЦН на газожидкостной смеси. Деградация рабочей характеристики УЭЦН. Явление кавитации**

Рабочая характеристика УЭЦН при работе на газожидкостной смеси представлена на рисунке 2.

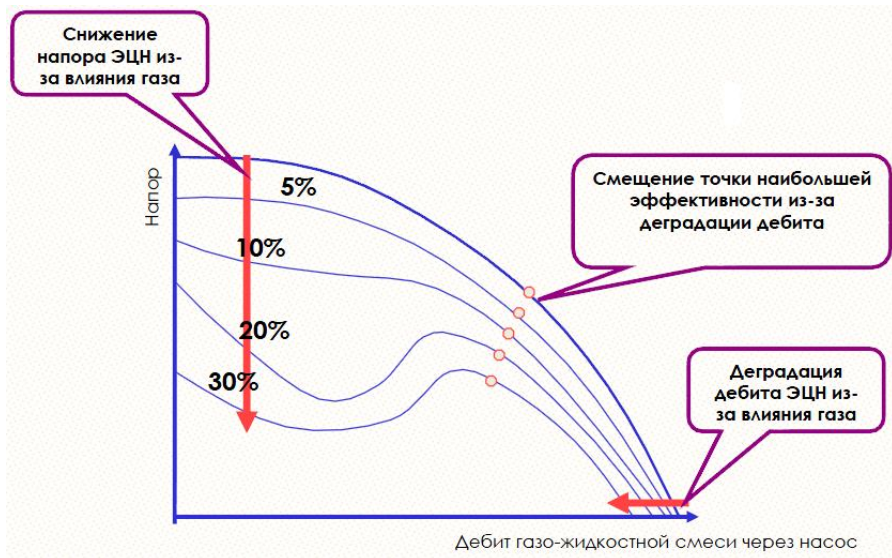


Рисунок 2 – Напорно-расходная характеристика УЭЦН при работе на ГЖС

С увеличением количества газа на приеме насосной установки происходит деградация напорно-расходной характеристики электроцентробежного насоса. Причиной такого поведения работы насоса является эффект кавитации.

Явление кавитации происходит в зонах проточной части насосной установки, в которых локальное статическое давление снижается до некоторого критического значения, при котором происходит нарушение сплошности потока и изменение его структуры [4]. В области локального падения давления происходит образование пустотного пространства, которое заполняется газовой фазой (при работе УЭЦН на ГЖС). Образованная газовая каверна не участвует в процессе подъема жидкости, а также создает дополнительные сопротивления активному потоку. Чем больше влияние оказывают вышерассмотренные факторы, тем большее явление кавитации.

### **Методы повышения эффективности работы УЭЦН на скважинах с высоким газовым фактором**

Погружные электроцентробежные насосы являются основным инструментом для подъема продукции из скважины на дневную поверхность. Поэтому в настоящее время особенно актуально встает вопрос о повышении эффективности работы центробежных насосов при работе на нефтегазовых смесях. Методы борьбы с осложняющим фактором (высокий газовый фактор) в нефтепромысловой практике подразделяют на: методы предупреждения влияния высокого газового фактора, методы защиты от влияния высокого газового фактора [3].

Методы предупреждения влияния высокого газового фактора: подлив жидкости в затрубное пространство, снижение депрессии на пласт, периодическая эксплуатация

УЭЦН (условно-постоянный режим работы, режим автоматически повторного включения) [1].

Методы защиты от влияния высокого газового фактора: конструкция ступеней электроцентробежного насоса специального исполнения, применение центробежных газосепараторов, применение диспергаторов, спуск УЭЦН ниже интервала перфорации с применением кожуха охлаждения, станции управления со специальным программным обеспечением для работы установок в условиях высокого газового фактора [1]. Рассмотрим подробнее последний из описанных методов.

### **Работа при переменной частоте вращения вала насоса**

В современных станциях управления есть возможность эксплуатации скважин в режиме прокачки газа. Данный режим работы необходим для обеспечения безостановочной работы электроцентробежного насоса в скважинах с высоким значением газового фактора при срыве подачи жидкости в результате образования газовой пробки.

При включенном режиме прокачки газа станция управления контролирует значение среднего тока погружного электродвигателя и автоматически диагностирует наличие газовой пробки при падении рабочего тока погружного электродвигателя до или ниже критического заданного значения. Для исключения ложных срабатываний вследствие мгновенных колебаний рабочего тока погружного электродвигателя задается время задержки срабатывания режима прокачки газа. Если значение тока не возвращается на рабочий уровень, то станция управления запускает режим прокачки газовой пробки. При этом происходит увеличение выходной частоты до заданного значения. При достижении заданной выходной частоты производится сравнение текущего значения тока с рабочим значением. Признаком прокачки газовой пробки является увеличения рабочего тока погружного электродвигателя. Для исключения ложных срабатываний вследствие мгновенных колебаний рабочего тока погружного электродвигателя задается время задержки отключения режима прокачки газа. При завершении прокачки газа выходная частота снижается до заданного значения. Темпы разгона и остановки также задаются уставкой. В случае, если при работе станции управления в режиме прокачки газовой пробки значение тока не увеличится, то выход из режима осуществляется автоматически после прокачки без выдержки паузы. Повторное включение возможно лишь по истечению времени задержки срабатывания при недогрузке погружного электродвигателя. Диаграммы изменения тока и частоты до и во время режима прокачки газа представлены на рисунке 3.

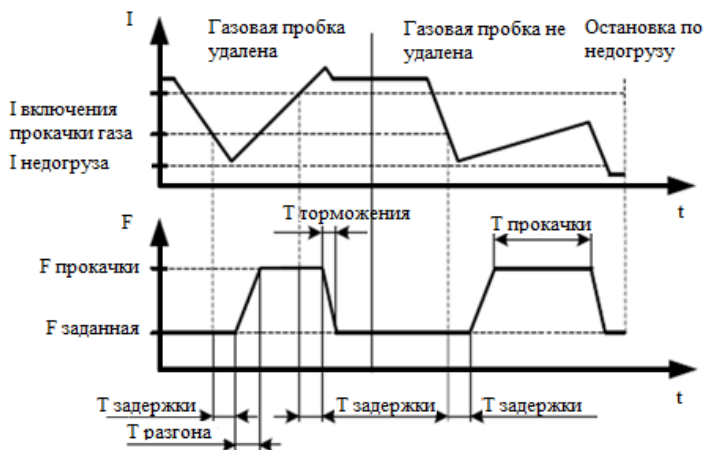


Рисунок 3 – Изменение тока и частоты при работе режима прокачки газа

### Применение конструкции ступеней ЭЦН специального исполнения

Лопастные насосы в зависимости от своей конструкции могут иметь различные значения допустимого входного газосодержания  $\beta_{вх}$ , ниже которых обеспечивается стабильная бескавитационная работа при перекачке газожидкостных смесей. Экспериментальные исследования показали, что центробежно-вихревые ступени и центробежно-осевые ступени могут работать без срыва подачи при более высоких значениях объемного газосодержания по сравнению с радиальными ступенями.

Широкое распространение получили MVP (Multi-Vane Pump) ступени Baker Hughes (рисунок 4), Poseidon Schlumberger, ВНН и ЦОН ступени Novomet. Согласно опубликованным данным производителя, данные конструкции ступени насоса позволяют перекачивать продукцию с газосодержанием до 75%.

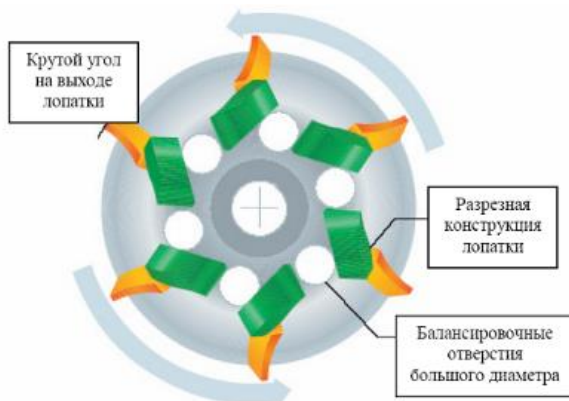


Рисунок 4 – Конструкция ступени мультифазного насоса Centrilift.

MVP насос можно использовать для повышения добычи из скважин с высоким значением газового фактора. Применение данной конструкции на скважинах в Калифорнии позволило увеличить добычу нефти в полтора раза, обеспечить стабильную безостановочную работу УЭЦН, к снижению эксплуатационных затрат [5].

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Дроздов А.Н., «Техника и технология добыча нефти» / – Учебное пособие для вузов. – М.: РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2008. – 616 с.
2. Деньгаев А.В., «Повышение эффективности эксплуатации скважин погружными центробежными насосами при откачке газожидкостных смесей» / – Дис. канд. техн. наук. – М., 2005. – 212 с.
3. F.E. Trevisan, M.G. Prado, 2010, «The development and water-air two-phase test results of an electrical submersible pump visualization prototype» Petroleum Engineering Department, The University of Tulsa, USA.
4. Ляпков П.Д., «О формах течения водо-воздушных смесей в каналах рабочих органов центробежного насоса» / – Дис. канд. техн. наук. – М., 1968. – 5-8 с.
5. We are Baker Hughes, an energy technology company [Электронный ресурс] <https://www.bhge.com/>.- дата обращения 15.03.2021

УДК 061.2

Андреев Роман Алексеевич  
студент,  
Бонин Илья Евгеньевич  
студент

Научный руководитель: Зацепина Виолетта Иосифовна  
Липецкий государственный технический университет  
(Липецк, Россия)

## МЕТОД ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ

Основной целью данной работы является использование антибликовых покрытий для повышения КПД солнечного элемента за счет увеличения выходной мощности и, таким образом, снижения оптических потерь. С помощью этого метода были уменьшены потери на отражение и повышена эффективность. Тепловые изображения FLIR также включены в эту статью для сравнения результатов работы непокрытой и покрытой солнечной панели.

**Ключевые слова:** Оптические потери, тепловые потери, оксид алюминия, фазовый переход материала солнечной панели, альтернативная энергетика

Roman A. Andreev  
Student,  
Bunin Ilya Evgenievich  
student  
Scientific supervisor: Zatsepina Violetta Iosifovna  
Lipetsk State Technical University  
(Lipetsk, Russia)

### A METHOD FOR ACHIEVING MAXIMUM ENERGY EFFICIENCY IN A SOLAR PANEL

**Annotation.** The main goal of this work is to use anti-reflective coatings to increase the efficiency of the solar cell by increasing the output power and thus reducing optical losses. With this method, reflection losses were reduced and efficiency was increased. FLIR thermal images are also included in this article to compare the performance of an uncoated and covered solar panel.

**Key words:** Optical loss, heat loss, aluminum oxide, phase transition of solar panel material, alternative energy.

### Вступление

Фотоэлектрические (ФИ) панели используются для сбора солнечных лучей и преобразования их в электрическую энергию. Но температура панели повышается из-за излучения, что, в свою очередь, влияет на выходную мощность, а также имеет негативное влияние на срок службы панели. Другим фактором, влияющим на выходную мощность,



является потеря отражения, возникающая при отличии угла падения от нуля [1, с. 37]. Эти потери уменьшают выходную мощность, что, в свою очередь, влияет на общую эффективность панели. Основная идея данной работы заключается в увеличении выходной мощности за счет уменьшения потерь. Для охлаждения фотоэлектрических модулей использовались технологии активного охлаждения. Результаты показали, что падение температуры приводит к увеличению КПД с 12% до 14%. Хотя эффективность возросла, если учесть стоимость перекачки и потребляемую насосом мощность, то этот метод менее эффективен. Для охлаждения фотоэлектрических модулей проводились различные эксперименты. Результаты показали, что при ребристом охлаждении КПД повышается на 1,34% по сравнению с неохлажденным фотоэлектрическим модулем [2, с. 112].

Исследование проводилось с использованием фотоэлектрического/теплового гибрида (ФЭ/Т) системы. Полученные результаты показали, что полученный тепловой КПД составляет 35,33%, а электрический-12,77%. Но стоимость системы ФЭ/Т очень высока [3, с. 91]. Анализ был проведен для охлаждения фотоэлектрического модуля с использованием метода пассивного охлаждения, который использует дождевую воду для охлаждения. Результаты показали, что электрическая эффективность фотоэлектрической панели увеличилась на 8,3%.

Исследование проводилось для охлаждения фотоэлектрического модуля с использованием теплораспределителей в сочетании с хлопковыми фитильными конструкциями. Он показал, что электрический выход увеличивается в пределах 8-19%. Но получение более высокого значения эффективности сложно и дорого [4, с. 46]. Анализ проводили с использованием системы ФЭ/Т с использованием в качестве циркулирующей жидкости 2 % наножидкости Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/вода. Результаты показали, что тепловой КПД увеличился на 45%, а электрический-на 13%. Стоимость как наножидкостной, так и фотоэлектрической системы высока, что делает ее неэкономичной.

Все вышеперечисленные методы направлены на повышение эффективности за счет внедрения методов охлаждения, а максимальная достигнутая электрическая эффективность составляет около 10%. Целью данной работы является изучение влияния модификации поверхности на солнечный элемент. В данной работе наряду с используемыми химическими агентами описаны эффекты модификации поверхности и влияние температуры. Все солнечные элементы естественным образом деградируют с течением времени, независимо от окружающей среды, в которой они находятся [5, с. 18]. Это называется естественной деградацией. Скорость деградации как монокристаллических, так и поликристаллических кремниевых ячеек в среднем составляет около 7% в год, при среднем значении 0,5% в год [6, с. 74]. Следовательно, температура влияет на срок службы панели. Основной целью данной работы является использование антиотражающей техники для увеличения производительности и увеличение срока службы солнечного элемента.

### **1.1. Техника нанесения антибликового покрытия**

Когда свет попадает на солнечный элемент, небольшое количество солнечной энергии поглощается и преобразуется в электричество. Поскольку голый кремниевый элемент имеет высокий коэффициент отражения, более 35 процентов падающего света

отражается от поверхности панели, прежде чем он может быть преобразован в полезную энергию. Отражение уменьшается путем нанесения на поверхность солнечного элемента антибликового покрытия. В качестве интерференции используется тонкий слой диэлектрического материала соответствующей толщины, который приводит к тому, что волна, отраженная от верхней поверхности антиотражающего покрытия, выходит из фазы с волной, отраженной от поверхностей полупроводника. Антибликовое покрытие помогает солнечной поверхности захватывать больше света и, следовательно, повышать их эффективность. Это покрытие уменьшает отражение света от солнечного элемента и увеличивает выходную мощность до 10-14%.

Хотя это может показаться небольшим улучшением, на самом деле это самое высокоэффективное улучшение солнечных панелей, достигнутое до сих пор, и этот тип улучшения может иметь большое значение. Покрытие раствора  $Al_2O_3 - Ta_2O_5 - Al_2O_3$  на солнечных элементах и стеклянном материале для их защиты нагревают под светом 100 Вт и охлаждаются при комнатной температуре, далее он превращается в тонкий слой пористого материала. Это делает покрытие намного проще и дешевле в реализации. Выходная мощность и выходное напряжение увеличиваются. В таблице 1 представлены различные антирефлекторные средства.

## 2. Описание системы

В этой работе были предложены методы антибликового покрытия с использованием химических средств.



Рисунок 1. Голый солнечный элемент

Таблица 1. Свойства химических средств

Химические средства	Свойства
$Ta_2O_5$	Обладает высокой диэлектрической прочностью
$Al_2O_3$	Обладает хорошей теплопроводностью
ZnS	Хорошие оптические свойства
$TiO_2$	Атмосферное давление химическое осаждение из паровой фазы
ITO	Прозрачный проводящий оксид
$SiO_2$	Пассивированная поверхность
$SiN_x$	Пассивированная поверхность и объем
ZnO	Высокая прозрачность и высокая проводимость



Рисунок 2. Ячейка с покрытием

### 2.1. Приготовление раствора для нанесения покрытия

Раствор покрытия готовят с помощью магнитной мешалки. Чтобы получить смесь раствора, их перемешивают с определенной скоростью в магнитной мешалке. Мешалка внутри контейнера вращается под действием магнитного поля. Скорость должна поддерживаться на определенном уровне, чтобы избежать переполнения раствора. Растворы распыляются на поверхность солнечного элемента с помощью распылителя. Растворы готовятся с соответствующей концентрацией. Солнечный элемент очищают, а затем приготовленный раствор распыляют на солнечный элемент и сушат при свете 100 Вт в течение 15 мин в сушилке, далее охлаждают при комнатной температуре в течение 10 мин. Этот процесс повторяется шесть раз, пока каждый слой не будет покрыт два раза.

### 2.2. Материал покрытия

Материалы, используемые для покрытия солнечного элемента:

- HF (раствор для травления, каждое 2-слойное покрытие)
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(верхний слой)
- Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(средний слой)
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(верхний слой)

### 2.3. Свойства материала

Пятиокись тантала обладает высокой диэлектрической, что делает ее отличным изолятором. Он обладает высокой температурной стабильностью до 1360 °С. Благодаря высокой диэлектрической прочности он может быть использован при изготовлении стекла.

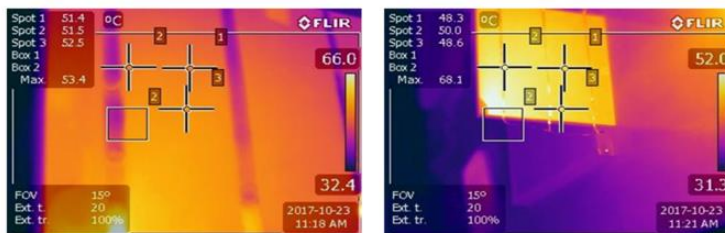
Оксид алюминия обладает хорошей теплопроводностью. Он обладает хорошей прочностью и сопротивляется всем сильным кислотам. Максимальная выдерживаемая температура составляет около 2000 °С. Благодаря хорошим тепловым свойствам, он может быть использован в различных ситуациях.

### 2.4. Причина выбора данного материала

Они нетоксичны, бесцветны и не имеют запаха. Они имеют высокие характеристики термостойкости, высокое антибликовое свойство и защиту панели от растрескивания. Таким образом, благодаря покрытию химическими веществами срок службы панели был увеличен, а эти химические вещества легко доступны и экономически эффективны.

**Таблица 2. Общие результаты сравнения покрытого и непокрытого фотоэлектрического элемента**

Сопротивления, Ом	40	60	80	100	200
Непокрытая панель под лампой 60 Вт	5.3	3.5	2.587	2.19	0.978
Без покрытия под солнечным светом	6.17	4.05	3.21	2.545	1.236
Панель с покрытием (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) под лампой 60 Вт	6	4.51	3.12	2.16	1.116
Покрытая панель (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) под солнечным светом	6.39	4.335	3.05	2.67	1.21



Непокрытый солнечный элемент      Солнечный элемент с покрытием из оксида алюминия и тантала

Рисунок 3. Показания температуры покрытого и непокрытого фотоэлемента

### 3. Результаты

В этом разделе обсуждаются различные результаты, полученные в результате эксперимента.

Общий результат работы фотоэлемента и повышение его эффективности приведены в таблице 2.

По итогам видно, что улучшение выходной мощности и КПД возросли до 14%. Результат сравнения мощности солнечного элемента показывает, что выходная мощность покрытого элемента была увеличена по сравнению с непокрытым элементом.

Общий результат выходной мощности указывает на повышение эффективности.

### 4. Заключение

Многие виды исследований были подвергнуты повышению эффективности солнечных батарей методом водяного охлаждения, методом воздушного охлаждения, методом пассивного охлаждения. В данной работе в качестве антиотражающих средств используется химический метод нанесения покрытий типа оксид алюминия-пятиокись тантала - оксид алюминия, повышение эффективности которого показано в виде таблиц. Они показывают, что применение антибликовых средств увеличивает электрический выход до более высоких значений. Можно сделать вывод, что как температура, так и отражательные потери влияют на эффективность, а антибликовые средства служат подходящим методом для снижения потерь и повышения электрического КПД. Используемые химические элементы являются экономичными, поэтому этот метод

является экономически эффективным по сравнению с другими методами. В антибликовом покрытии оксид алюминия-пятиокись тантала - оксид алюминия температура была снижена с 53,8 °С до 48,2 °С, а эффективность повышена до 14%. Таким образом, оксид алюминия-пятиокись тантала - оксид алюминия достигают более высоких эффективности по сравнению с непокрытой солнечной панелью. Следовательно, антибликовое покрытие помогает уменьшить отражение нежелательной длины волны от элемента, позволяя большему количеству света достигать слоя полупроводниковой пленки, тем самым повышая эффективность солнечного элемента.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Юрченко А.В. Влияние суточной и годовой динамики освещенности на эффективности работы светотехнических устройств с питанием от солнечных элементов. Тезисы докладов IV. – Вологда: ЭНАС, 2000. – С. 110.
2. Андреев В.М., Грилихес В.А. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. Ленинград: ОАО «Наука», 1989. – С. 310.
3. Дулов А.А., Слинкин А.А. Органические полупроводники. Полимеры с сопряженными связями. - Москва: Наука, 1970. – С. 128.
4. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
5. Городов Р.В, Губин В.Е., Матвеев А.С. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2009. – 294 с.
6. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергосервис, 2003. – 162 с.

УДК 004

Бекеева С.И., Кобдабаева Ш.А., Исмагулова Н.К.  
Актюбинский Высший политехнический колледж  
(Актобе, Казахстан)

### ВИРТУАЛЬНЫЙ ТУР ПО КОЛЛЕДЖУ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ФОРМА ПРОФОРИЕНТАЦИИ АБИТУРИЕНТОВ

**Аннотация.** Рассматриваются преимущества использования виртуальной экскурсии как эффективного и доступного способа ознакомления абитуриентов с будущим местом учебы. Определены требования к виртуальной экскурсии по образовательному учреждению. Описана технология создания сценария прохождения виртуальной экскурсии, расстановки точек съемки. Определён вид пользовательского интерфейса экскурсии.

**Ключевые слова:** виртуальная тур, панорама, проектирование, диаграмма последовательностей, горячая точка, модульная структура сайта, пользовательский интерфейс.

Bekeyeva S.I., Kobdabayeva Sh. A., Ismagulova N. K.  
Aktobe High Polytechnical College  
(Aktobe, Kazakhstan)

### VIRTUAL COLLEGE TOUR AS AN INNOVATIVE FORM OF CAREER GUIDANCE FOR APPLICANTS

**Abstract.** The advantages of using a virtual tour as an effective and affordable way to familiarize applicants with the future place of study are considered. The requirements for a virtual tour of an educational institution are defined. The technology of creating a scenario for passing a virtual tour, placing shooting points is described. The type of the tour user interface is defined.

**Keywords:** virtual tour, panorama, design, sequence diagram, hotspot, modular site structure, user interface.

Виртуальный тур – это путешествие с эффектом присутствия в любую точку мира с помощью компьютера или любого другого цифрового устройства [3]. Это комбинация панорамных фотографий, когда переход от одной панорамы к другой осуществляется через активные зоны (их называют точками перехода), размещаемые непосредственно на изображениях, а также с учетом плана тура. Все это может дополняться озвучиванием переднего плана и фоновой музыкой, а при необходимости и обычными фотографиями, видеороликами, flash роликами, пояснениями, контактной информацией и т. д.

На сегодняшний день абсолютное большинство образовательных учреждений имеют свои собственные сайты в сети Internet, и найти их бывает довольно просто при помощи известных поисковых систем. Использование глобальной сети резко повышает внимание молодых людей к образовательным учреждениям, увеличивает интерес к

профориентации в целом. Наличие собственного сайта (web-ресурса) позволяет учреждению оперативно предоставлять информацию, обмениваться опытом с коллегами, проводить конференции (вплоть до видеоконференций), осуществлять обратную связь, публиковать пресс-релизы и проводить рекламные акции. В перспективе возможно создание электронной энциклопедии, «музеев профориентации», проведение различных мероприятий непосредственно в сети. Именно на персональном сайте образовательного учреждения можно узнать наиболее подробную и достоверную информацию о правилах приёма, подготавливаемых профессиях и специальностях, дополнительных образовательных услугах.

Для создания виртуального тура «Актюбинского Высшего политехнического колледжа» были использованы следующие программы:

- Image Composite Editor – для создания панорамы из отдельных фотографий
- Графический редактор для корректировки дефектов после склейки панорам: Adobe Photoshop (лицензионная версия),
- Popotour Pro - для связки панорам в единый тур по колледжу

Kolor Panotour Pro - революционная программа в создании туров по галереям из цифровых фотографий, программа освобождает вас от задач программирования. Все это делается в несколько кликов используя интуитивно понятный интерфейс. В конечном виде виртуальный тур выглядит на экране так: вы, например, находитесь в центре комнаты и если повести мышку вправо или влево, то получается как-будто вы сами крутитесь по сторонам, затем если нажать на дверь, то вы перемещаетесь в следующую комнату и т.д.

В конечном итоге получается, что вы через компьютер сможете осмотреть помещение. Такую технологию можно увидеть на сайтах различных курортных гостиниц и т.д. Все что от вас требуется - это фотографии. Также в свой проект вы можете добавлять имеющиеся в программы разнообразные эффекты. В Panotour Pro предусмотрена функция настройки взаимодействий между изображениями любого размера и практически любого графического формата (JPG, PNG, PSD/PSB, KRO, TIFF и RAW для большинства камер). Интерфейс Panotour Pro является настраиваемым.

Создание виртуальных туров – пользователь может в несколько кликов создавать интерактивные виртуальные туры, содержащие различные точки обзора. Для этого нужно просто перетащить горячую точку с одного изображения на другое. Связь генерируется автоматически.

Взаимодействия – программа предоставляет несколько типов горячих точек (полигональные, прямоугольные, точные), адаптированные для каждого типа взаимодействия.

Гигапиксельные изображения – Виртуальные туры в 360° могут содержать гигапиксельные панорамы, которые редактируются визуально и без программирования. В такие панорамы удобно добавлять горячие точки и любые типы взаимосвязей.

Статичные фото и графика – программа с легкостью интегрирует в виртуальный тур фото, графику и анимацию. Для этого нужно встроить любой из данных объектов в содержимое, затем они автоматически дополняются трехмерными эффектами.

Интегрированные HTML-страницы – функция предназначена для отображения web-страниц внутри виртуального тура. Страницы могут содержать тексты и графику.

Открытие внешних web-сайтов – ссылка на ресурс размещается в горячей точке, которая при нажатии мышки открывает браузер с нужным сайтом.

Встроенные графические темы – Panotour Pro предлагает три графические темы, которые определяют стиль навигационных панелей и окон помощи. Для каждой темы можно выбирать основной цвет. Доступны следующие темы: двумерная, трехмерная и «граффити».

Пользовательские графические темы – в дополнение к трем встроенным темам программа позволяет добавлять новые темы. Пользователь может создавать навигационные кнопки и окна помощи, а затем импортировать их в среду Panotour Pro.

Навигация – С помощью многочисленных опций навигации пользователь может создавать различные способы путешествия по туру: изменение масштаба изображения мышью, кнопки навигации, выпадающие меню, уменьшенные изображения всех доступных ракурсов и т. п.

Логотип – в угол окна тура допускается добавление логотипа компании-автора виртуального тура. Логотип можно дополнять гиперссылкой.

Экспорт в формате Adobe Flash – данная возможность позволяет отображать все виды взаимодействия внутри виртуального тура и вставлять элементы мультимедиа (Flash, анимацию, фотографии), сохраняя плавность процесса навигации.

Загрузка изображений – при экспорте изображений в высоком разрешении программа разбивает их на множество маленьких кусочков, которые динамически загружаются в соответствии с областью просмотра, ракурсом и масштабом. Предельное разрешение виртуального тура – 200 мегапикселей.

Быстрая конвертация в формат Flash – при необходимости конвертации панорам в формат Flash без создания взаимодействий нужно активировать панель «Быстрый экспорт» и перетащить в нее изображения. После этого мгновенно создается соответствующий файл SWF.

Поддержка шаблонов HTML – Panotour Pro позволяет вставлять виртуальные туры в шаблоны HTML. При экспорте тура генерируется HTML-файл, основанный на данном шаблоне.

Видеофайлы – в виртуальные туры легко встраивать видеоряд: воспроизведение начинается при клике на горячую точку или при входе посетителя в данную область тура.

Аудиофайлы – предусмотрена возможность оформления виртуальных туров саундтреками. Звук может сопровождать весь тур или появляться при активации горячей точки.

XML-файлы – функция позволяет экспортировать XML-данные независимо от виртуального тура.





Рис. 1. Виртуальный тур колледжа

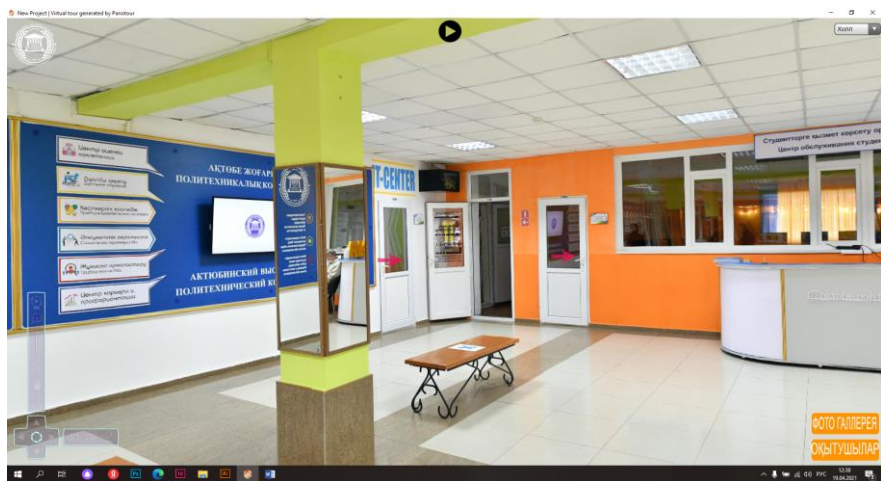


Рис. 2. Панорама холла 1 этажа

В последнее время, в связи с развитием интернет как высоко - охватного канала коммуникации, все чаще стратегия поддержки продукта в сети интернет и социальных сетях выделяется отдельным этапом маркетингового плана продвижения. Программа внедрения виртуального тура колледжа состоит из следующих этапов: 1) определение целевой аудитории: абитуриенты и их родители, учителя, специалисты по профориентационной работе в школах; 2) определение основных каналов и форматов взаимодействия с аудиторией, которые планируется задействовать: а) сайт колледжа, б) социальные сети, в) рассылка в WhatsApp, г) публикация в Instagram, д) рассылка по e-mail школам ф) работа с отзывами и сбор обратной связи, 3) обновление сцен виртуального тура. Виртуальный тур образовательного учреждения может быть создан

студентами в рамках исследования или курсовой (дипломной) работы при минимальных затратах, что позволит сократить расходы учреждения.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2015. 206 с.
2. Что такое виртуальная экскурсия //Виртуальные экскурсии для виртуальных путешественников. [Электронный ресурс], URL: <https://sites.google.com/site/virtualnyeekskursiisvenerockoj/cto-takoe-virtualnaaekskursia>
3. Ляш О.И. Разработка элементов виртуальных экскурсий //Научнометодический журнал «Современное образование: традиции и инновации». 2014. № 2. С. 63-67.
4. Парамонов В.В., Шубина Н.В., Бужинская Н.В. Проектирование анализатора температуры хладоновой системы кондиционера на базе программируемого микроконтроллера // Проектирование и технология электронных средств. 2016. - № 2. - С. 29-33.
5. Федотова, Д. А. Виртуальный тур по колледжу как инновационная форма профориентации абитуриентов / Д. А. Федотова, Д. А. Колдина. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 46.1 (232.1). – С. 48-51. – URL: <https://moluch.ru/archive/232/53996/> (дата обращения: 16.04.2021).

УДК 62-9

**Бровченко Анастасия Александровна, Белов Павел Сергеевич,  
Бровченко Ольга Александровна, Никифоров Денис Юрьевич,  
Драгина Ольга Геннадьевна  
ЕТИ ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»  
(Егорьевск, Россия),  
Иванова Наталья Александровна  
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»  
(Москва, Россия)**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ КОНЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СОТС**

**Аннотация.** Цель работы – определение влияния режимов резания и вида СОТС на качество получаемой поверхности при концевом фрезеровании. Задачей нашей работы является выявление подходящего СОТС для конкретного вида обработки. Для решения поставленной задачи посредством экспериментального метода эмпирического уровня проведены соответствующие опыты. В результате исследований было определено наилучшее СОТС для обработки стали и разработаны практические рекомендации по назначению режимов резания при использовании различных СОТС.

**Ключевые слова:** режимы резания, СОТС, шероховатость поверхности, экспериментальный метод, концевое фрезерование.

*Brovchenko Anastasia Alexandrovna, Belov Pavel Sergeevich,  
Brovchenko Olga Alexandrovna, Nikiforov Denis Yurievich  
ETI FGBOU VO MSTU "STANKIN"  
(Yegoryevsk, Russia),  
Dragina Olga Gennadievna  
Ivanova Natalia Alexandrovna  
FSBEI HE "MSTU" STANKIN"  
(Moscow, Russia)*

### **DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF COTS ON SURFACE ROUGHNESS, DEPENDING ON THE MODE PARAMETERS OF THE TOOL'S OPERATION**

**Abstract.** The purpose of the work is to determine the influence of cutting conditions and the type of cutting fluid on the quality of the resulting surface during end milling. The task of our work is to identify a suitable cutting fluid for a specific type of processing. To solve this problem by means of an experimental method of the empirical level, appropriate experiments were carried out and the best cutting fluid for steel processing was determined.

**Key words:** cutting modes, cutting system, surface roughness, experimental method, end milling.

При концевом фрезеровании часто применяются СОТС для снижения трения, улучшения качества поверхности и продления периода стойкости инструмента [1, с. 13]. Применение различного вида смазочных средств неоднозначно сказывается на качестве получаемой поверхности. Основную роль в этом играет состав СОТС, поэтому в своих экспериментальных исследованиях мы анализировали влияние СОТС с содержанием как синтетических компонентов (И-20А), так и растительных компонентов (рапса, МР-99) [2, с. 60-61].

Экспериментальные исследования проводились инструментом из быстрорежущей стали (Р6М5) с постоянной геометрией при варьировании различных видов СОТС и режимов резания. Шероховатость обработанной определялась портативным профилометром модели Time Group Inc. TR 100 [3, с. 19].

В первой серии экспериментов необходимо было выявить зависимость шероховатости ( $R_a$ ) от подачи ( $S_z$ ), которая варьировалась в интервале от 0,1 мм/зуб до 0,3 мм/зуб, при скорости резания 38 м/мин и глубинах резания 0,4 мм и 1,2 мм.

На рис. 1 и 2 представлены зависимости анализируемого показателя, из которых видно, что шероховатость увеличивается с возрастанием глубины резания. Самая максимальная шероховатость наблюдается при фрезеровании стали 45 без какого-либо СОТС, а также в присутствии И-20А и ее значение напрямую зависит от глубины резания.

На рисунке 1 наглядно видно, что кривая МР-99 не сильно отличается от результатов протекания эксперимента с рапсовым маслом в связи с их схожим составом. Если сравнить показатели рапсового масла и МР-99 при глубинах резания 0,4 мм и 1,2 мм, то можно проследить незначительные изменения. Это может объясняться различием протекания контактных процессов при СОТС, содержащих растительные масла.

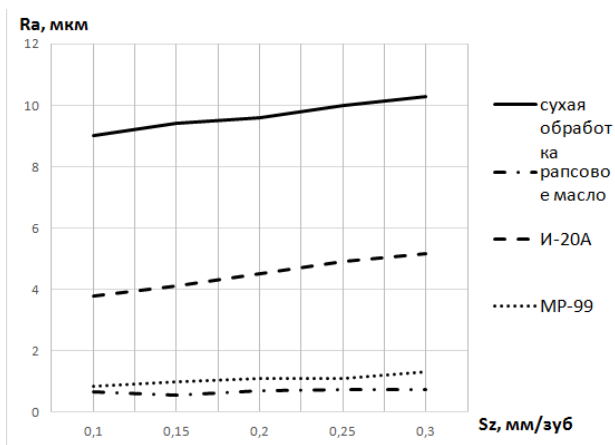


Рисунок 1 – Зависимость  $R_a$  от  $S_z$ : 1 – сухая обработка, 2 – рапсовое масло, 3 – И-20А, 4 – МР-99 при постоянных  $V=38$  м/мин;  $t=0,4$  мм

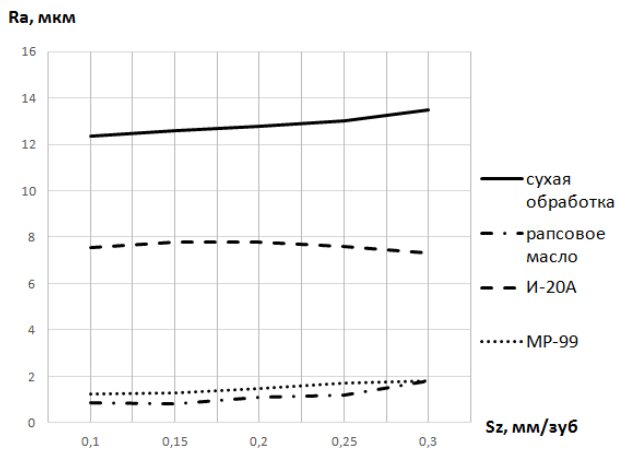


Рисунок 2 – Зависимость Ra от Sz: 1 – сухая обработка, 2 – рапсовое масло, 3 – И-20А, 4 – МР-99 при постоянных  $V=38$  м/мин;  $t=1,2$  мм

Далее определялась зависимость шероховатости поверхности (Ra) от скорости резания ( $V$ ) (28 м/мин до 48 м/мин с шагом 2) от при подачи на зуб, равной 0,3 мм/зуб и глубинами резания 0,4 мм и 1,2 мм.

Проанализировав результаты, можно сделать вывод, что скорость резания не оказывают влияния на шероховатость обработанной поверхности в среде рапсового масел при цилиндрическом фрезеровании стали 45. В случае использования И-20А и МР-99 шероховатость поверхности зависит от взаимообусловленного влияния подачи и глубины резания. При сухой обработке в отсутствии какой-либо смазки при глубине резания 0,4 мм наблюдается уменьшение показателя Ra в 5,2 раза, который варьируется в интервале от 9,85 мкм до 2,75 мкм. При фрезеровании с  $t = 1,2$  мм в данном диапазоне скоростей не наблюдается сильного снижения шероховатости (рис. 3 и 4).

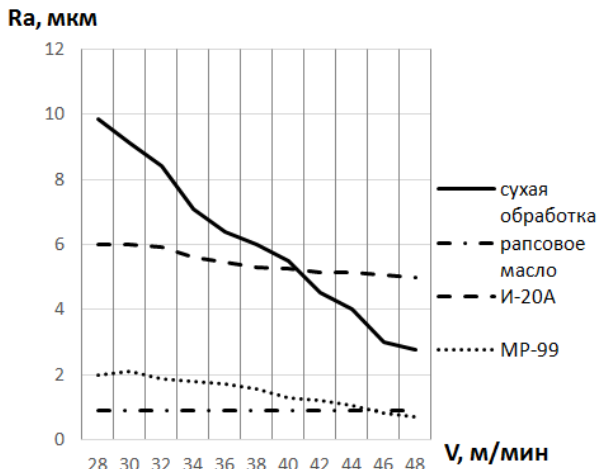


Рисунок 3 – Зависимость Ra от V: 1 – сухая обработка, 2 – рапсовое масло, 3 – И-20А, 4 – МР-99 при постоянных  $S_z=0,3$  мм/зуб;  $t=0,4$  мм

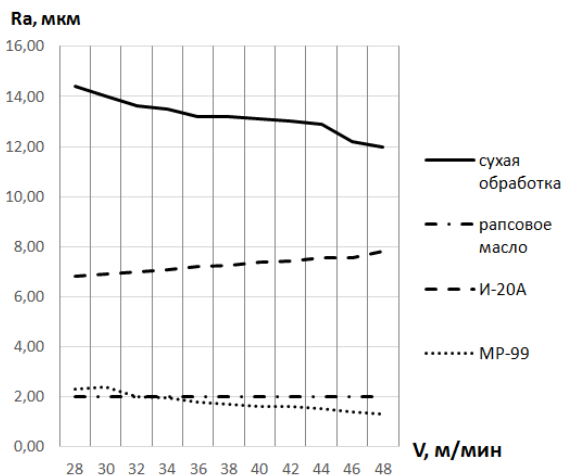


Рисунок 4 – Зависимость Ra от V: 1 – сухая обработка, 2 – рапсовое масло, 3 – И-20А, 4 – МР-99 при постоянных  $S_z=0,3$  мм/зуб;  $t=1,2$  мм

Заключительные серии экспериментов выявляли зависимость Ra от t при скорости резания, равной 38 м/мин и подачах 0,15 мм/зуб и 0,3 мм/зуб. Данные опыты с варьированием глубины резания от 0,4 мм до 2,0 мм показали самые неоднозначные результаты (рис. 5 и 6). В случае обработки всухую при  $S_z=0,15$  мм/зуб прослеживается сначала увеличение показателя Ra в 1,4 раза (при  $t = 0,4$  мм шероховатость составила 9,4

мкм и при  $t = 1,2$  мм шероховатость составила 12,9 мкм), а затем при глубине резания 2 мм кривая резко стремится к показателю 0,63 мкм, уменьшая значение  $R_a$  в 20,5 раз.

На втором графике при подаче, равной  $S_z=0,3$  мм/зуб, прослеживается аналогичная зависимость, но при этом пик показателя  $R_a$  сдвигается в сторону меньших глубин резания. Такие значения шероховатости противоречат установившемуся положению о незначительном влиянии глубины резания на шероховатость. Но данное утверждение справедливо для не приработанного инструмента. Наличие фаски на задней поверхности с ростом глубины резания усиливает процесс трения и увеличивает пластическую деформацию поверхностного слоя [4, с. 25].

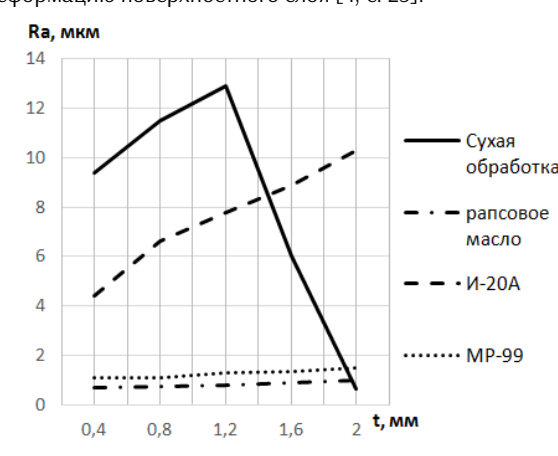


Рисунок 5– Зависимость  $R_a$  от  $t$ : 1 – сухая обработка, 2 – рапсовое масло, 3 – И-20А, 4 – МР-99 при постоянных  $V=38$  м/мин;  $S_z=0,15$  мм/зуб

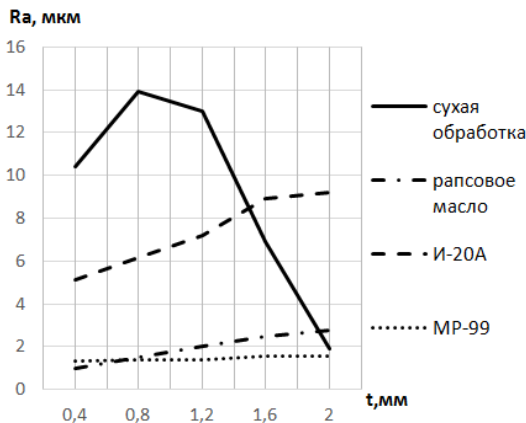


Рисунок 6 – Зависимость  $R_a$  от  $t$ : 1 – сухая обработка, 2 – рапсовое масло, 3 – И-20А, 4 – МР-99 при постоянных  $V=38$  м/мин;  $S_z=0,3$  мм/зуб

В эксперименте с индустриальным маслом И-20А отслеживается зависимость увеличения шероховатости при увеличении глубины резания от 0,4 мм до 2 мм. Так при  $S_z = 0,15$  мм/зуб данный показатель увеличивается более чем в 2,3 раза от 4,4 мкм до 10,3 мкм, а при  $S_z = 0,3$  мм/зуб – в 1,8 раза, от 5,15 мм до 9,19 мм. Разница между сериями экспериментов, проводимых при подаче 0,15 и 0,3 мм/зуб незначительная.

Растительное масло и МР-99 оказывает значительно меньшее влияние на изменение шероховатости в сравнении с сухой обработкой и И-20 в исследуемом диапазоне. В присутствии рапса шероховатость поверхности с увеличением глубины резания до 2,0 мм шероховатость увеличивается в 1,3 раза (0,7 мкм – 1,0 мкм).

При увеличении подачи прослеживается влияние глубины резания на увеличение шероховатости. Используя в качестве СОТС рапсовое масло, наибольшее влияние наблюдается при  $S_z = 0,3$  мм/зуб. В данных сериях экспериментов было выявлено, что использование таких видов СОТС, как МР-99 оказывает наименьшее влияние на шероховатость поверхности.

Проанализировав результаты всех экспериментов, можно сделать вывод, что шероховатость поверхности при концевом фрезеровании стали 45 в отсутствие СОТС, а также с использованием И-20А и МР-99 зависит от всех исследуемых режимных параметров обработки ( $S_z$ ,  $V$  и  $t$ ). Необходимо заметить, что влияние подачи на зуб, скорости и глубины резания на шероховатость поверхности является комплексным.

Исследуя режимы резания в различных технологических средах, было определено, что наименьшая шероховатость достигается при использовании растительных масел (рапса и МР-99). Основываясь на результатах опытах, можно предложить практические рекомендации по назначению режимов резания при использовании: МР-99 и рапсового масла:  $V = 28$  м/мин;  $S_z = 0,1$  мм/зуб;  $t = 0,4 \div 0,6$  мм.

А при использовании синтетического масла И-20А режимы будут следующими:  $V = 12 \div 15$  м/мин;  $S_z = 0,1$  мм/зуб;  $t = 0,4 \div 1,0$  мм.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Белов П.С. Повышение качества обработки за счёт улучшения конструктивно-технологических параметров резцов дисс. на соискание ученой степени к.т.н.: 05.02.07. – Москва, 2011. – 20 с.
2. Белов П.С. Влияние параметров постобработки на шероховатость поверхности изделий, получаемых методами аддитивных технологий Вестник МГТУ Станкин. 2019. № 1 (48). С. 57-61.
3. Драгина О.Г., Белов П.С., Бровченко А.А., Иванова Н.А. Методика исследования влияния СОТС на шероховатость поверхности и на силы резания при концевом фрезеровании. Наука и бизнес: пути развития. 2020. №11(113). С. 16-19
4. Верещака А.С. Резание материалов: учебник / А.С. Верещака, В.С. Кушнер. – М.: Высшая школа, 2009. – 539 с.



УДК 614.8.013

**Буданов Борис Владимирович, Оришев Эльдар Мухамедович,  
Агакеримов Даниель Фарманович  
ФГБОУ ВО «Уральский институт государственной противопожарной  
службы МЧС России» (УРИ ГПС МЧС)  
(Екатеринбург, Россия)**

### КЛАССИФИКАЦИЯ ЧС

**Аннотация.** На сегодняшний день весьма актуальны и необходимы задачи по предотвращению и ликвидации ЧС. Данная проблематика касается всех сфер жизнедеятельности человека, именно поэтому так важна осведомленность граждан и ранжирование ЧС. Классификация ЧС поможет структурам и органам власти грамотно координировать свои действия при разработке мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС.

**Ключевые слова:** ликвидация ЧС, безопасность жизнедеятельности человека, мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС.

*Boris Budanov Vladimirovich, Orishev Eldar Mukhamedovich,  
Agakerimov Daniel Farmanovich  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural Institute of  
the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia" (URI State Fire Service of the  
Ministry of Emergency Situations)  
(Yekaterinburg, Russia)*

### CLASSIFICATION OF EMERGENCIES

**Annotation.** Today, the tasks of preventing and eliminating emergencies are very relevant and necessary. This issue concerns all spheres of human life, which is why the awareness of citizens and the ranking of emergencies are so important. The classification of emergencies will help structures and authorities to competently coordinate their actions when developing measures to prevent and eliminate emergencies.

**Key words:** emergency response, human life safety, emergency prevention and response measures.

Чрезвычайные ситуации классифицируются по нескольким критериям. В соответствии с постановлением Правительства РФ № 304 от 21.05.2007 г. «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» по масштабам распространения, тяжести последствий ЧС природного и техногенного характера подразделяются на ЧС локального характера, ЧС муниципального характера, ЧС межмуниципального.

#### **Классификация по территориальному признаку**

ЧС локального характера, это ситуация в результате которой нарушены условия жизнедеятельности в пределах одного объекта.

ЧС муниципального характера, это ЧС при котором зона ЧС не выходит за пределы муниципальной единицы.

ЧС на территории двух и более городских поселений классифицируется как ЧС межмуниципального характера. ЧС регионального характера – те ЧС, в результате которых зона ЧС не выходит за пределы одного субъекта РФ. К ЧС федерального характера – это масштабная ситуация на уровне страны.

Таблица 1 – Характеристики ЧС

Вид ЧС	Кол-во пострадавших людей	Материальный ущерб (тыс. рублей)
ЧС локального характера	10	240
ЧС муниципального характера	<50	<12 000
ЧС межмуниципального характера	>50	>12 000
ЧС регионального характера	50<...<500	12 000<...<1200000
ЧС федерального характера	>500	>1200000

### **Классификация по природе возникновения ЧС**

ЧС техногенного характера, вследствие эксплуатации технических объектов (пожары, взрывы, аварии на химических объектах, обрушение зданий выбросы в атмосферу вредных веществ).

К природным относятся ЧС, связанные с стихийными бедствиями природы (цунами, землетрясения, извержения вулканов)

Бедствия, при которых происходят аномальные изменения природной среды (загрязнения биосферы, разрушения озонового слоя, кислотные дожди), называются экологическими.

К биологическим ЧС относятся: эпидемии, эпизоотии, эпифитотии.

К социальным ЧС – события, порождаемые обществом и происходящие в обществе: межнациональные конфликты с применением силы, терроризм, грабежи, насилия, противоречия между государствами (войны), голод и др.

Антропогенные ЧС- следствия ошибочных действий людей.

### **Классификация по причине возникновения**

По причине возникновения ЧС делятся на случайные (непреднамеренные) и преднамеренные (террористические акты). Стоит отметить, что большинство ЧС являются случайными, но при этом необходимо руководствоваться статистикой, для предотвращения ЧС.

По режиму времени ЧС делятся на чрезвычайные ситуации мирного времени и военного времени.

### **Классификация по скорости развития**

По скорости развития ЧС делятся на: внезапные (взрывы, землетрясения), стремительные (пожары, выбросы в атмосферу) и умеренные (паводки, лавины)

### **Вывод**

Очевидно, что каждому сотруднику, задействованному в предотвращении и ликвидации ЧС необходимо ориентироваться в классификации ЧС, так как от этого будет

зависеть координация действий и перечень мероприятий. Поэтому так важно четко разграничивать ЧС по категоричности и систематизировать необходимые процессы

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена. Обеспечение жизнедеятельности людей в чрезвычайных ситуациях. Выпуск 1: Чрезвычайные ситуации и их поражающие факторы. – СПб.: Образование, 1992.
2. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие / Под ред. проф. Н. А. Смирновой, проф. О. М. Зиновьевой – М., 2013. – 234 с.
3. Стихийные бедствия и техногенные катастрофы. Превентивные меры = Natural Hazards. UnNatural Disasters: The Economics of Effective Prevention. – М.: «Альпина Паблишер», 2012. – 312 с. – (Библиотека Всемирного банка). – ISBN 978-5-9614-1527-8.

УДК 004.056.55, 003.26

Гапак Оксана Михайлівна,  
доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж, канд.пед. наук.,  
Зверев Олексій Андрійович  
магістр спеціальності «комп'ютерна інженерія»  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»  
(Ужгород, Україна)

## ШИФРУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ

**Анотація.** Робота присвячена застосуванню еліптичних кривих у криптографії. Реалізовано криптосистему Ель-Гамала на еліптичних кривих. Запропоновано новий метод перетворення алфавіту у набір точок еліптичної кривої за допомогою опорної точки, що значно спрощує процедуру генерування точок та має достатній рівень безпеки при невеликих обчислювальних затратах.

**Ключові слова:** еліптичні криві, криптосистема, асиметричний алгоритм, шифрування, генерування.

Hapak Oksana M., Ph.D, Assoc.Prof.  
Zveriev O.A., master of Computer Engineering  
SHEE "Uzhhorod National University"  
(Uzhhorod, Ukraine)

## ENCRYPTING INFORMATION WITH USING ELIPTIC CURVES

**Abstract.** The work is devoted to the application of elliptic curves in cryptography. El Gamal cryptosystem, based on elliptic curves, has been implemented. A new method of transformation the alphabet into a set of points of an elliptic curve using the support point  $P$  was proposed, which greatly simplifies the procedure of generating points and has a sufficient level of security at low computing costs.

**Keywords:** elliptic curves, cryptosystem, asymmetric algorithm, encryption, generation.

### Вступ

Криптосистеми на еліптичних кривих (ECC - Elliptic Curve Cryptography) відносяться до класу криптосистем з відкритим ключем. В останні роки вони знаходять ширше застосування в порівнянні з класичними криптосистемами. Це зумовлено тими перевагами, які надають їх застосування у безпроводникових комунікаціях – висока швидкість та криптостійкість, невелика довжина ключа. Безпека ECC, як правило, заснована на труднощі розв'язання задачі дискретного логарифмування в групі точок еліптичної кривої над кінцевим полем [4; 5].

### Еліптична криптографія

На сьогодні еліптичні криві застосовують для реалізації різноманітних класів криптосистем: симетричних, асиметричних, електронних цифрових підписів і генераторів

псевдовипадкових чисел. Більшість криптосистем можна «перекласти» на еліптичні криві [1; 2]:

- Алгоритм цифрового підпису на основі еліптичних кривих.
- Схема відкритого розподілу ключів Діффі-Хеллмана над групою точок еліптичної кривої.
- Криптосистема Ель-Гамалія над групою точок еліптичної кривої та інші.

Еліптичною кривою  $E_p$  над кінцевим полем  $p$  називається множина точок, координати яких належать полю і задовольняють кубічне рівняння [1]:

$$y^2 + axy + by = x^3 + cx^2 + dx + e \pmod{p} \quad (1)$$

або

$$y^2 = x^3 + ax + b \pmod{p} \quad (2)$$

де  $a, b, c, d, e$  є дійсними числами, що задовольняють деяким простим умовам,  $x, y$  – координати точок.

Для використання еліптичної криптографії необхідно задати набір параметрів, що визначають еліптичну криву, тобто набір параметрів криптографічного протоколу. Існує кілька рекомендованих наборів параметрів: NIST, SECG. При знаходженні кривої для заданого набору параметрів використовуються два методи: вибрати випадкову криву, потім скористатися алгоритмом підрахунку точок; вибрати точки, після чого побудувати криву по цим точкам, використовуючи техніку множення [3; 4].

Необхідні параметри для системи Ель-Гамалія:  $P$  – опорна точка, на основі якої будуть генеруватись символи алфавіту та відкриті ключі користувачів;  $a, a_b$  – закриті (секретні) ключі користувачів А та Б;  $Q_a, Q_b$  – відкриті ключі користувачів;  $a, b, p$  – параметри кривої, де  $a, b$  – цілі випадкові великі числа,  $p$  – велике просте число;  $k$  – ціле випадкове число;  $n$  – ціле число.

Кожен символ алфавіту потрібно відобразити у вигляді точки, яка належить еліптичній кривій. Зазвичай, це представляється у вигляді  $T_n(x_n, y_n)$ , де  $T_n$  – точка, яка відповідає за  $n$ -й символ алфавіту, попередньо узгодженого користувачами криптосистеми,  $x_n, y_n$  – координати даної точки, де  $x_n - y_n = n$ , тобто різниця між координатами точки, яка відповідає порядковому номеру  $n$ -го символу алфавіту.

Для прикладу, нехай користувач А та Б узгодили алфавіт вигляду «*abcdefghijklmnopqrstvwxyz*». Отже, маємо набір точок, вигляду:  $T_1(56,55) = \langle a \rangle$ ,  $T_2(78,76) = \langle b \rangle$ ,  $T_3(103,100) = \langle c \rangle$ , і т.д.

У цьому методі є суттєвий недолік – достатньо великі затрати часу на генерування точок, які відповідають символам алфавіту. Це відбувається через те, що при будь яких параметрах кривої  $a, b, p$  не завжди буде існувати точка  $T_n(x_n, y_n)$ , де  $x_n - y_n = n$ .

Для вирішення цієї проблеми є декілька методів:

1. Збільшити діапазон кривої (максимальне число координат  $(x, y)$ ), відповідно збільшити кількість точок даної кривої для пошуку необхідної точки  $T_n(x_n, y_n)$ , що приведе до додаткових витрат обчислювального часу системи.

2. При заданому діапазоні кривої за відсутності потрібної точки  $T_n(x_n, y_n)$  шукати наступну точку  $T_{n+1}(x_{n+1}, y_{n+1})$ . У цього методу є також недоліки: якщо не буде знайдена точка  $T_{n+1}(x_{n+1}, y_{n+1})$ , то далі знаходимо наступну точку  $T_{n+2}(x_{n+2}, y_{n+2})$  і так далі, доки не буде знайдена потрібна точка. При цьому потрібно штучно збільшувати алфавіт, додаючи у

нього додаткові символи. Наприклад, якщо у нас є алфавіт вигляду «*abcdefghijklmnopqrstuvwxyz*», то при даному підході алфавіт може набутися вигляду:

«*abc!!!def!g!!hi!!!!jk!!!!mn!o!!pqr!!!!s!tu!!v!!!w!!!x!!!y!!!!z*»,

де «!» - знак, який ігноруватиметься. Тобто, в результаті даного підходу алфавіт може значно збільшитися та збільшиться час для його складання.

3. Використовувати певні готові параметри кривої, яка буде забезпечувати однозначний набір точок  $T_n(x_n, y_n)$ ,  $T_{n+1}(x_{n+1}, y_{n+1})$ ,  $T_{n+2}(x_{n+2}, y_{n+2})$ ..., які відповідатимуть алфавіту «*abcdefghijklmnopqrstuvwxyz*». Недоліком є те, що не у всіх учасників криптосистеми уніфікований алфавіт. Так, латинські літери використовуються майже всюди, але це може привести до ентропії. Наприклад, угорська, чеська та польська мови використовують розширений латинський алфавіт, українська, російська та білоруська мови можуть втратити частину інформації при транслітерації.

Будь-який із вище вказаних підходів збільшує час розробки або використання криптосистеми. Нами запропоновано новий метод переведення алфавіту у набір точок кривої за допомогою опорної точки  $P$ . На основі цієї точки генеруються точки, які відповідають символам алфавіту.

#### Генерування точок

Нехай існує точка  $P(x, y)$ , яка належить еліптичній кривій. Ця точка передається користувачами по відкритому каналу.

Нехай точка  $T_1(x_1, y_1)$ , яка відповідає першому символу алфавіту утворюється за формулою (3).

$$T_1(x_1, y_1) = P \cdot n, \quad (3)$$

де

$n$  – ціле початкове число, яке узгоджується між користувачами ( $n \neq 1$ ).

Ідея даного підходу полягає в тому, що для генерування набору точок, які відповідатимуть символам алфавіту ми використовуємо опорну точку  $P$ , тоді за формулою (4) символи алфавіту однозначно ідентифікуватимуться:

$$T_{n-1}(x_n, y_n) = P \cdot n. \quad (4)$$

Наприклад, нехай  $n=2$ , тоді  $T_1(x_1, y_1) = P \cdot 2$  – відповідає символу «*a*»;  $T_2(x_2, y_2) = P \cdot 3$  – відповідає символу «*b*» і т.д.

У цьому випадку питання підбору алфавіту зводиться до підбору точки  $P$  та числа  $n$ , що значно зекономить час користувача, адже не буде абсолютно ніякої прив'язки до параметрів кривої. Користувач просто обере одну з запропонованих точок, які належать кривій та зробить її опорною точкою  $P$ .

#### Алгоритм шифрування з використанням еліптичних кривих за схемою Ель-Гамала

1. Вибір алфавіту – обирається набір символів алфавіту.
2. Вибір параметрів кривої –  $a, b, p$ .
3. Вибір точки  $P$  – обирається «опорна» точка, яка належить кривій з заданими параметрами.
4. На основі точки  $P$  формується набір точок, який відповідає заданому алфавіту за формулою (4).
5. На основі точки  $P$  користувачі криптосистеми А та Б формують свої закриті ключі  $a_a, a_b$  та генерують на їх основі відкриті ключі  $Q_a$  та  $Q_b$ , якими обмінюються.

6. Здійснюється шифрування інформації користувачем А за формулою  $R = M + kQ_b$ , де  $M$  – відкритий текст,  $k$  – натуральне випадкове число.

7. Користувач А передає зашифровану інформацію Б у вигляді пари точок  $(kP, R)$ , де  $kP = k \cdot P$ .

8. Користувач Б розшифрує інформацію за формулою  $M = R - a_b kP$ .

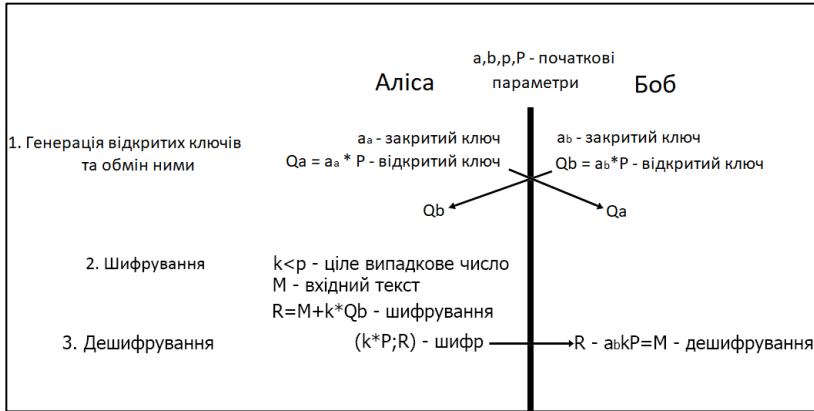


Рисунок 1 – Схема шифрування/дешифрування

### ВИСНОВКИ

Розроблено та реалізовано асиметричний алгоритм шифрування інформації на основі еліптичних кривих, за допомогою якого генеруються відкриті ключі та здійснюється шифрування і дешифрування інформації. Запропоновано новий метод переведу алфавіту у набір точок еліптичної кривої за допомогою опорної точки  $P$ , що значно спрощує процедуру вибору точок та збільшує швидкість шифрування.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямку є використання існуючого алгоритму генерування точок для розробки алгоритму хешування інформації на еліптичних кривих.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Болотов А. А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Протоколы криптографии на эллиптических кривых / А. А. Болотов, С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. – М.: КомКнига, 2006. – 280 с.
2. Коссаж О. Криптування з використанням еліптичної кривої / О. Коссаж, Я. Холявка – Вісн. Львів. ун-ту. Сер. прикл. матем. та інф. – 2014. – Вип. 21. – С. 110-117.
3. Кочубінський А. Алгоритм асиметричного шифрування, заснований на еліптичних кривих / Анатолій Кочубінський, Володимир Синявський, Олександр Шаталов // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні: науково-технічний збірник. – 2014. – Вип. 2(28). – С. 42-47.

4. Пастухов Д.Ф. Шифрование данных на базе эллиптических кривых / Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов, П.Р. Синица – Новополоцк, ПГУ. – 2016. 72 с.
5. Швець В. Використання відбитка пальця для криптосистем на еліптичних кривих / Валеріян Швець, Віолета Шестакова – Науково-практичний журнал «Безпека інформації» – 2012. – № 1. С.64-67.



УДК 625

Дусмагамбетова Ләззат Қайратқызы  
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева  
(Нур-Султан, Казахстан)

### УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПЕСКОВ

**Аннотация.** В настоящее время динамическая устойчивость песков связана с бурным ростом городов и строительством производственных объектов в относительно спокойных и сейсмически активных районах, а также в водных (морских) водоемах при несистематических и волновых нагрузках. Получение новых данных о закономерностях, наблюдаемых в динамических воздействиях водонасыщенных песков, и исследовательских факторах, влияющих на их динамическую устойчивость, по-прежнему актуально для инженерной геологии и строительства. В данной статье рассматривается оценка динамической устойчивости с точки зрения концепции критической пористости и применения базового подхода.

**Ключевые слова:** динамическая устойчивость, пористость, деформация, песчаная почва, давление, нагрузка, трехосное сжатие, амплитуда, разжижение песка.

Дусмагамбетова Ләззат Қайратқызы  
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті  
(Нұр-Сұлтан, Қазақстан)

### СУМЕН ҚАНЫҚҚАН ҚҰМДАРДЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ

**Аннотация.** Қазіргі таңда құмдардың динамикалық тұрақтылығы қалалардың қарқынды өсуімен және салыстырмалы түрде тыныш және сейсмикалық белсенді аймақтарда, сондай-ақ жүйесіз және толқындық жүктемелер жағдайындағы су (теңіз) айдындарында өндірістік орындарының салынуымен байланысты. Сумен қаныққан құмдардың динамикалық әсері кезінде байқалатын заңдылықтары мен олардың динамикалық тұрақтылығына ықпал жасайтын зерттеу факторлары туралы жаңа нәтижелер алу инженерлік геология мен құрылыс саласы үшін әлі де өзекті мәселе болып саналады. Аталмыш мақалада динамикалық тұрақтықты сыни кеуектілік тұжырымдамасы тұрғысынан бағалау және негізгі тәсілді қолдану қарастырылады.

**Кілт сөздер:** динамикалық тұрақтылық, кеуектілік, деформация, құмды топырақ, қысым, жүктеме, үшестік қысу, амплитуда, құмды сұйылту.

Dusmagambetova Lazzat  
L.N. Gumilyov Eurasian National University  
(Nur-Sultan, Kazakhstan)

### RESILIENCE OF WATER-SATURATED SANDS

**Abstract.** At present, the dynamic stability of sands is associated with the rapid growth of cities and the construction of industrial facilities in relatively calm and seismically active regions, as well as in water (sea) reservoirs under non-systematic and wave loads.

*Obtaining new data on the patterns observed in the dynamic effects of water-saturated sands, and research factors affecting their dynamic stability, is still relevant for engineering geology and construction. This article discusses the assessment of dynamic stability from the point of view of the concept of critical porosity and the application of the basic approach.*

**Keywords:** dynamic stability, porosity, deformation, sandy soil, pressure, load, triple compression, amplitude, sand thinning

**Кіріспе.** Топырақты тығыздау – бұл топырақ құрылымдарындағы іргетастардың физикалық-механикалық қасиеттерін жақсартудың тиімді әдісі.

Бұл іргетастың көтергіштік қабілетін едәуір арттыруға мүмкіндік береді, сондықтан ғимараттар мен имараттардан оның аудан бірлігіне берілетін жүктемені едәуір арттыруға, топырақ құрылымдарының беткейлерінің тұрақтылығы мен тіктігін арттыруға, ішіндегі сүзілуді азайтуға мүмкіндік береді. Бүкіл құрылым және оның жекелеген элементтері арқылы динамикалық (сейсмикалық, толқындық, фильтрлеу және т.б.) жүктемелер әсерінен топырақ құрылымының тұрақтылығын қамтамасыз ету, материалдарды сақтау кезінде алынған құрылымдардың көлемін ұлғайту және т.б. және құрылымдардың тиімділігі. Тығыздалуға барлық топырақ түрлері мен негіз болатын материалдар, сонымен қатар күлді топырақтар, қатты бетон қоспалары және т.б заттар икемді бола алады.

Динамикалық тығыздалуға ұшыраған топырақтардың ішінде басты рөл ажыратылған және әлсіз байланысқан топырақтарға жатады, өйткені олардың статикалық жүктемесі тиімсіз [1].

### **Сумен қаныққан құмның динамикалық тұрақтылығына сипаттама**

Суға қаныққан құмдардың динамикалық тұрақтылығы көбінесе әсер етуші жүктеме циклінің асимметриясымен анықталады (оның циклдегі бастапқы қысу кернеулеріне қатысты төмендеуін сипаттайды), пайда болатын ығысу кернеулерінің белгісінің өзгеруін бақылайды. Сонымен бірге, осы жүктеме параметрінің критикалық мәні бар, оның астында тесік қысымының жоғарылауы аясында деформацияның үдемелі жинақталуы байқалады. Осы шамадан жоғары деформациялардың жинақталуы кеуектің қысымының төмендеуімен ыдырайды [2].

Әр түрлі эксперименттік жұмыстар мен ғылыми жұмыстардың нәтижелері бойынша әлсіз дөңгелектенген және өрескел бөлшектерден тұратын ірі құмдар үлкен динамикалық тұрақтылықпен сипатталады деуге болады. Көптеген зерттеушілер ұсақ бөлшектер құмдардың динамикалық тұрақтылығын арттырады деп санайды. Сонымен қатар зерттеудің қарама-қарсы нәтижелері де бар – тіпті сазды және сазды бөлшектердің аз мөлшері (бірінші пайыз) құмдардың ығысуға төзімділігін айтарлықтай төмендетеді. Динамикалық жүктеме кезінде құмдардың жүруіне жер үсті қабықшаларының әсері туралы мәселе әлі күнге дейін аз зерттелген. Құрылым сипаттамаларының және құмдардың күйзеліс күйінің олардың динамикалық әсер ету кезінде олардың жүріс-тұрысына әсері де біркелкі зерттелмеген [3].

Сынақ нәтижелері судың қаныққан құмдарының тығыздық дәрежесінің жоғарылауымен олардың динамикалық тұрақтылығының артуының заңдылығын растады. Бұл әсер бөлшектер арасындағы байланыстардың жалпы аумағының ұлғаюына және оларда пайда болатын кернеулердің төмендеуіне байланысты.

Басты кернеулердің бастапқы арақатынасының құмдардың динамикалық тұрақтылығына әсері бір мәнді емес және аз зерттелген. Бұл коэффициент топырақтың қалған бөлігіндегі бүйірлік қысым коэффициентін имитациялайды -  $K_0$ .  $K_0$ -дің 0,4-тен 1,2-ге дейінгі артуымен құмдардың динамикалық тұрақтылығы тұтасымен өсетіні анықталды, бірақ ең айқын әсер бүйірлік қысым коэффициентінің 0,7-ден 1,2-ге дейін өзгеруі болып табылады [4]. Сонымен қатар, әртүрлі мөлшердегі құмдар үшін бұл тәуелділік сәл өзгеше сипатқа ие.

Суға қаныққан құмдардың динамикалық тұрақтылығының жүктеме қолдану жылдамдығына тәуелділігі, ол тұрақты кернеу амплитудасында жүктеме жиілігімен анықталады. Осылайша, динамикалық әсер ету жиілігінің 0,004-тен 0,04 Гц-ке дейін ұлғаюы әр түрлі көлемдегі құмдардың динамикалық тұрақтылығының айқын жоғарылауына әкеледі, бұл жиіліктің одан әрі ұлғаюымен іс жүзінде тұрақты болып қалады (0,33 Гц-қа дейін) [5]. Әсер етудің өте төмен жиіліктерінде (Гц-тың мыңдықтары мен жүздіктері), бірақ бірдей жүктеме деңгейінде құмдардың салыстырмалы түрде жоғары деформациялануы әр циклдегі максималды кернеулердің неғұрлым ұзақ әсер етуімен түсіндіріледі.

Кернеулердің өзгеру амплитудасының жоғарылауы ( $\sigma_a$ ) динамикалық тұрақтылықтың төмендеуіне және әртүрлі мөлшердегі және тығыздықтағы құмдардың деформация жылдамдығының жоғарылауына әкеледі. Біздің нәтижелерімізді талдау көрсеткендей, бұл тәуелділікті кез-келген құм үшін байланыстың жоғары тығыздығымен сандық сипаттауға болады. Алайда,  $\sigma_a$  мәндерінің екі принципті әр түрлі диапазоны бар, оларда осы тәуелділіктің түрі сызықтықтан экспоненциалдыға өзгереді. Күйзелістердің өзгеру амплитудасының шекаралық мәндері, онда тәуелділік түрінің өзгеруі жүреді, құмдардың мөлшері мен тығыздығымен бақыланады [6].

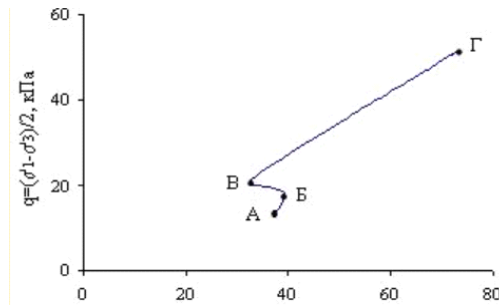
Осыған қарамастан, кез-келген сусымалы тығыздықтағы сумен қаныққан құмдардың динамикалық тұрақтылығында шешуші рөл жүктеме циклындағы салыстырмалы күйзеліс тамшыларына жатады, оны сандық түрде Е.А.Вознесенский ұсынған цикл асимметриясының төмендетілген коэффициентімен сипаттауға болады (2000):

$$p_c = \frac{\sigma'_{1min} - \sigma'_{3c}}{\sigma'_{1max} - \sigma'_{3c}} \quad (1)$$

мұндағы  $\sigma'_{1min}$  және  $\sigma'_{1max}$  - циклдегі минималды және максималды осьтік кернеулер, тиімді мәндермен көрсетілген (кПа);  $\sigma'_{3c}$  - жанама сығымдау тиімді кернеуі (кПа). Берілген бүйірлік қысым коэффициенті үшін кернеудің төмендеу шамасы ығысу кернеулерінің белгісін өзгерту мүмкіндігін анықтайды, яғни. олардың бағытының инверсиясы, бұл құмдардың деформациясын едәуір жеңілдетеді. Бұл өзгеріс циклдегі вертикаль кернеу бүйірлік кернеуден кем болған сайын болады. Біздің тәжірибелерімізде циклдің әр түрлі асимметриялы жүктемесі үлгіні алдын-ала консолидациясы тұрақты жанама бойынша аяқталғаннан кейін осьтік кернеуді өзгерту арқылы қойылды [7]. Амплитудасы тұрақты болды, ал осьтік деформациясы динамикалық тұрақтылық параметрі ретінде қолданылды.

**Сыни кеуектілік және оны эксперименттік жолмен анықтау**

Бұл мақалада сусыз қаныққан құмдардың сыни кеуектілігін эксперименталды түрде анықтаудың жаңа әдістемесі ұсынылған. Оны әр түрлі көлемдегі құмдарда сынап көрді, олардың әрқайсысы үшін әр экспериментте бірдей параметрлермен монотоникалық консолидацияланған-дренаждалмаған триаксиалды сығымдау режимінде әр түрлі тығыздықтағы суға қаныққан сынамалардың 10-15 сынамасының сериясы жүргізілді. Тиімді кернеулердің алынған траекторияларына тән иілімдерден деформацияның үш кезеңі ажыратылады (1-сурет) [8]:



Сур.1 – Тиімді кернеу траекториясы

- 1) су мен онтогенезді серпімді қысу, деформациялар 0,1% -дан аспайды (АВ бөлімі);
  - 2) қосылу ығысу аймақтарының пайда болуына әкелетін шағын ығысудың жергілікті аймақтарын қалыптастыру (ВВ бөлімі). Бұл жағдайда деформациялар, құмның бастапқы тығыздығына байланысты, бірінші пайызға жетуі мүмкін;
  - 3) қалыптасқан ығысу аймақтары шегінде құмның одан әрі деформациясы.
- Сыртқы әсерге құм реакциясы типі деформацияның екінші кезеңіндегі тесік қысымының және орташа тиімді кернеулердің өзгеруінен көрінеді, ал тиімді кернеулердегі өсу белгісі топырақтың тығыздалуына немесе ыдырауына бейімділігін көрсетеді [9].

Әрбір тәжірибе үшін тиімді кернеудің өсуі екінші кезеңде анықталады. Бастапқы кеуектілік коэффициентіне байланысты осы өсінділердің шашырау сызбаларын талдау тиімді кернеулердің нөлдік өзгерісі жағдайында соңғысының критикалық мәнін алуға мүмкіндік береді. Алынған құмдардың сыни кеуектілігінің алынған мәндері 1-кестеде келтірілген.

1-кесте

Зерттелген құмдардың сыни кеуектілік коэффициентінің тәжірибе жүзінде алынған мәндері

Құм үлгісі	ГОСТ 25100-95 бойынша атауы	$e_{кр}$	$p_{кр}$	$d_{10}$
1	Шаңды құм	0.52	34	0.01
2		0.68	40	0.05
3		0.78	44	0.03

5	Майда құм	0.74	43	0.12
6		0.79	44	0.11
8	Орташа мөлшердегі құм	0.67	40	0.12
9		0.66	40	0.12
10		0.58	37	0.19

Зерттелген үлгі шеңберінде сыни кеуектіліктің максималды мәндері ұсақ құмдар үшін алынды ( $\varepsilon_{кр} = 0,74-0,79$ ), аралық - сазды үшін ( $\varepsilon_{кр} = 0,52-0,78$ ) және минимум - орташа мөлшердегі құмдар үшін ( $\varepsilon_{кр} = 0,58-0,67$ ). Сонымен бірге  $d_{10}$  параметрінің төмендеуімен әр түрлі көлемдегі құмдардың сыни кеуектілігі сызықтық түрде жоғарылайды [10]. Сыну кеуектілігі қысу кернеулерінің төмендеуімен де жоғарылайды.

Құмдардың сыни кеуектілігі олардың дисперсиясына, бөлшектер морфологиясына және сыртқы жүктемесіне байланысты екендігі анықталды, бұл басқа авторлардың нәтижелерімен сәйкес келеді.

**Қорытынды.** Жоғарыда айтылған теориялық бөлім мен әдістемелік тәжірибені қорытындылай келер болсам, бірінші рет жүргізілген есептеулер әр түрлі көлемдегі құмдардың қосылу тығыздығының бөлшектер аралық түйісу кернеулерінің мәніне айтарлықтай әсерін көрсеткенін байқауға болады. Бұл өз кезегінде құмдардың жеке құрылымдық ерекшеліктерінің динамикалық тұрақтылығы үшін салыстырмалы маңыздылығын сандық түрде бағалау жүргізуге (сазды-сазды бөлшектердің мөлшері, беткі қабықшалардың болуы және т.б.) мүмкіндік берді.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герсеванов, Н.М. Основы динамики грунтовой массы/ Н.М. Герсеванов.- М.: ГОНТИ, 1937. – 242 с.
2. Цытович, Н.А. Механика грунтов/ Н.А. Цытович. – М.: Госстройиздат, 1963 – 636 с.
3. Флорин, В.А. Основы механики грунтов: в 2 т./ В.А. Флорин. – Л.; М.: Госстройиздат, 1959 – 1961. – Т.1 – 357 с.; Т.2 – 543 с.
4. Терцаги, К. Механика грунтов в инженерной практике/ К. Терцаги, Р.Б. Пек; [пер. с англ. А.В. Сулима-Самуйло]; под ред. М.Н. Гольдштейна – М., 1958– 607 с.
5. Малышев, М.В. Прочность грунтов и устойчивость оснований сооружений/ М.В. Малышев. – М.: Стройиздат, 1980. – 136 с.
6. Приклонский В.А. Грунтоведение (часть 1). М.: Гос. Издательство геологической литературы. 1949. с. 409.
7. Радина В.В. Критическая пористость песка и методы ее определения на сдвижных приборах. Вопросы геотехники. Сборник 1. Госстройиздат, М., 1953, с. 59-79.
8. Рубинштейн А.Л. Грунтоведение, основания и фундаменты. М., Сельхозгиз, 1961, 312 с.
9. Савинов О.А. Об экспериментальном исследовании свойств насыпных грунтов как оснований фундаментов под машины. Труды НИИОСП. №1. Мостройиздат, 1949.
10. Сидоров Н.Н. Определение критической пористости песков. Госэнергоиздат. Гидротехническое строительство, №11. 1949. с. 21-23.

УДК 629.018

**Забиева Алия Батырбековна, Шонтаев Джаманбай Салыкович**  
**Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина**  
**(Нур-султан, Казахстан),**  
**Тойлыбаев асылбек Ермаханович**  
**Академия логистики и транспорта**  
**(Алматы, Казахстан)**

### **ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНОГО ПРОЦЕССА В САМОХОДНЫХ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЯХ (СБС)**

**Аннотация.** При проектировании механической части самоходного бетоносмесителя, в том числе и вращающегося смесителя, которые подвергаются ударному воздействию, прочность их определяется по реакции на удар. Данная характеристика определяется либо смещением смесителя относительно шасси, либо величиной динамических нагрузок, воспринимаемых механической системы ABS, а также смесителя можно определить по временной зависимости параметров удара известными расчетными методами.

Следует отметить, что используя методы преобразования результатов измерений характеристик удара, можно найти непосредственную связь между ударом и реакцией конструкций самоходного бетоносмесителя и смесителя.

**Ключевые слова:** Исследования, ударные нагрузки, самоходный бетоносмеситель, механическая часть, прочность, колебания, конструкция

*Zabieva Aliya Batyrbekovna, Shontaev Dzhamanbai Salycovich*  
*Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin*  
*(Nur-Sultan, Kazakhstan),*  
*Toilybaev Asilbek Ermahanovich*  
*Academy of logistic and transport,*  
*(Almaty, Kazakhstan)*

### **RESEARCH OF THE IMPACT PROCESS IN SELF-PROPELLED CONCRETE MIXERS (SPCM)**

**Abstract.** When designing the mechanical part of a self-propelled concrete mixer, including a rotating mixer, which are subjected to impact, their strength is determined by the reaction to the impact. This characteristic is determined either by the displacement of the mixer relative to the chassis, or by the amount of dynamic loads perceived by the mechanical ABS system, and the mixer can also be determined by the time dependence of the impact parameters by known computational methods.

It should be noted that using methods for converting the results of measurements of impact characteristics, it is possible to find a direct relationship between the impact and the reaction of the structures of a self-propelled concrete mixer and mixer.

**Keywords:** Research, shock loads, self-propelled concrete mixer, mechanical part, strength, vibrations, construction

В противоположность колебаниям механический удар СБС об единичное препятствие имеет относительно короткую продолжительность и либо резко заканчивается, либо быстро потухает. Его наиболее существенное представление без помощи комплексной частоты следует истолковать как крайний случай установившихся периодических колебаний описываемых уравнением (1).

$$a = \sum A_a \cos(\omega_a t - \hat{\theta}_a) = \operatorname{Re} \sum A_a e^{j(\omega_a t - \hat{\theta}_a)} = \sum A_a \sin(\omega_a t - \theta_a) = \operatorname{Im} \sum A_a e^{j(\omega_a t - \theta_a)} \quad (1)$$

$\alpha$ -угловая частота, рад/с;  $f_a$ - соответствующая частота, Гц, отношение Эйлера имеет вид:

$$e^{j(\omega_a t - \hat{\theta}_a)} = \cos(\omega_a t - \hat{\theta}_a) + j \sin(\omega_a t - \hat{\theta}_a) \quad (2)$$

или

$$e^{j(\omega_a t - \hat{\theta}_a)} = \cos(\omega_a t - \theta_a) + j \sin(\omega_a t - \theta_a) \quad (3)$$

Если все  $f_a$  являются гармоническими составляющими (т.е. кратное какой то основной частоте), результирующая форма волны повторяется все время.

Уравнение (3) и (4) выражают комплексную функцию времени вращающегося в комплексной плоскости единичного вектора, направление вращения против часовой стрелки.

Комплексная экспоненциальная функция используется для теоретических анализов вместо проще и введение комплексных чисел дает простой способ выражения изменения фаз и амплитуды колебания на процессе решения.

Заменяя в выражении (1) суммирование непрерывным интегрированием по всему диапазону частоты

$$a(t) = 2\operatorname{Re} \int_0^\infty P(f) e^{j2\pi f t} df = \int_{-\infty}^\infty P(f) e^{j2\pi f t} df, \quad (4)$$

где спектр Фурье или преобразование Фурье

$$P(f) = \int_{-\infty}^\infty P(f) e^{j2\pi f t} dt \quad (5)$$

Является комплексной функцией частоты, включающей фазовый угол  $\hat{\theta}(f)$ . Комплексную показательную функцию в подынтегральном выражении уравнения (4.70) необходимо рассматривать как математическую пробу, введенную при исследовании для обозначения необходимой частоты.

Если  $f$  является подвижностью переноса механической системы из точки возбуждения к интересующей нас точке, то характерно следует представлять в следующем виде

$$a_a(t) = 2\operatorname{Re} \int_{-\infty}^\infty P(f) e^{j2\pi f t} dt \quad (6)$$

где  $Pa(f) = Y(f)P(f)$

Следует отметить, что основная методика вычисления реакции на удар, очень близкая к методике расчета периодических колебаний, состоит в переходе от временной области к частотной с последующим обратным преобразованием во временную область. Следовательно, величину  $[P(f)]$  преобразования Фурье необходимо принимать за критерий опасности периодических колебаний (2).

Вычисления производится в комплексных числах, которые по необходимости переводятся в действительные.

Более совершенным подходом рассмотрения теории удара АБС об единичное препятствие является такой подход, когда интегрирование выражения ограничивается положительным временем,  $a_j\omega$  заменяется на  $a_i$ , что позволяет иметь действительную часть, выражающую скорость затухания, для получения преобразования Лапласа:

$$L(i0 = \int_0^{\infty} a(t)e^{-it} dt \quad (7)$$

Ограничение области интегрирования эквивалентно допущению при котором ударное ускорение равно нулю в случае отрицательного времени для доказательства общих теорем.

Линейная пассивная демпфированная механическая система СБС проявляет определенные переходные процессы с определенными частотами и скоростями затухания после возбуждения. Преобразование Лапласа реакции механической системы СБС повышается беспредельно, когда  $a_i$  приближается к комплексной частоте, включая скорость затухания и угловую скорость затухания и угловую, любого их этих переходных процессов. Таким образом, необходимо описывать механическую систему СБС посредством ее переходной характеристики как переменную при установившейся характеристике.

Контрольные системы, такие как системы активной амортизации, могут на первом испытании проявлять экспоненциально повышающийся (вплоть до пределов линейности) на одной или более комплексных частотах. Следовательно, преобразование Лапласа является базой для теории устойчивости контрольной системы. Однако в ударной и вибрационной технике системы амортизации используются только при необходимости, потому что они расходуют мощность, стоят дорого и для удовлетворительной работы их нужно приспособлять с помощью относительно сложных технических способов. Следовательно, теория удара ограничивается, в основном, эффектами возбуждения пассивных систем (3).

Различные формы ударного спектра следует определять по-разному, то как типичные характеристики механического оборудования СБС, то как косвенное описание возбуждения. Ударный спектр в механической системе СБС следует различать как недемпфированный или демпфированный в зависимости от величины демпфирования, допускаемого в резонаторе, и как положительный, отрицательный или смешанный в зависимости от направления, в котором определяется максимальная характеристика. Ударный спектр может быть первоначальным (ложно капсущийся значительным), остаточным и максимальным в зависимости от периода времени, в которые отличается максимальная характеристика (во время импульса, после него или он неограничен). Недемпфированный остаточный ударный спектр, который является идентичным для положительного и отрицательного напряжений, связан с величиной преобразования Фурье при той же частоте через

$$A_p = 2\pi f[P(f)], \quad (8)$$

так, что его можно считать основной мерой возбуждения даже сложных механических систем.

Ударный спектр следует относить к максимальному ускорению, но недемпфированный остаточный ударный спектр превращается в перемещение путем деления на  $\omega^2 = 4\pi^2 \cdot f^2$ . На низких частотах, где перемещение более значительно, это



можно выполнить при помощи наклонных линий координатной сетки на спектральном графике.

Конечная пилообразная максимальная форма колебаний которая наблюдается при относительной плавности ее спектров, является средством достижения заданного минимального ударного спектра [2].

В противоположности преобразованию Фурье недемпфированный остаточный ударный спектр не содержит сведений о фазе.

Аналогично удару, случайные колебания следует рассматривать как предельный случай выражения (1) с бесконечным количеством малых синусоид в случайных зависимостях в частотной области. Или множества бесконечно малых ударов, происходящих произвольно во временной области. Их можно предсказать и кратко описать только статистически. Тем не менее любая из этих точек зрения приводит к одному и тому же основному описанию и дает одинаковый критерий опасности. Первая точка зрения приводит к менее абстрактной разработке концепций о спектре, тогда как вторая, вероятно, ближе практическим источникам случайных колебаний или случайных временных функций вообще.

Всякую выборку ограниченной продолжительности случайных колебаний необходимо аппроксимировать а пределах ее продолжительности с помощью уравнения (1) ограниченным числом синусоид.

Термин "чистое случайное колебание" следует относить к спектральной функции, постоянной по величине в пределах значительной частотной области, и обозначает спектральную функцию ускорения, силы или любой другой подходящей случайной переменной величины. Для перехода от ускорения к перемещению к плотности спектральной функции необходимо разделить ее на  $\omega^4 = 16\pi^4 \cdot f^4$ . точнее необходимо определить выборку плотности спектральной функции на частоте  $f$  для выборки продолжительностью  $T$ , наблюдаемой по полосе частот  $B$  с центром в  $f$ , то есть

$$\omega_e(f, B, T) = \left(\frac{1}{2}B\right) \sum_B A_a^2 \quad (9)$$

Плотность спектральной функции для случайных колебаний, сохраняющаяся в течение всего времени, определим из следующего выражения:

$$\omega(f) = \lim_{\substack{T \rightarrow \infty \\ B \rightarrow 0}} \omega_e(f, B, T) \quad (10)$$

При условии, что  $T$ увеличивается быстрее, чем уменьшается  $B$ . Таким образом, число спектральных линий в пределах  $B$  увеличивается бесконечно, а  $\omega(f)$ остается непрерывной функцией частоты.

Для установившихся случайных колебаний  $\omega(f)$ является средней величиной, относительно которой оценка изменяется.

Для любых фиксированных  $T$  и  $B$  стандартное отклонение  $\omega_k(f, B, T)$ , деленное на  $\omega(f)$ , определяем следующим образом

$$\Delta = \frac{1}{\sqrt{BT}} \quad (11)$$

Находясь отчасти в зависимости от особенности кривой избирательности и способы усреднения времени [1÷5]. Любая оценка  $\omega(f)$ , выполненная на основе ограниченной выборке, особенно при низких частотах является компромиссом между разрешающей способностью (малое  $B$ ) и статистическим значением.

Если комплексная придаточная способность или подвижность переноса линейной механической системы есть  $y(f)$ , то характеристика спектральной функции, соответствующая возбуждению  $\omega(f)$ , выражается в следующем виде

$$\omega_a(f) = |y|^2 \omega(f) \tag{12}$$

и полное среднеквадратичное ускорение можем получить путем его интегрирования и определения значения квадратного корня. Поэтому любой расчет реакции линейной механической системы АБС на случайные возбуждения включает те же данные о системе АБС, что и периодическое колебание и удар, но данные о величине передаточной способности используются несколько иначе.

При рассмотрении выборки случайных колебаний механической системы АБС как суммы ударов следует использовать преобразование Фурье, которое дает другое определение для оценки спектральной функции

$$\omega_a(f, B, T) = \left(\frac{2}{BT}\right) \int_B^A |P(f)|^2 df, \tag{13}$$

где  $P(f)$  - преобразование  $t$ Фурье, включающее [1, 3] усреднение квадрата величины в пределах полосы частот  $B$ .

Следует отметить, что выражение (13) согласуется с выражение (10), и позволяет получить аналогичные результаты (малое  $B$ ) со статистическими данными для любой выборки ограниченной продолжительностью. Зависимости фазы для любой выборки ограниченной продолжительностью. Зависимости фазы от частоты в общем случае не имеют значения для случайных колебаний.

При проектировании механической части СБС, в том числе и вращающегося смесителя, которые подвергаются ударному воздействию, прочность их определяется по реакции на удар. Данная характеристика определяется либо смещением смесителя относительно шасси, либо величиной динамических нагрузок, воспринимаемых механической системы АБС, а также смесителя можно определить по временной зависимости параметров удара известными расчетными методами.

Следует отметить, что используя методы преобразования результатов измерений характеристик удара, можно найти непосредственную связь между ударом и реакцией конструкций СБС и смесителя (3).

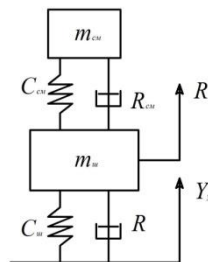


Рис.1 - Расчетная схема механической системы АБС при ударе  
 Fig. 1 - Design scheme of the mechanical ABS system at impact

Для разработки расчетной схемы представим механическую систему СБС в виде упрощенной модели. Расчетная схема механической системы СБС приведена на рисунке 1, которая состоит из вращающегося смесителя (верхняя масса  $m_{CM}$ ), опирающегося на шасси СБС (нижнюю массу  $m_{Ш}$ ). в зависимости от назначения исследования определенные характеристики реакции модели должны быть известны: при расчете смесителя – для этого необходимо знать закон движения шасси; движение шасси является возбуждением для смесителя: при расчете шасси – для этого необходимо знать ее смещения. Каждая масса, то есть  $m_{\tilde{n}i}$  и  $m_{Ш}$ , со сосредоточенными параметрами имеет одну степень свободы, причем масса  $m_{\tilde{n}i}$  меньше, чем масса  $m_{Ш}$ . Следовательно, на движение массы шасси АБС смесителя влияет мало. Ударное движение массы шасси представляет собой входное ударное движение по отношению к смесителю. Выбирая необходимый метод обработки данных, информацию о реакции механической системы СБС на удар, нужную для расчета элементов СБС, получаем на основе изменения параметров движения механической системы СБС во времени (4).

Приведение данных в виде реакции механической системы СБС смесителя.

Конструкция значения реакции необходимо использовать для исследования некоторых свойств удара посредством анализа свойств механической системы СБС и смесителя. Затем увяжем значения максимальных реакций с этими свойствами. Рассматриваемое представление удара имеет следующие различия от представления удара в виде спектра Фурье:

- спектр Фурье позволяет определить удар через амплитуды и фазовые отношения его частотных составляющих, причем спектр реакции описывает только влияние удара на конструкцию механической системы СБС и смесителя на основе максимальных величин соответствующих реакций;

- изменение во время удара нельзя определить на основе значения максимальных величин реакций механической системы СБС и смесителя, подвергаемой воздействию удара, т.е. расчет максимальных величин реакций является необратимым действием. Спектр же Фурье определяется на основе изменений во времени и наоборот.

Ограничивая анализ реакцией линейной системы СБС с сосредоточенными параметрами, имеющей одну ступень при наличии вязкого трения, далее называемой простой конструкцией смесителя (рис. 1), имеет два параметра, от которых зависит реакция: собственная частота и коэффициент демпфирования. При наличии всего двух параметров можем на основе измерения удара получить представление о максимальных реакциях многих простых конструкции. Данный процесс называется приведением данных в область реакции и применяется непосредственно к системе, которая имеет одну степень свободы; он применим до некоторой степени при совмещении собственных колебаний для определения реакции линейной системы, которая больше, чем с одной степенью свободы. Условия конкретного применения определяют величину ошибок, возникающих от совмещения [1, 2].

### **Выводы**

Установлено, что при ступенчатом или импульсном возбуждении СБС или смесителя наиболее важное значение имеет максимальная величина реакции. Два типа максимальных значений отклонений являются характерными для СБС: одним из них является результирующая амплитуда реакции- амплитуда свободных колебаний СБС

относительно конечного положения после удара об единичное препятствие  $r_R$ ; другой максимум представляет собой наибольшую величину реакции от удара  $r$ , которая имеет тот же знак, что и возбуждение. Наибольшее относительное перемещение равно амплитуде свободных колебаний, что объясняет прерывности, которые появляются в спектрах наибольших относительных реакций.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Козловский М.З. Нелинейная теория виброзащитных систем. – М.: Наука. 2009. – 318 с.
2. Фролов К.В., Фурман Ф.А. Прикладная теория виброзащитных систем. - М.: Машиностроение, 2014. – 276 с.
3. Иориш Ю.И. Виброметрия. - М.: Машиностроение, 2013, 2015. - 403 с.
4. Гайцгорин М., Малиновский Е.Ю. Исследование динамики системы «дорога – машина-человек». - М. Машиноведение, 2015. – 315 с
5. Болотин В.В. Случайные колебания упругих систем. – М.: Наука, 2014. – 335 с.
6. Вольперт Э.Г. Динамика амортизаторов с нелинейными упругими элементами. – М.: Машиностроение, 2012. - 136 с.

УДК 66.045.129.2

Климов Роман Александрович, Наумчик Валерия Олеговна  
Днепропетровский государственный технический университет  
(Каменское, Украина)

## ВЛИЯНИЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ФАКТОРОВ НА КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

**Аннотация.** В работе приведена методика определения оптимального по конструкции теплообменного аппарата для подогрева сжатого воздуха. В качестве параметра оптимизации принята суммарная длина оребренных труб. Приведенная методика может быть использована для оптимизации конструктивного исполнения любого типа теплообменных аппаратов при использовании оребренных поверхностей теплообмена.

**Ключевые слова:** подогреватель, труба, теплообмен, факторы, оптимизация.

Klimov Roman, Naumchik Valeria  
Dniprovsk State Technical University  
(Kamianske, Ukraine)

## INFLUENCE OF THE DETERMINING FACTORS ON THE DESIGN OF HEAT EXCHANGERS

**Abstract.** The paper presents a method for determining the optimal design heat exchanger for heating compressed air. The total length of the finned tubes is taken as an optimization parameter. The above technique can be used to optimize the design of any type of heat exchangers using finned heat exchange surfaces.

**Keywords:** heater, pipe, heat exchange, factors, optimization.

**Введение.** Для привода многих типов пневматического оборудования используют сжатый воздух. Компрессорные станции, подающие сжатый воздух к потребителям, являются наиболее энергоемкими в различных отраслях промышленности [1-4]. Одним из способов уменьшения расхода сжатого воздуха потребителями является увеличение его температуры при подаче к ним [1]. В идеальном случае потребляемый объем воздуха изменяется прямопропорционально изменению его температуры, а рассматривая работу различных пневматических инструментов можно выделить тот факт, что они в первую очередь зависят от объемного расхода воздуха, а не от массового, и тем самым данный способ сокращения энергетических расходов является достаточно актуальным. Интенсификации теплообмена всегда уделяется большое внимание для любой отрасли промышленности и техники, а к конструктивному исполнению теплообменного оборудования предъявляют высокие требования, связанные с уменьшением их массы, занимаемого объема и др. Одним из перспективных направлений является использование развитых поверхностей теплообмена, чего достигают оребрением первичной поверхности. Как известно оребрение поверхности можно проводить как со стороны нагреваемого теплоносителя, так и наоборот, либо с

обеих сторон. Оптимальная конструкция развитой поверхности определяется значениями коэффициентов теплоотдачи от горячего теплоносителя к разделительной стенке трубки теплообменника и от стенки к холодному теплоносителю. Как правило, развитую поверхность необходимо устраивать с той стороны стенки трубки, где коэффициент теплоотдачи наименьший. Наиболее широкое применение находят оребренные поверхности с накатными ребрами, которые являются достаточно удобными в изготовлении и дальнейшей эксплуатации. В качестве подогревателей сжатого воздуха используют кожухотрубные теплообменники с оребрением труб на стороне подогрева воздуха [1, 3, 4]. В качестве греющего теплоносителя, как правило, используется горячая вода или водяной пар. Для определенных размеров труб с заданными коэффициентами оребрения поверхности надо учитывать, что на конструктивное исполнение теплообменного аппарата влияют количество трубок первого ряда поперечно потока воздуха и длина одной трубки, при неизменных других параметрах. В зависимости от цели создания аппарата в качестве критерия оптимальности могут быть приняты различные величины. Самой простой характеристикой является величина площади теплопередающей поверхности [4].

**Результаты работы.** При использовании развитых поверхностей площадь поверхности воздухоподогревателя по наружному обмеру трубы

$$F = \frac{Q}{k\Delta t_s}, \quad (1)$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка подогревателя, Вт;  $k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\Delta t_s$  – температурный напор, К.

Наибольшее внимание уделяется определению коэффициента теплоотдачи со стороны оребренной поверхности. Так коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к воздуху может быть определен из уравнения [3]

$$\alpha_g = 0,223 \left( \frac{d}{h} \right)^{-0,54} \left( \frac{z}{h} \right)^{-0,14} \frac{\lambda_g}{h} \text{Re}_g^{0,65}, \quad (2)$$

где  $d$  – несущий диаметр оребрения, м;  $z$  – высота ребра, м;  $h$  – шаг расположения ребер, м;  $\lambda_g$  – коэффициент теплопроводности воздуха при средней температуре, Вт/(м·К);  $\text{Re}_g$  – критерий Рейнольдса по воздуху.

Коэффициент теплопередачи при использовании оребренных поверхностей [3]

$$k = \frac{\beta_3}{\frac{1}{\alpha_g} + \frac{k_{or}d}{2\lambda} \ln \left( \frac{d}{d_{вн}} \right) + \frac{1}{\alpha_{вод}} \frac{k_{or}d}{d_{вн}}}, \quad (3)$$

где  $\beta_3$  – коэффициент, учитывающий загрязнение поверхности теплообмена;  $k_{or}$  – коэффициент оребрения трубы;  $d_{вн}$  – внутренний диаметр трубки, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности стенки трубы, Вт/(м·К).

Общее количество трубок теплообменника

$$N = \frac{F}{\pi d k_{or} l_1}, \quad (4)$$

где  $l_1$  – длина одной трубки, м.

Исследуемый теплообменник предназначено для подогрева воздуха сжатого до 9 ата с массовым расходом 10 кг/мин. Для исследования принимаем стандартные оребренные трубы с диаметром основания 0,021 м и  $k_{or} = 9$ . В качестве греющего теплоносителя используется горячая вода.

С целью рациональной постановки эксперимента по изучению процесса построения оптимальной конструкции теплообменного аппарата с использованием оребренных труб и определения стационарной области в условиях изменения рядов расположения трубок по сечению движения воздуха и их длины в одном ряду выбран центральный композиционный план второго порядка [5]. Заведомо зная, что функциональная связь общей длины труб с такими факторами, как количество рядов труб поперечно потоку и длина одной трубки носит нелинейный характер, избран ортогональный план эксперимента. Исследованию подлежат следующие факторы:  $x_1$  – количество рядов труб поперечно потока;  $x_2$  – длина одной трубки, м. В качестве функции отклика принята общая длина труб в теплообменнике  $y_1$ , м.

Для составления исходной матрицы при планировании эксперимента необходимо выбирать основной уровень значений  $x$  и интервал варьирования этих факторов и функции отклика  $y$ , который должен соответствовать предъявляемым оптимальным условиям. Уровни и интервалы варьирования факторов приведены в таблице 1, а матрица планирования – в таблице 2.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Уровни и интервалы варьирования факторов	Количество рядов труб $x_1$	Длина трубки $x_2$ , м
Нулевой уровень ( $x=0$ )	2	0,3
Интервал варьирования	1	0,2
Верхний уровень (+1)	3	0,5
Нижний уровень (-1)	1	0,1

Таблица 2 – Матрица планирования и экспериментальные данные

Составляющая плана	$x_1$	$x_2$	$x_1 x_2$	$y_1$
№ 1	+1	+1	+1	8,758
№ 2	-1	+1	-1	6,956
№ 3	+1	-1	-1	6,959
№ 4	-1	-1	+1	6,291
№ 5	-1	0	0	6,194
№ 6	+1	0	0	7,765
№ 7	0	-1	0	6,620
№ 8	0	+1	0	7,932
№ 9	0	0	0	7,155

Связь между именованными и кодированными величинами можно найти из уравнений

$$x_1 = \frac{n-2}{1}; x_2 = \frac{l_1-0,3}{0,2}. \quad (5)$$

Для принятого плана модель имеет вид [5]

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2. \quad (6)$$

Формулы для расчета коэффициентов регрессии [5]

$$b_0 = b'_0 - b_{11}\bar{x}_1^2 - b_{22}\bar{x}_2^2; b'_0 = \frac{\sum y_u}{N}; \bar{x}_1^2 = \frac{\sum x_1^2}{N}; \quad (7)$$

$$b_i = \frac{\sum x_{iu}y_u}{N}; b_{ij} = \frac{\sum x_{iu}x_{ju}y_u}{N}; b_{ii} = \frac{\sum (x'_{iu})^2 y_u}{\sum (x'_{iu})^2}, \quad (8)$$

где  $N$  – количество опытов.

Выполняя расчеты по уравнениям (1) – (8) получаем математическую модель исследуемого процесса

$$\hat{y}_1 = 7,093 + 0,673x_1 + 0,411x_2 + 0,283x_1x_2 - 0,082x_1^2 + 0,215x_2^2. \quad (9)$$

Для проверки адекватности полученного уравнения модели был использован критерий Фишера [5]

$$F = \frac{s_a^2}{s_y^2} < F_{cr}. \quad (10)$$

где  $s_a^2$  – дисперсия адекватности;  $s_y^2$  – дисперсия воспроизводимости.

При ортогональном планировании второго порядка

$$s_a^2 = \frac{\sum m(y_u - \hat{y}_u)^2}{N - \frac{(k+2)(k+1)}{2}}; s_y^2 = \frac{\sum \sum m(y_{uj} - y_u)^2}{N(m-1)}, \quad (11)$$

где  $m$  – количество повторов каждого опыта.

Проводя расчеты по уравнениям (10) – (11) получили значение дисперсии адекватности  $s_a^2 = 0,224$ , дисперсии воспроизводимости  $s_y^2 = 0,125$ . Тогда расчетное значение критерия Фишера равно  $F = 1,789$ . Зная число степеней свободы для меньшей ( $f_E = 9$ ) и большей ( $f_a = 3$ ) дисперсий, для 95 % доверительной вероятности табличное значение критерия Фишера равно  $F_{cr} = 3,86$  [5]. Сравнение расчетного и табличного значений критерия Фишера показывает, что уравнение модели (9) адекватно истинной зависимости с доверительной вероятностью 95 %.



Анализируя полученное уравнение (9) видно, что наибольшее влияние на общую длину труб теплообменника имеет фактор  $x_1$ , то есть количество их расположения поперечно потока теплоносителя, а влияние длины одной трубки поперек потока воздуха имеет вторичное значение на общую длину труб. Достичь уменьшения общей длины используемых трубок можно уменьшением их количества поперечно потоку и уменьшая длину одной трубки. Уменьшение количества труб поперечно потоку приводит к большему эффекту в снижении общей длины труб теплообменника, чем соответствующее уменьшение длины одной трубки. Совместное влияние двух факторов только добавляет весомости изменению отдельных значений факторов. Подставляя (5) в уравнение (9) и с учетом значимости коэффициентов можно получить

$$l_{\Sigma} = 5,977 + 0,249n - 0,775l_1 + 1,415nl_1, \text{ м.} \quad (12)$$

Подставляя значения количества трубок и длины трубки поперечно потоку в уравнение (12) можно определить общую длину оребренных трубок необходимую для теплообменника. Полученное для данных условий моделирования регрессионное уравнение в достаточно простом виде позволяет проанализировать влияние основных параметров на нахождение минимальной величины  $l_{\Sigma}$  при заранее заданном количестве труб поперечно потоку воздуха и значении длины одной трубки. Результаты расчетов по уравнению (12) приведены на рис. 1.

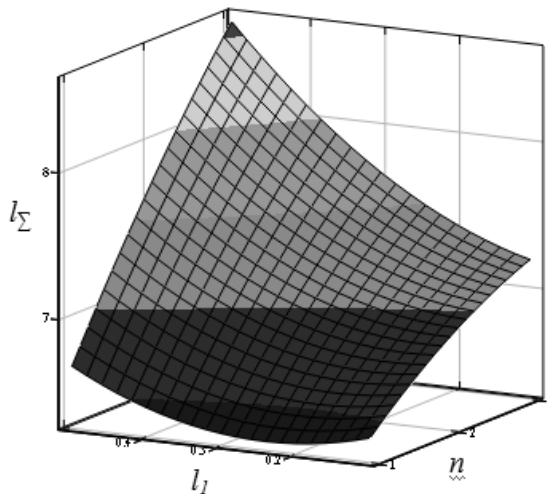


Рисунок 1 – Функциональная зависимость суммарной длины труб теплообменника от основных факторов

Как видно из рис. 1 при некоторых значениях числа трубок возможно достижение минимума общей длины. Так для однорядного расположения  $l_{\Sigma}^{\min} = 6,32$  м при

$l_1 = 0,24$  м, для двухрядного –  $l_{\Sigma}^{\min} = 6,89$  м при  $l_1 = 0,109$  м. При расположении в три ряда минимума искомой функции в выбранном диапазоне изменения параметров не наблюдается.

**Выводы.** Приведена методика определения оптимального по конструкции теплообменного аппарата для подогрева сжатого воздуха по такому параметру как общая длина оребренных труб. В качестве основных факторов влияния были выбраны количество рядов труб поперечно потоку воздуха и длина одной трубки. Полученное регрессионное уравнение позволило проанализировать влияние данных факторов на определение минимальной суммарной длины труб подогревателя и, соответственно, площади теплообмена. Основное влияние на площадь теплообменника оказывает количество рядов труб расположенных поперечно потоку воздуха. Приведенная методика может быть использована для оптимизации конструктивного исполнения любого типа теплообменных аппаратов при использовании оребренных поверхностей теплообмена.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Кузнецов Ю.В. Сжатый воздух. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 512 с.
2. Клімов Р.О. Теплоенергетичні системи промислових підприємств: навч. посіб. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. 200 с.
3. Кунтыш В.Б. Тепловой и аэродинамический расчеты оребренных теплообменников воздушного охлаждения. СПб.: Энергоатомиздат, 1992. 280 с.
4. Маньковский О.Н. Теплообменная аппаратура химических производств. Л.: Химия, 1976. 368 с.
5. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. М.: Легкая индустрия, 1974. 262 с.

УДК 00.004.8

**Кожагулов Елдос Токкожаулы, Жексебай Даурен Мурзатулы,  
Сарманбетов Санжар Айтқалиұлы, Рауылов Бақдаулет Мақсұтұлы**  
Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби  
(Казахстан, Алматы)

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОДСЧЕТ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Аннотация.** Компьютерные технологии позволяют автоматизировать большое количество задач на производстве, в то же время достижения в увеличении производительности устройств и разработки новых алгоритмов увеличивают круг задач, подверженных автоматизации. В статье рассматривается применение нейронной сети для задачи подсчета объектов на производстве для контроля качества. Подсчет осуществляется сотрудниками с камер.

**Ключевые слова:** нейронные сети, глубокое обучение, обнаружение объектов (object detection), DNN, графический процессор.

*Kozhagulov Eldos Tokkozhauly, Zheksebai Dauren Murzatuly,  
Sarmanbetov Sanzhar Aitkaliuly, Rauylov Bakdaulet Maksutuly*  
Al-Farabi Kazakh National University  
(Kazakhstan, Almaty)

## *AUTOMATED CALCULATION OF OBJECTS USING DEEP LEARNING TECHNOLOGY*

**Abstraction.** Computer technologies make it possible to automate a large number of tasks in production, at the same time, advances in increasing the productivity of devices and developing new algorithms increase the range of tasks subject to automation. The article discusses the use of a neural network for the problem of counting objects in production for quality control. Counting is carried out by employees from cameras.

**Keywords:** neural networks, deep learning, object detection, DNN, GPU.

Одной из задач машинного зрения является классификация образов [1] (объектов). Для решения такого рода задач применяются нейронные сети последнего поколения DNN (Deep learning). С использованием нейронной сети глубинного обучения стало возможным решение такой задачи, как обнаружение объектов [2-3] (object detection), необходимая для подсчета посещаемости (учащихся, посетителей ТРЦ и т.д.), учета рабочего времени сотрудников и т.д.

На рисунке 1 показан автоматический расчет посещаемости занятий студентами с помощью видеокамер, установленных в учебных аудиториях. В аудитории находятся 12 студентов и преподаватель. Подсчет людей с помощью нейронной сети глубокого обучения показывает правильный результат, где общее количество 13.

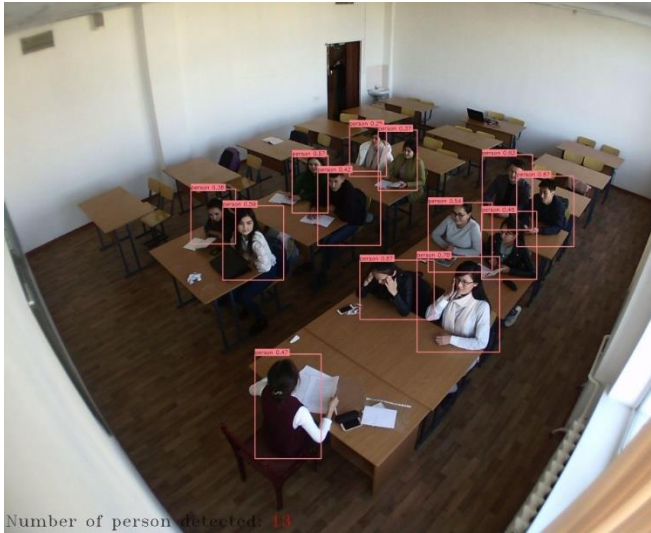


Рисунок 1. Подсчет посещаемости студентов нейронной сетью

Для выбора оптимальных параметров нейронной сети протестировали аудитории с разными освещенностями, расположением камер. Полученные результаты были внесены в программу для корректировки параметров. Приведем еще один результат обнаружение объектов (Рисунок 2), где камера расположена на входе в учебный центр. В данном случае количество людей 9.



Рисунок 2. Подсчет людей с помощью нейронной сети для обнаружения объектов

Для обнаружения объектов с помощью нейронной сети используется большая ресурсная база. Используя графический процессор, мы повысили вычислительную мощность и уменьшили время обработки (Рисунок 3). Для сравнения использовались два компьютера с центральными процессорами Intel Core i7-5500U 2.4GHz и Intel Core i7-3770U 3.4GHz, соответственно с графическими процессорами NVIDIA GeForce 920M и NVIDIA GeForce GTX 650 Ti BOOST.

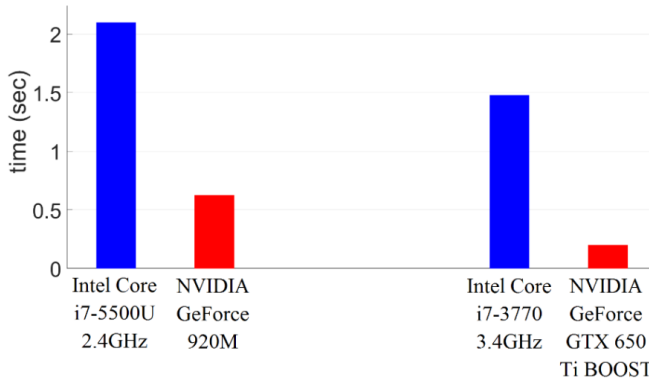


Рисунок 3. Скорость обработки обнаружения объектов с помощью нейронной сетью для классификации образов

Из полученного результата видно, что использования графического процессора дает преимущества по времени вычисления от трех до семи раз.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Kozhagulov Y.T., Ibraimov M.K., Zhexebay D.M., Sarmanbetov S.A. Face Detection of Integral Image by Viola-Jones method // Recent Contributions to Physics. №3 (66), 2018.
2. Viola P., Jones M. Robust real-time object detection //International Journal of Computer Vision. 2001. Т. 4. № 34–47.
3. Viola P., Jones M.J., Snow D. Detecting pedestrians using patterns of motion and appearance //International Journal of Computer Vision, 2005. Т. 63. № 2. С. 153-161.7

УДК 622.324

Копбалина Кымбат Багдаткызы, Маженов Нурлан Ахметчанович,  
Кенетаева Айгуль Акановна  
Карагандинский технический университет  
(Караганда, Казахстан)

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ В УГЛЕНОСНЫХ ТОЛЩАХ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГАЗОНОСНОСТИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

**Аннотация.** В зависимости от природы метаморфизма органического вещества угольные месторождения подразделяются на два типа: 1) месторождения, на которых основным фактором углефикации явился региональный метаморфизм; 2) месторождения с преимущественно контактовым и термальным метаморфизмом углей. Метод предназначен для определения содержания газа, сорбированного концентрированным угольным веществом некондиционных пластов, пропластков, прослоев, угольных включений и рассеянным угольным веществом, а также рассеянного свободного и растворенного газа, присутствующего в порах малоуглистых или практически безуглистых пород. Метод используется для изучения газоносности пород независимо от литолого-петрографических особенностей в условиях, близких к природным.

**Ключевые слова:** Газоносность угольных пластов, подземных газовых съемок, глубинных газосодержащих вод.

Kopbalina Kymbat Bagdatkyzy, Mazhenov Nurlan Akhmetchanovich,  
Kenetayeva Aigul Akanovna  
Karaganda State Technical University  
(Karaganda, Kazakhstan)

### REGULARITIES OF THE MODERN DISTRIBUTION OF NATURAL GASES IN COAL-BEARING STRATA AND THEIR USE IN STUDYING THE GAS CONTENT OF HOST ROCKS

**Abstract.** Depending on the nature of metamorphism of organic matter, coal deposits are subdivided into two types: 1) deposits in which the main factor of coal fixation was regional metamorphism; 2) deposits with predominantly contact and thermal metamorphism of coals. The method is designed to determine the content of gas sorbed by concentrated coal matter of offgrade seams, inter-seams, interlayers, coal inclusions and dispersed coal matter, as well as dispersed free and dissolved gas present in the pores of low-carbon or almost carbonless rocks. The method is used to study the gas content of rocks regardless of lithological and petrographic features in conditions close to natural.

**Key words.** Gas content of coal seams, underground gas surveys, deep gas-containing waters.

Газоносность пород в угленосных толщах тесно связана с газоносностью заключенного в них концентрированного и рассеянного угольного вещества. Содержание и компонентный состав природных газов угленосных толщ зависят от распределения углей различных стадий метаморфизма (катагенеза). По составу газов угольных пластов в угленосных отложениях выделяются малоомощная верхняя зона эпигенетического газового выветривания и мощная зона метановых метаморфогенных газов, которая подстилается (при наличии в разрезе суперантрацитов) зоной метаморфогенной деметанизации. В пределах метановой зоны при наличии угольных пластов средних стадий метаморфизма (Г-ОС) выделяется углеводородная подзона с повышенным содержанием ТУ и присутствием

(особенно на стадиях ГЖ и К) паров пентана и гексана (газоконденсатов). По характеру распределения ТУ от этана до гексана можно прогнозировать участки с распространением свободных скоплений и даже газоконденсатных залежей газов в угле вмещающих песчаниках.

В зависимости от природы метаморфизма органического вещества угольные месторождения подразделяются на два типа: 1) месторождения, на которых основным фактором углефикации явился региональный метаморфизм; 2) месторождения с преимущественно контактовым и термальным метаморфизмом углей. Для месторождения первого типа характерно наличие закономерных количественных связей метаноносности углей и пород со степенью их метаморфизма и глубиной залегания; учет этих связей позволяет рационально выполнять опробование, проводить интерполяцию и экстраполяцию значений метаносности угольных пластов и вмещающих их углистых пород. В некоторых других бассейнах зависимость предельной метаносности углей от их метаморфизма выражается экстремальной кривой с максимумом, соответствующим месторождениям тощих углей и низкометаморфизованных антрацитов.

Связь метаносности каменных углей и низкометаморфизованных антрацитов, а также углистых пород с глубиной их залегания носит криволинейный асимптотический характер; постепенно затухающее нарастание метаносности наблюдается до глубины 1,5-1,7 км. Метаносность среднеметаморфизованных антрацитов имеет более сложную зависимость от глубины залегания и метаморфизма: отмечается ее возрастание с увеличением глубины и вместе с тем снижение по мере повышения степени метаморфизма. Второй фактор часто преобладает над первым, что приводит к снижению газоносности антрацитов и вмещающих пород на глубоких горизонтах. Возможность учета количественной связи между метаноносностью пластов, глубиной их залегания и степенью метаморфизма избавляет от необходимости массового опробования.

Отличительная черта месторождений второго типа – отсутствие или слабое проявление прямой связи метаноносности пластов с глубиной их залегания. Практически на этих месторождениях отсутствует и связь газоносности со степенью метаморфизма. Газоносность угольных пластов и углистых пород на месторождениях второго типа часто контролирует не глубиной, а наличием и положением интрузивных тел.

Тектонический фактор обуславливает разную газоносность пород в пределах различных структурных форм и их элементов. Снижение метаноносности углей в пластах и включениях у разрывных нарушений открытого типа достигает 50%. В приповерхностной зоне без наличия экранирующих покрышек дизъюнктивно

нарушенные угленосные отложения обычно бывают глубоко дегазированы. В метановой зоне на глубинах свыше 300-500 м зависимость значений природной метаносности угольных пластов от трещиноватости и малоамплитудной разрывной нарушенности не отмечается.

Крупные разрывные нарушения дегазируют угленосную толщу в случаях образования проницаемых зон дробления и образуют газовые скопления при наличии малопроницаемого перекрытия. Многие закрытые надвиги, сопровождающиеся значительными по мощности зонами дробления, содержат микрозалежи свободных газов.

Областью аккумуляции глубинных газосодержащих вод являются глубокие горизонты крупных котловин угольных бассейнов. Локальные антиклинальные перегибы и поднятия, а также тектонически и литологически экранированные зоны с поровыми и трещинными коллекторами в угленосных толщах характеризуются наличием скоплений свободного метана и даже газоконденсата на месторождениях углей средних стадий метаморфизма (Г,Ж,К). Наиболее крупные залежи свободных газов в угольных бассейнах приурочены к зонам брахиантиклинальных складок, размеры которых достигают 5 – 10 км и более. При прекращении работ по изучению газоносности вмещающих пород на угольных месторождениях следует учитывать возможность обнаружения микро и макрозалежей свободных газов на наложенных сводовых поднятиях, в полосах линейной складчатости, зонах мелкой складчатости, прибортовых зонах складчатости, принадвиговых складчатых зонах и поднадвиговых структурах. Можно также обнаружить в пределах моноклиналей и синклиналей свободный газ в ловушках литологического и других типов.

### **Изучение газоносности методом подземных газовых съемок и сбор материалов о газообильности выработок**

Метод используется для изучения газоносности пород независимо от литолого-петрографических особенностей в условиях, близких к природным. Эффективное проведение газовых съемок с целью определения газоносности пород возможно лишь при отсутствии суфлярных газовыделений, искажающего влияния угольных пластов, а также предварительной дегазации угленосного массива. Данные о газоносности пород, получаемые с помощью газовых съемок в подземных выработках, обычно бывают несколько завышены из-за невозможности учета газовыделения из свежееобнаженных стенок кровли и почвы выработки.

Определение газоносности по методу газовых съемок основано на определении газовыделения из отбитой породы и свежееобнаженной поверхности забоя путем отбора проб «мокрым» способом и замера количества воздуха на воздушной струе, исходящей из подготовительной выработки и вентилятора местного проветривания. Содержание газовых компонентов в отобранных пробах определяется на хроматографах, обеспечивающих получение значений концентраций водорода, метана и его гомологов с точностью до 0,0001%. Величина природной газоносности пород устанавливается из отношения суммы объемов выделившегося и оставшегося в породе газа к объему отбитой породы. Виды и объемы работ, выполняемые при проведении подземных газовых съемок, методика их выполнения и обработки результатов приведены в прил.



Для получения материала, характеризующего фактическую абсолютную газообильность горных выработок, пройденных по породам на действующих шахтах, проводится сбор и обобщение данных по объектам, находящимся в непосредственной близости от разведываемого участка, в аналогичных геологических условиях. Эта работа выполняется сотрудниками геологоразведочных организаций в объеме, обеспечивающем получение информации о газообильности выработок не менее чем на двух действующих горизонтах одной или нескольких шахт. На шахтах собираются следующие материалы: результаты плановых отборов и анализа проб воздуха в горных выработках, сведения о местах возникновения и интенсивности суффлярных выделений газа из углевмещающих пород, сведения о внезапных выбросах пород и газа, результаты проводившихся ранее газовых съемок в подземных выработках; результаты определения газового баланса выемочных участков. Наряду с перечисленными собираются графические материалы – планы горных работ с изображенными на них схемами вентиляции, местами суффлярных выделений газа, внезапных выбросов пород и газа.

При необходимости в горных выработках отбираются пробы пород с целью изучения коллекторских и сорбционных свойств, содержания рассеянного органического вещества, остаточной газоносности. Сведения об абсолютной газообильности выработок, собранные на шахте, тщательно анализируются: выясняются особенности изменения газообильности по площади и с глубиной в зависимости от различных геологических факторов (литологической принадлежности пород, начиная складчатых и разрывных структур, ловушек газа и т.п.) и технологии горных работ. В процессе обобщения материалов по данным о газообильности может производиться ориентировочная оценка газоносности пород, вскрываемых горными выработками.

#### **Измерение газового давления из горных выработок**

Для измерения газового давления используется прибор ПГД-2 конструкции ИГД им. А.А. Сочинского. Измерения проводятся в неглубоких (до 30 м) скважинах, пробуренных из выработок и вскрывающих породы, газоносность которых является объектом изучения. Место замера герметизируется с помощью специального устройства. Результаты измерения газового давления из горных выработок могут использоваться по аналогии для прогноза потенциальной метаноносности на участках с аналогичным геологическим строением.

Недостаток метода – невозможность его использования при наличии интенсивной природной или техногенной трещиноватости, сообщающейся с выработанным пространством.

Пакерные устройства применяются для определения газоносности песчаников, гравелитов, конгломератов с повышенной пористостью и проницаемостью (поровые коллекторы) и изучения газа, заключенного в полостях трещинных коллекторов, а также для определения газового давления и отбора проб флюида при использовании метода прогноза потенциальной метаноносности, из существующих в настоящее время пакерных устройств для изучения газоносности пород наиболее приемлем комплект испытательных инструментов КИИ-65. Действие КИИ-65 основывается на измерении притока и регистрации восстановления давления флюида (газа или воды с газом) после искусственно созданной депрессии в предварительно изолированных интервалах

разведочных скважин и отборе проб флюида, поступающего в эти интервалы из вскрытых скважиной пород.

Применяется КИИ-65 в скважинах диаметром 76-112 мм при максимальном перепаде давления в исследуемом интервале до 40 Мпа и температуре до 200°C. Минамальная длина интервалов, поддающихся исследовани, 0,5 м, максимальная 30м. С помощью КИИ-65 можно определять величину пластового давления, оценивать значения коэффициентов фильтрации и проницаемости пород в условиях их естественного залегания, выделять интервалы распространения газоносных и водоносных пород, определять содержание природного газа в пластовой воде и его компонентный состав.

По данным исследований рассчитывается газоносность пород. Для работы с пластоиспытателем КИИ-65 необходима самоходная полевая лаборатория СПЛ-1 для градуировки глубинных манометров и дегазации отобранного флюида. В стадии апробации находятся пакерные устройства, спускаемые в скважину на каротажном кабеле. К таким устройствам, перспективным для использования в будущем, относятся интервальные опробователи пластов.

Содержания рассеянного органического вещества Сров и органического углерода Со в углеводородных породах связаны между собой функциональной зависимостью  $S_{ров} = K \cdot C_{о}$ , %. Поэтому для расчета содержания РОВ в породах используют пересчетные коэффициенты К, зависящие от стадий метаморфизма рассеянного вещества: для стадий Д, Г К = 1,26; Ж К = 1,18; К, ОС, Т, ПА К = 1,11; для антрацитовой стадии К = 1,05.

Степень углефикации рассеянной органики оценивают как по результатам определения марочного состава концентрированного органического вещества близлежащих угольных пластов, так и по данным специального исследования рассеянных в породах углистых включений.

Для определения содержания органического углерода рекомендуются методы сухого сжигания в токе кислорода с весовым или газометрическим окончанием. Оба метода требуют предварительной обработки пород 10 %-ной соляной кислотой для удаления углерода, связанного в карбонатах. С целью декальцинирования породы берут навеску 50 г, сжигания нерастворимого остатка породы (НОП) - 0,1 -1,0 г.

При использовании газометрического метода сжигание производят в печи Марса при температуре 1200 °С без катализатора в токе кислорода. Образовавшийся газ очищают от оксидов азота и серы, а CO<sub>2</sub> количественно поглощается 40 %-ным раствором щелочи. Замер объема углекислоты проводят с помощью эвдиометра. Содержание органического углерода в нерастворимом остатке породы С<sub>1</sub> рассчитывают по формуле:

$$C_0 = (V \cdot f) / A$$

Где V – показание эвдиометра, отвечающее содержанию углерода в 1 г навески, %; f – коэффициент, учитывающий температуру и давление; A – навеска НОП, г.

Содержание углерода C<sub>0</sub> в породе вычисляют по уравнению:

$$C_0 = (C_1 \cdot v) / 100$$

Где v – содержание НОП, %.

При использовании весового метода осуществляют сжигание НОП в токе кислорода с катализатором, окисление образовавшегося оксида углерода в диоксид в

присутствии того же катализатора и определение массы CO<sub>2</sub>. Метод основан на стандартных способах определения элементного состава твердых горючих ископаемых и может использоваться как в обычном, так и в ускоренном вариантах. Количество образовавшегося CO<sub>2</sub> определяют по привесу поглотительной трубки, содержанию CO рассчитывают по формуле:

$$CO = (a \cdot 0,2723) / Av \cdot v,$$

где а – привес трубки с аскаритом, г; 0,2723 – переводной коэффициент массы CO<sub>2</sub> к массе CO; v – содержание нерастворимого в 10%-й кислоте остатка породы (НОП), %; Av – навеска вещества для выполнения анализа.

При изучении битумов исследуют наиболее подвижные компоненты-битумоиды, хорошо растворяющиеся в органических растворителях. Для первоначальной характеристики битумоидов используют разновидности люминесцентно-битуминологического метода.

Предварительный контроль осуществляют капельным методом, который позволяет с помощью ультрафиолетовых источников выявить текстурные особенности распределения органического вещества в породах.

Вторичные загрязнения органического вещества эпибитумоидными элементами обычно слабо выраженные, обнаруживают путем характеристики свечения капиллярных вытяжек. При капиллярном анализе навеску породы в 1-2 г заливают 10 мл хлороформа на 18 ч. Полученные экстракты, а также их вытяжки на полосках фильтровальной бумаги (капиллярках) просматриваются в ультрафиолетовых лучах. По цвету, интенсивности, ширине зон выделяют легкий, масляристый, маслянисто-смолистый и смолистый типы хлороформенного битумоида, что качественно характеризует битумы конкретных образцов и позволяет установить преобладание таких компонентов, как масла, смолы, асфальтены. Кроме того, метод дает возможность предварительно оценивать сингенетические и эпигенетические битумоиды и РОВ.

Более детальную характеристику состава, а также количества битумоидов дает эталонный и компонентный люминесцентные анализы, а также метод тонкослойной хроматографии, подробное описание которых приводят в специальных руководствах.

Разработка угольных месторождений приводит к нарушению газового баланса угленосной толщи на эксплуатируемом участке и влечет за собой выделение природных газов в горные выработки. Газовыделения в шахтах могут быть следующими: 1) свободными с равномерным выделением газа из обнаженной поверхности угольных пластов и вмещающих пород; 2) газопроявлениями в виде суфляров; 3) внезапными выбросами породы и газа.

Свободные равномерные выделения газа происходят постоянно из пор и трещин вскрытых угольных пластов и вмещающих пород. Обычные выделения газов определяют газовый баланс шахт, категорию их газообильности. Источниками данных газовыделений являются непосредственно разрабатываемый угольный пласт, его спутники, породы кровли и почвы. Суфлярное газовыделение-локальное истечение природного газа из трещин и пустот угленосной толщи через видимые невооруженным глазом трещины и отверстия, сопровождающееся шипением и другими звуковыми эффектами, а иногда выделением воды. Продолжительность суфлярных выделений

может колебаться от нескольких часов, дней до десятков лет: дебит их может достигать тысяч кубометров.

По происхождению выделяют суфляры I рода, газ которых выделяется по трещинам, образовавшимся вследствие природных геологических процессов, независимо от ведения горных работ, и II рода – эксплуатационного происхождения.

Как правило, суфляры I рода возникают непосредственно а забоях выработок, вскрывающих тектонические нарушения, которые могут прослеживаться на большие расстояния и дренировать ряд угольных пластов и природных коллекторов газа. Масштабы и длительность этих суфляров могут колебаться в больших пределах в зависимости от проницаемости пород. В зонах крупных нарушений, где обычно много сообщающихся между собой трещин, возможны интенсивные и продолжительные суфлярные газовыделеметан, но иногда в выделяющемся газе обнаруживались примеси этана, пропана, этилена, водорода, сероводорода, в больших количествах – примеси углекислого газа и азота.

При суфлярах эксплуатационного характера метан поступает из смежных пластов по природным или вновь образующимся трещинам, открывающимся в результате разгрузки массива или сдвижения пород в процессе проведения выработок. Такие суфляры возникают обычно на расстоянии нескольких метров от забоя. К суфлярам II рода относятся также прорывы газа через горные породы под действием давления самого газа. Чаще прорывы газа наблюдаются из почвы очистной выработки. При достаточно высоком давлении газа, небольшой мощности и малой газопроницаемости пород почвы в рабочем пространстве лавы почва вспучивается, растрескивается и через образующиеся трещины прорывается газ. Газ суфляров II родов основном метан. Наиболее мощные и длительно действующие суфляры обычно приурочены к угольным пластам и песчаникам (до 60%), маломощные и кратковременные - к песчанистым сланцам (до 10%). "Внезапные выбросы угля и газодинамические явления, которые зависят от четырех факторов: горного давления, упругой энергии газа, массы угля (при крутом падении пластов) и структуры угольных пластов. В результате выброса в угольном массиве образуются полости различных размеров (в зависимости от количества выброшенного угля). Внезапные выбросы обычно сопровождаются отбросом угля на расстояние до 40-500 м и более от места выброса и значительным выделением газа в течение короткого промежутка времени. Предупредительными признаками внезапных выбросов угля и газа, согласно «Правилам безопасности», являются: выжимание угля (породы) из забоя; усиленное давление на крепь; удары и трёски различной силы и частоты в массиве; отскакивание кусочков угля (породы) и шелушение забоя; появление пылевого облака, резкое увеличение газовыделения. Внезапные выбросы угля и газа имеют место в Карагандинском бассейнах. С увеличением глубины разработки частота и сила внезапных выбросов возрастают. Наиболее широкое распространение в настоящее время на шахтах получили следующие способы предупреждения внезапных выбросов угля и газа при вскрытии пластов: сотрясательное взрывание: местная дегазация угольного массива; первоочередная отработка защитного пласта и месте вскрытия; предварительное увлажнение угольного массива: возведение-металлического каркаса и др. Выбросы породы и газа представляют собой перемещение пород под действием горного давления,

сопровождающееся разрушением газонасыщенной породы до состояния чешуеобразных пласти и песка, выделением газа и образованием полости в породном массиве. Первые внезапные выбросы породы и газа были зафиксированы в Донбассе в 1955-1956 гг. на глубине слвше 700 м. По современным представлениям, выбросы породы пгаза связаны с определенными выбросоопасными зонами в слоях песчаников угленосной толщи. Выбросоопасность песчатков обусловлена их определенной литолого-фациальной характеристикой, физико-механическими свойствами, повышенной газоносностью и газовым давлением, напряженным состоянием породного массива. Остановимся более подробно на газообильности горных выработок. Газообильность шахты, участка-это объем газа, выделенный в горные выработки в единицу времени (аюсолютян-м<sup>3</sup>/мин или м<sup>3</sup>/сут) отнесенный к тонне среднесуточной добычи угли (относительная-м<sup>3</sup>/т с.д.угля). Газообильность горных выработок определяется службой ВТБ (вентиляции и техники безопасности) шахты и ВГСЧ (военизированная горноспасательная часть) опытным путем на основании результатов анализа проб воздуха, взятых на исходящих струях шахт отдельных пластов и участков согласно «Временной инструкции». Средняя величина абсолютной газообильности J (м<sup>3</sup>/мин) в течение дня определяется не менее чем из трех наблюдений:

$$J = (Q_1 m_1 + Q_2 m_2 + Q_3 m_3) / (3 * 100),$$

Где Q-количество воздуха по замеру при взятии проб,м<sup>3</sup>/мин;m-содержание газа метана и углекислого газа в пробе воздуха по анализу и лаборатории %.

Величина относительного газовыделения q участка, крыла или шахты (м /т с. д.) подсчитывается по максимальному абсолютному газовыделению J<sub>max</sub>

$$q = J_{\max} * 24 * 60n/A$$

где n- число рабочих дней того месяца, когда производилось определение газообильности; A- месячная добыча участка или шахты, т. Средняя относительная метанообильность выработок за торый период времени (например, месяцы).

$$q = (q_1 A_1 + q_2 A_2 + q_3 A_3 + \dots + q_m A_m) / (A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_m)$$

Средняя относительная метанообильность выработок за торый период времени (например, месяцы) некогде Ф Фа 9т -относительная метанообильность выработок за отдельные месяцы, м /т с. д.; А, Аз, А,...., А, –добыча в отдельные месяцы, т/мес. Средневзвешенная относительная метанообильность выработок Ср. вз (м /т) нескольких (n) выемочных участков (по этажу, крылу, свите сближенных пластов и т. п.) за данный период времени где q, 92. Фз., qп-средняя относительная метанообильность выработок участка, м /т с. д.; А, А, А, А, -добыча угля по отдельным участкам за данный промежуток времени п. Газовые шахты в зависимости от газообильности разделяются на четыре категории по метану. Категорийность шахт по содержанию метана устанавливается ежегодно в июне - июле по максимальному выделению газа и максимальной относительной метанообильности выработок отдельных выемочных полей, определяемых из трех наблюдений в течение месяца.

Наблюдения должны производиться в дни нормальной добычи угля шахтой (участком) в начале, середне и конце месяца по три раза в сутки- в каждую смену, шахты, в которых метан никогда не обнаруживался, называются «негазовыми», или «некатегорийными».

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Методика определения газоносности вмещающих пород угольных месторождений при геологоразведочных работах. Москва «Недра» 1988.

УДК 691.327

Литвиненко Виктория Викторовна, Дюкре Любовь Гавриловна  
Одесский национальный морской университет  
(Одесса, Украина)

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА БЕТОНА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПОВРЕЖДЕННОСТЬ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы влияния состава бетона на формирование технологической поврежденности в сборно-монолитных конструкциях. Показано влияние соотношения исходных компонентов состава на структуру старого бетона и бетона омоноличивания. Предложены методы управления технологической поврежденностью и повышения монолитности составных железобетонных конструкций. Отмечено влияние влажности среды на формирование структуры бетона конструкций гидротехнических сооружений.

**Ключевые слова:** бетон, цемент, вода, поврежденность, конструкция, прочность, деформативность, трещиностойкость, коррозия, долговечность.

Litvinenko Viktoria V., Dyukre Lyubov G.  
Odessa National Maritime University  
(Odessa, Ukraine)

## INFLUENCE OF CONCRETE COMPOSITION ON TECHNOLOGICAL DAMAGE OF ASSEMBLY-MONOLITHIC STRUCTURES

**Abstract.** The issues of the influence of the composition of concrete on the formation of technological damage in prefabricated monolithic structures are considered. The influence of the ratio of the initial components of the composition on the structure of old concrete and concrete for grouting is shown. Methods for managing technological damage and increasing the solidity of composite reinforced concrete structures are proposed. The influence of the humidity of the environment on the formation of the concrete structure of the structures of hydraulic structures is noted.

**Keywords:** concrete, cement, water, damage, construction, strength, deformability, crack resistance, corrosion, durability.

При техническом обследовании железобетонных конструкций гидротехнических сооружений (колонны, сваи, подпорные стенки) и железобетонных труб в зоне переменного воздействия воды отмечается коррозия бетона и рабочей арматуры. Капитальный ремонт таких участков требуют больших затрат и, к сожалению, недолговечен и недостаточно эффективен. Проведенные исследования показали, что повышенные адгезии контактного слоя сцепление старого бетона с новым связаны со структурой бетона и его начальной (технологической) поврежденностью.

Поврежденности сборно-монолитной конструкции влияет на её прочностные и деформативные характеристики (несущую способность, трещиностойкость,

водонасыщение, водонепроницаемость, коррозионную стойкость, долговечность и др). В зависимости от условий эксплуатации принято рассматривать:

- а) поврежденность конструкции до приложения эксплуатационных нагрузок [1];
- б) поврежденность, возникшую при действии эксплуатационных нагрузок.

В то же время последняя включает в себя поврежденности типа «а», то есть начальную поврежденность конструкции. Начальная поврежденность сборно-монолитной конструкции, в свою очередь, определяется наличием дефектов или несплошностей материала в целом [2; 3; 4, с.39; 5, с.64]. Это означает, что начальная поврежденность конструкции включает в себя поврежденность материала сборной и монолитной части конструкции, а также поврежденность шва их контакта [6, с. 118; 7]. Поврежденность шва контакта зависит от величины контактной прочности бетонов [8].

Поврежденность материала конструкции – бетона, в свою очередь, характеризуется в зависимости от величины образования: поврежденностью отдельных компонентов, которая привносится в материал; поврежденностью, которая возникает в период технологической переработки исходных составляющих в материал конструкции [9].

Поврежденность компонентов нами отнесена в разряд случайных. Объектом анализа была поврежденность, возникшая в результате технологической переработки исходных компонентов. Она отражает наличие в материале так называемых технологических дефектов: поры, капилляры, трещины различных видов и др., возникшие в период производства материала (бетона) конструкций и присутствующие в них до приложения эксплуатационных нагрузок. Научной школой В.Н. Вырового, В.С. Дорофеева [3; 4; 5, с. 64] была предложена методика определения начальной поврежденности.

Фиксирование трещин в объеме материала при существующих методах анализа структуры гетерогенных материалов проблематично. В связи с этим методика оценки поврежденности материала через поверхностные трещины при определённых недостатках и несоответствии между объемными процессами разрушения и плоскостным анализом протяженности трещин принималось многими авторами.

Технологическую поврежденность бетона оценивали коэффициентом поврежденности - отношением общей длины поверхностных трещин,  $L$ , к площади образца, на которой измерена протяженности трещин,  $S$ .

$$K_s = L/S \text{ (см}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

Предложенный способ [1] позволяет обнаружить трещины с шириной раскрытия от 5 мм и более, длиной от 2 мм и более. Трещины на поверхности образца являются такими же дефектами и концентраторами напряжений, как в объеме, что позволяет утверждать об их влияние на прочностные и деформативные характеристики бетонов.

Для исследования влияние состава бетона на технологическую поврежденность нами проведены исследования с факторами варьирования водоцементным отношением В/Ц, расходом цемента Ц и структурным коэффициентом  $g$ .

Технологическую поврежденной старого бетона оценивали коэффициентом  $K_{so}$ . На момент добетонирования он составил  $43,78 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$ . Коэффициент вариации составил 40,9%.



Коэффициент технологической поврежденности нового бетона изменялся в зависимости от состава в пределах от  $7,4 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$  до  $134,9 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$ , коэффициент вариации в центре плана по 9 образцам составил 10,2%.

Зависимость величины коэффициента технологической поврежденности от варьируемых факторов аппроксимируется полиномом 2-ой степени ( $\text{см}^{-1}$ ):

$$K_s = 58,662 + 26,94x_2 - 19,10x_3 - 41,028x_1^2 + 15,822x_2^2 + 5,67x_3^2 - 7,087x_1x_2 + 9,688x_1x_3 - 24,087x_2x_3 \quad (2)$$

Дисперсия неадекватности модели экспериментальным данным составила 87,1683, расчётный критерий Фишера 2,0632 при вероятности превышения  $\alpha=0,05$ . Получены значения факторов варьирования, при которых технологическая поврежденность достигает экспериментальных значений. Для минимума  $K_s=6,952 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$ ;  $x_1=-1,0$ ;  $x_2=-0,315$ ;  $x_3=1,0$ , что соответствует водоцементному отношению  $V/C=0,48$ ; расходу цемента  $C=368,5 \text{ кг/м}^3$ , доле песка в смеси заполнителя  $g=0,46$ .

Максимум технологической поврежденности  $K_{s\text{max}}=151,909 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$  при  $x_1=-0,205$ ;  $x_2=1,0$ ;  $x_3=-1,0$ , что соответствует водоцементному отношению  $V/C=0,607$ ; расходу цемента  $C=500,0 \text{ кг/м}^3$ , доле песка в смеси заполнителя  $g=0,30$ .

Полученный полином содержит линейные эффекты от варьирования факторами расхода цемента  $C$  и структурного коэффициента  $g$ , а также квадратичные эффекты и эффекты от взаимодействия трех варьируемых факторов. Полученная модель аппроксимируется поверхностями представленными на рисунке 1 при стабилизации  $x_3$  на каждом из трёх уровней плана эксперимента. Пересечение поверхностей отражает влияние синергизма факторов варьирования. В целом характер поверхностей отражает «положительное» влияние количества цемента на величину поврежденности.

Влияние величины водоцементного отношения на технологическую поверхность для разных областей исследования различно. Для жестких бетонных смесей недоуплотнение сказалось на качестве поверхности нового бетона.

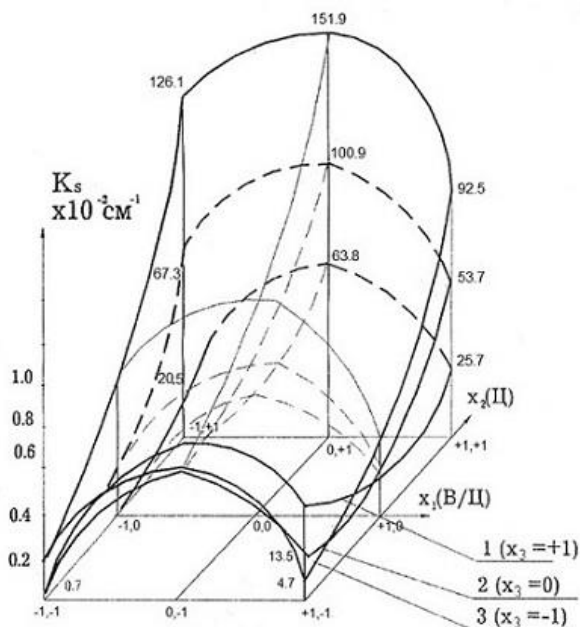


Рис.1. Технологическая поврежденность нового бетона в зависимости от состава.

Прилегающие к стальным формам поверхности шероховатые, пористые, в наиболее жестких бетонных смесях появляется крупный заполнитель, и поверхности раздела его с растворной частью выглядят как рельефные поверхности, повторяющие форму заполнителя. Видимых трещин в таком композитном материале немного, они проходят по растворной части бетона в обход крупного заполнителя, коэффициент поврежденности  $K_s$  изменяется в пределах  $K_s = (10...56) \cdot 10^{-2} \text{ cm}^{-1}$  (рис.1). Это можно объяснить тем, что зерна крупного заполнителя в этом случае становятся своеобразными дискретными усадочными ячейками на макроуровне. Для таких смесей характерно увеличение коэффициента поврежденности в 5-7 раз с повышением водоцементного отношения до определенной величины.

При переходе к пластическим смесям происходит перераспределение зерен крупного заполнителя, более рациональная и плотная их упаковка. В результате уплотнения структуры бетона характер технологической поверхности меняется. Трещины на поверхности таких бетонов, в основном, короткие, хаотично расположенные, они отражают изменение влияния крупного заполнителя вследствие возрастания его роли в структурообразовании. Дальнейшее увеличение подвижности малоцементных из принятых бетонных смесей ведет к снижению коэффициента поврежденности на 30...50% и изменяет характер поврежденности.

Качественный характер изменения технологической поврежденности при переходе от жестких к литым смесям более выражен. Если для жестких смесей

характерны протяженные, ориентированные в одном направлении технологические трещины при общей пористости матричного материала, то для пластичных смесей характерно наличие коротких незавершенных трещин, расположение которых носит хаотичный характер, начинают проявляться границы структурных блоков.

Окончательное разделение композиционного материала на отдельные структурные элементы наблюдается при переходе к литым смесям. Характер распределения трещин можно отнести к стохастическому на основании его повторяемости при изменении масштаба. Увеличение количества цемента в бетонной смеси ведёт к значительному росту технологической поврежденности (в 5...10 и более раз). Влияние расхода цемента более выражено на границах эксперимента по водоцементному отношению и немного сглаживается для пластических смесей. Для них с увеличением расхода цемента от минимального из принятых планом до максимального коэффициент технологической поврежденности возрастает в 1,1...3 раза.

Влияние доли песка в смеси заполнителей на технологическую поврежденность различно в зависимости от водоцементного отношения состава нового бетона. Для жестких смесей с увеличением доли песка технологическая поврежденность снижается в 5...6 раз, для пластичных бетонных смесей при высоких и средних расходах цемента снижается, а при малых расходах незначительно увеличивается с возрастанием доли песка в смеси заполнителя ( $r$ ). Для высокоподвижных и литых бетонных смесей увеличение  $r$  по-разному отражается на величине технологической поврежденности  $K_s$ . Для малоцементных бетонов рост  $K_s$  с увеличением доли песка в смеси заполнителей проявляется ещё больше, а для других составов со средним и высоким содержанием цемента сохраняется снижение  $K_s$  при увеличении доли песка в смеси заполнителей. Изменение знака влияния  $r$  для малоцементных составов бетона отражается увеличением количества поверхностных трещин из-за частичной расслаиваемости бетонной смеси.

В условиях переменной влажности среды для конструкций гидротехнических сооружений происходит изменение технологической поврежденности и структуры бетона [10, с. 54]. Изменить структуру бетона, уменьшить технологическую поврежденность и повысить долговечность бетона тонкостенных гидротехнических сооружений (подпорных стен) возможно за счёт применения комплексных модификаторов [11, с. 160].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Макарова С.С., Абакумов С.А. Способ выявления трещин в бетонных и железобетонных конструкциях на неорганическом вяжущем. – Полож. реш. №5008907/93 (059304) от 03.07.91.
2. Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность бетона и ее влияние на работу конструкции // Минобразование Украины, Одесса - 1993, 52 с.
3. В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев. Основы композиционных строительных материалов // Харьков: ХИНГХ, 1990. - 25 с.
4. В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, А.С. Замсов, В.С. Дорофеев. Технологическая поврежденность композиционных строительных материалов и конструкций// Транспортное строительство. М. - 1990. - №7 - С. 39-40.

5. В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, В.Г. Суханов. Моделирование конструкций как сложных систем // Вісник ОДАБА. – В.28. - Одеса: Зовнішрекламсервіс: 2007.- С. 64-70.
6. В.С. Дорофеев, Н.В. Пушкаръ. Прочность контактов сборно-монолитных конструкций / Актуальные научные исследования в современном мире. Переяслав-Хмельницкий, 2019. – Вып. 3 (47), ч. 1. – С. 118-127.
7. Procesy samoorganizacji struktury kompozytowych materialow budowlanych / S.B. Fic, V.N. Vyrovoy, V.S. Dorofeev. - Politechnika Lubelska, 2013.
8. В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев. Технологическая механика композиционных материалов. Киев, Общество «Знания» Украины. – 1991.
9. В.С. Дорофеев, В.Н. Выровой, В.И. Соломатов, Пути снижения материалоемкости строительных материалов и конструкций. – К.: УМКВОУССР, 1989. - 79 с.
10. В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А.В. Мишутин, Л.И. Резникова, В.Г. Суханов / Механизм изменения структуры строительных композитов в условиях переменной влажности // Вісник ОДАБА. – В.29.- Одеса: Зовнішрекламсервіс: 2008.- С. 54-63.
11. В.С. Дорофеев, А.В. Мишутин. Повышение долговечности бетона тонкостенных гидротехнических сооружений за счет применения комплексных модификаторов // Вісник ОДАБА. – В. 27. - Одеса: Зовнішрекламсервіс. 2007, - С. 160-164.

УДК 621.039.58

**Мартirosян Микаел Варданович, Мовсисян Баграт Вагеевич**  
**Национальный политехнический университет Армении (НПУА)**  
**(Ереван, Армения)**

## **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АРМЯНСКОЙ АЭС**

**Анотация.** В современном мире атомная энергетика характеризуется очень большим потенциалом. В связи с этим все большее значение приобретает практическое решение задач по снижению опасности возникновения аварий на объектах атомной энергетике. Оценки пожарной опасности технологических процессов на АЭС свидетельствуют о том, что пожары могут реально угрожать радиационной и ядерной безопасности. Из выполненных работ по вероятностному анализу безопасности АЭС следует, что доля риска повреждения активной зоны реактора, приходящаяся на пожары АЭС Армении, не исключается.

**Ключевые слова:** Атомная электростанция, пожарная безопасность, радиация, реактор.

*Mikayel Martirosyan, Bagrat Movsisyan*  
*National Polytechnic University of Armenia*  
*(Yerevan, Armenia)*

### *FIRE SAFETY OF ARMENIAN NPP*

**Abstraction.** In the modern world, nuclear power is characterized by a very large potential. In this regard, the practical solution of the tasks of reducing the risk of accidents at nuclear power plants is becoming more important. Fire hazard assessments of technological processes at NPPs indicate that fires can actually threaten radiation and nuclear safety. From the work performed on probabilistic analysis of the safety of NPPs follows that the risk of damage to the active zone of reactor in Armenian NPPs is not excluded.

**Keywords:** Nuclear power plant, fire safety, radiation, reactor

### **Введение**

**2011** - В ночь на 23 октября было зафиксировано воспламенение в машинном отделении реактора номер два атомной электростанции в шведском городе Оскарсхамн. Пожар был быстро ликвидирован силами дежуривших работников ядерного объекта. Ядерный реактор на АЭС временно был остановлен.

**2012** - 5 апреля очаги огня и задымленность возникли в одном из отсеков здания, где располагался второй реактор на атомной электростанции "Пенле" на юге Франции, что привело к автоматической остановке реактора. Подразделения пожарных ликвидировали два очага возгорания в аварийном отсеке. В результате инцидента никто не пострадал, угрозы для окружающей среды не возникло.

**2018** - Загорелся один из трансформаторов Курской атомной электростанции, из-за чего система защиты отключила действующий энергоблок.

**ААЭС 1982**

Рис.1 Армянская атомная электрическая станция

15 октября 1982 года, в 09:58 на станции связи военизированной пожарной части охраны ААЭС получается сигнал о пожаре, вспыхнувшем в двух не зависящих друг от друга местах – в кабельных тоннелях 2-го блока (1-й блок был в обязательном ежегодном плановом обслуживании) и на насосной станции автоматической системы пожаротушения, расположенной на расстоянии 400 метров. Пожар вспыхнул в 16-й шахте атомной станции; кабели, выходящие из нее, тянулись к реактору. Все усилия персонала пожарной части охраны атомной станции, выехавшего на место происшествия, по запуску автоматической системы пожаротушения и выявлению основного очага пожара были безрезультатными. Атомная станция обесточивалась.

Пожар очень быстро и практически беспрепятственно распространялся через многочисленные кабельные изоляторы высокого напряжения, находившиеся внутри кабельного тоннеля, и угроза катастрофы превращалась в реальность.

В первые часы после аварии ситуация все ухудшалась. Усилия пожарных и оперативных сотрудников были безрезультатными. Появлялись новые очаги пожара, на разных участках слышались малые и большие взрывы.

В 12:45 становится ясно, что контроль над реактором полностью утерян. Напряжение дошло до крайности. У пульта управления можно было работать только в противогазе. Станция лишилась как внешнего, так и внутреннего энергоснабжения. Система охлаждения вышла из строя, было зарегистрировано опасное скопление водорода. Из-за поврежденной системы защиты любой контроль стал невозможным, тогда как ядерная реакция внутри продолжалась. Температура в реакторе стала повышаться, что могло привести к взрыву.

В работах участвовали 110 сотрудников пожарной службы. На многих участках они вынужденно ломали стены, чтобы подобраться к очагам пожара. Общий ущерб составил около 1 миллиона рублей (по ценам тех лет). Вышли из строя генераторы,

турбины, трансформатор, помпы механического отдела, важнейшие 20-метровые кабельные линии. И даже в отсутствие всех этих жизненно важных приборов специалистам удалось спасти атомную станцию и предотвратить взрыв реактора.

**Для обеспечения пожарной безопасности должны проводиться следующие мероприятия:**

Организационные и технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности [1]

Все производственные, административные, складские и вспомогательные помещения АЭС, должны быть оборудованы телефонной связью

На каждой АС должны выполняться организационные и технические мероприятия по оповещению и эвакуации персонала при пожаре. Для оповещения о пожаре может быть дополнительно задействована, громкоговорящая связь, звуковых устройств (сирены, ревуны).

На каждой АЭС приказом (инструкцией) должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим, в том числе:

- определены и оборудованы места для курения;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды и ветоши;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- порядок проведения постоянных и временных пожароопасных работ, осмотра и закрытия помещений после окончания работы, действия работников при обнаружении пожара;
- порядок содержания, эксплуатации и обслуживания систем и установок противопожарной защиты;
- определены порядок и сроки прохождения противопожарных инструктажей и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

#### **Установки обнаружения и тушения пожара**

Для тушения пожара на ААЭС предусмотрены установки:

- водяного пожаротушения в кабельных помещениях направления
- пенного пожаротушения маслохозяйства ТГ и ГЦН, кабельные помещения, трансформаторы пристанционного узла
- газового пожаротушения (хранилище твердых слаборadioактивных отходов ХТСО).

#### **Установки пенного пожаротушения**

Стационарная система автоматического пожаротушения воздушно-механической пеной предназначена для своевременного обнаружения, локализации и подавления пожаров в пожароопасных помещениях ААЭС.

На ААЭС предусмотрена централизованная система пожаротушения воздушно-механической пеной, включающая в себя отдельные локальные автоматизированные стационарные установки, объединенные общей закольцованной магистралью и подсоединенные к пенной насосной станции.

### **Установка газового пожаротушения**

Установка газового пожаротушения предназначена для тушения возможных пожаров в хранилище твердых слаборадиоактивных отходов.

Установка газового пожаротушения осуществляет хранение, распределение и выпуск огнегасительного состава (углекислого газа  $\text{CO}_2$ ) в защищаемое помещение ХТСО.

Установка состоит из четырех секций, по 8 баллонов в каждой секции, всего 32 баллона (емкость каждого баллона 25 кг, рабочее давление  $\text{CO}_2$  в каждом баллоне не ниже 60 кгс/см<sup>2</sup>), соединенных в два коллектора и трубопроводов для подачи углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в ХТСО.

При возникновении пожара в отсеках ХТСО срабатывает пожарная сигнализация с подачей звукового и светового сигнала. Оперативный персонал, несущий круглосуточное дежурство на ХТСО, запускает установку открытием вручную запорных вентилей на коллекторах установки.

Для исключения возможного самовозгорания веществ и материалов в ХТСО 1 (один) раз в 15 (пятнадцать) дней каждый отсек хранилища заполняется 200 кг (8 баллонов) огнегасящего состава  $\text{CO}_2$ .

После использования установки ее работоспособность должна быть восстановлена не позднее, чем через 24 (двадцать четыре) часа.

### **Стационарные установки водяного пожаротушения**

Установками водяного пожаротушения оборудованы:

- кабельные помещения береговой насосной станции-1 (БНС-1) «Севдур»;
- помещение топливных баков и минусовые отметки машинного зала дизельной электростанции.

Стационарная система водяного пожаротушения предназначена для своевременного обнаружения, локализации и подавления пожара в кабельных помещениях.

Стационарная система водяного пожаротушения включает в себя отдельные установки, подсоединенные к напорным магистральным трубопроводам технической воды.

- автоматическая пожарная сигнализация состоит из извещателей (датчиков реагирующих на дым и повышение температуры в помещении свыше 72°C), кабельных линий (для передачи сигналов) и пульта приема сигналов, установленного в помещении дежурного электромонтера БНС-1.

- при появлении дыма или повышении температуры выше 72°C датчик срабатывает датчик срабатывает.

Технические решения, приборы и оборудование по обеспечению пожарной безопасности АЭС должны отвечать требованиям сейсмостойкости, влагозащищенности, электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств.

### **Необходимость оптимизации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности АЭС [3]**

С учетом значимости объекта и, к сожалению, уже известных последствий от аварий на них, с учетом условия достаточного финансирования и использования высоконадежного оборудования пожарной автоматики на АЭС, для оптимизации мероприятий по обеспечению противопожарной защиты, сокращения сроков



выполнения проектных и строительно-монтажных работ, а также снижения расходов на обслуживание систем и установок противопожарной защиты при эксплуатации АЭС, устранения избыточности противопожарных мероприятий, приведение нормативной базы в соответствие с новыми технологическими и конструктивными решениями, характеристиками технических средств и оборудования, необходимо:

1. С участием специалистов заинтересованных министерств, ведомств и организаций разработать нормативный документ государственного уровня обязательного исполнения, в котором должны быть изложены конкретные требования, предусматривающие комплекс мер по противопожарной защите АЭС. Эти нормативные требования и необходимые мероприятия должны разрабатываться на основе анализа реальной пожарной опасности основных зданий и помещений АЭС, с учетом всего предшествующего опыта проектирования, ранее выполненных расчетноаналитических и экспериментальных исследований.

2. Провести полномасштабные натурные эксперименты по возможности возникновения и распространения пожаров в кабельных сооружениях и по кабельным трассам учитывая, что оболочка и изоляция кабелей составляет около 90 % всей пожарной нагрузки АЭС.

3. Разработать и откорректировать:

3.1. «Требования к противопожарной защите кабельных трасс, линий и кабельных сооружений при проектировании, строительстве и эксплуатации энергоблоков».

3.2. Рекомендации по проектированию:

• «Область применения и режимы работы автоматических установок и систем противопожарной защиты;

• «Область применения и режимы работы автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой (с диаметром капель менее 100 мкм);

• «Область применения и режимы работы термокабеля для различных помещений АЭС»;

• «Принципы построения системы контроля и управления противопожарной защиты и применения термокабеля»;

• «Принципы применения пассивной противопожарной защиты от проливов легковоспламеняемых и горючих жидкостей для оборудования проекта ВВЭР ТОИ.

• «Расчетно-аналитическое обоснование требований к пассивной противопожарной защите энергоблока АС».

• «Разработка рекомендаций по проектированию систем противодымной защиты помещений зоны контролируемого доступа».

3.3. Методические указания:

• «Методические указания по выполнению анализа пожарной опасности объектов»;

• «Методические указания по выполнению расчетно-аналитического обоснования границ пожароопасных зон;

• «Анализ влияния пожаров на безопасный останов и расхолаживание реакторной установки»;

• «Указания по расчету пожарных рисков в зданиях и сооружениях АЭС».

4. Определить приоритетное направление проектирования по обеспечению безопасности энергоблоков и нормативно закрепить его.

5. Регламентировать возможность и область применения, а также требования к конструктивному исполнению и надежности новых технических решений.

6. Регламентировать возможность, область применения и нормативно закрепить применение расчетно-аналитических методов при проектировании энергоблоков с новыми технологиями (например, энергоблоки с натриевым и литиевым теплоносителем, плавучие и подземные АЭС).

**Реализация комплекса вышеперечисленных научно-исследовательских работ позволит выполнить расчетно-аналитическое обоснование противопожарной защиты объекта, обосновать ее достаточность в соответствии с общими критериями безопасности АЭС, разработать новые технические и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности АС.**

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Концерн Росэнергоатом» (далее - Концерн) от 30.06.2010 № 876, разработаны и утверждены ППБ-АС-2011 «Правила пожарной безопасности при эксплуатации атомных станций»
2. ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «АЙКАКАН АТОМАЙИН ЭЛЕКТРАКАЯН» «О МЕРАХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ААЭС» УБ.ЭТД.12.ОИП-004.
3. Доклад «Ключевые проблемы обеспечения пожарной безопасности промышленных предприятий на примере объектов атомной энергетики», В.И. Захаров, с. 2-16: <http://techppe.ru>
4. «ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ» Жаворонков И.С., Ильюшонок А.В., с. 343-347

УДК 625

**Насретдинов Шамиль Ринатович**

**магистрант,**

**Губайдуллин Эрик Рустэмович**

**магистрант,**

**Научный руководитель: Давлетов Марат Шайхенурович**

**доцент, канд.техн.наук**

**УГНТУ**

**(Уфа, Россия)**

## **ПРИЧИНЫ ПОТЕРЬ УГЛЕВОДОРОДОВ И МЕТОДЫ ИХ СНИЖЕНИЯ**

**Аннотация.** В статье дается анализ причин потери углеводородного сырья при разработке и добычи, а также методы снижения данных потерь. Описаны существующие проблемы при добыче сырья, которые в дальнейшем ведут к потерям. Проблема снижения технологических потерь углеводородов (нефти и нефтяного газа) в системе сбора и подготовки продукции скважин (по маршруту нефти от скважины до потребителей) очень актуальна и ее решение имеет большое значение для нефтяной промышленности.

**Ключевые слова:** нефтегазовая компания, углеводородное сырье, потери, снижение потерь.

*Shamil Nasretdinov*

*Master's student,*

*Gubaidullin Erik Rustemovich*

*Master's student,*

*Scientific supervisor: Davletov Marat Shaikhenurovich*

*Docent, Candidate of Engineering*

*USPTU*

*(Ufa, Russia)*

## **CAUSES OF HYDROCARBON LOSSES AND METHODS OF THEIR REDUCTION**

**Annotation.** The article analyzes the reasons for the loss of hydrocarbon raw materials during development and production, as well as methods for reducing these losses. The existing problems in the extraction of raw materials, which in the future lead to losses, are described. The problem of reducing the technological losses of hydrocarbons (oil and petroleum gas) in the system of collecting and preparing well products (along the route of oil from the well to consumers) is very relevant and its solution is of great importance for the oil industry.

**Keywords:** oil and gas company, hydrocarbon raw materials, losses, loss reduction.

На данный момент времени в РФ разрабатывается более 2000 нефтяных месторождений. В то время как выработка наиболее крупных из них произошла лишь на 65%. Для того, чтобы обеспечить полную выработку месторождений необходимо

соблюдать рациональные и полные решения по использованию всех углеводородных ресурсов (газ, конденсат, нефть). Однако существует большое количество проблем, препятствующих полной добыче нефти, которые оказывают пагубное влияние не только на систему производства, но и на экономическую прибыль компании.

Среди основных причин, влияющих на потери углеводородов можно отметить следующие [4, с. 89]:

- естественные;
- технологические;
- аварийные.

Кроме данной классификации существует также классификация потерь по качественному и количественному составу.

Естественные потери объясняются физико-химическими свойствами углеводородного сырья. Пребывание в них легких фракций позволяет им испаряться из резервуаров и проникать даже в самые незначительные трещины в уплотнителях труб, уплотнениях сальников насоса и так далее.

Аварийные потери связаны с различного рода аварийными ситуациями на местах добычи углеводородов (повреждения трубопровода, резервуара, поломка оборудования и т.д.)

Технологические потери связаны с поломкой сепараторов всех этапов разделения газов, а также негерметизированными резервуарами в товарных парках, резервуарах для очистки [3, с. 67].

Количественные потери нефтепродуктов обусловлены неудовлетворительным состоянием объектов и оборудования магистральных трубопроводов и резервуарных парков.

Качественные потери возникают в результате смешения, загрязнения, обводнения, окисления нефтепродуктов.

Снижение потерь углеводородного сырья является выполнимой, но довольно сложной задачей.

Самым логичным решением будет уменьшение количества используемых резервуаров или увеличение производительности некоторых из них, путем изменения конструкции не только самого резервуара, но и оборудования внутри. Новейшие технологии позволяют устанавливать более совершенные по технологии дыхательные клапаны, которые позволяют уменьшить потери от дыханий. Так же не секрет, что применяются различные установки по улавливанию легких фракций, что так же уменьшает унос углеводородов в атмосферу.

На рисунке 1 рассмотрим способы сокращения потерь нефтепродуктов от испарения.



Рисунок 1 – Способы сокращения потерь нефтепродуктов от испарения [1, с. 88]

Самый простой способ уменьшить испарение - это тепловая защита резервуаров. В качестве тепловой защиты могут служить краска на поверхности резервуара, различные типы изоляции тепла и экраны, метод орошения водой.

Порой, дабы уменьшить потери углеводородов, технологии требуют изменения конструкции резервуаров, на более совершенный тип. Применяют каплевидные резервуары, с наличием вентилируемой крыши или с плавающей.

Сократить потери можно использовав газовые соединения между резервуарами, в которых хранится один и тот же тип продукта. То есть, газовая обвязка позволяет конденсировать пары нефти в отдельном резервуаре, тем самым избежать выделений углеводородов в атмосферу.

Для уменьшения газового пространства иногда используют плавающие крыши и понтоны, которые уменьшают потери нефтепродуктов.

Уменьшают газовое пространство и следующие технологии: микрополые шарики и защитные эмульсии. Их принцип состоит в следующем, при вводе их в нефтепродукт, на его поверхности образуется защитная пленка. Использование микрополых шариков и защитных эмульсий позволяет снизить потери до 80%.

Следующий метод состоит в следующем – существуют так называемые отражающие диски. Суть дисков заключается в том, что их диаметр значительно больше диаметра дыхательных клапанов. При движении воздуха через дыхательный клапан в сторону диска, его направление меняется в результате отражения этим диском, и весь поток направляется в свободное пространство резервуара, не смешиваясь с углеводородами.

Таким образом концентрация паровоздушной смеси вблизи поверхности резервуара снижается. Использование отражающего диска приводит к значительному снижению потерь нефтепродуктов при дыхании, а также является недорогим решением [5, с. 118].

Тем не менее, использование этого метода рекомендуется только в резервуарах с большой вместимостью.

Одним из решений этой проблемы является использование адсорбентов. Суть этого метода заключается в адсорбции паров нефтепродуктов с последующей их десорбцией и конденсацией. Этот метод подходит при перекачке, при перемещении больших количеств паров нефтепродуктов из резервуаров. Недостатком адсорбентов является высокая воспламеняемость некоторых из них, а также необходимость установки дополнительного оборудования для их десорбции.

Установка компрессионных систем также позволяет снизить потери нефтепродуктов при их испарении. Особенностью данного способа является замыкание резервуара с напорной линией. Процесс работы этой установки, следующий: при впрыске нефтепродуктов в паровую смесь бака (ПВС) эжектор увеличивается за счет увеличения уровня топлива в резервуаре. В свою очередь топливо, также проходящее через эжектор, несет ПВС, что вызывает снижение давления в газовом пространстве резервуара.

Кроме того, топливо, смешанное с ПВС, конденсирует пары нефтепродуктов и, когда оно проходит через сепаратор, происходит разделение.

Одним из способов снижения потерь нефтепродуктов является правильная организация технологических процессов. Для этого необходимо рассмотреть работу склада ГСМ в целом, в частности: сократить количество внутренних перекачек до минимума, хранить нефтепродукты в заполненных резервуарах (не распылять их на резервуары), следить за надлежащим функционированием клапанов, герметизировать все устройства и конструкции и т. д. [2, с. 24]

Используя этот подход при работе на складе ГСМ, можно избежать ненужных потерь, связанных с неправильным подходом к планированию работы склада.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Абузова, Ф.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении, М., Недра, 1981.
2. Байков, Н.М. Позднышев, Г.Н. Мансуров, Р.И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. М., Недра, 1981.
3. Бараз, В.И. Сбор, подготовка и транспортирование нефтяного газа: Справочник рабочего, М., Недра, 1987.
4. Гуреева М.А. Экономика нефтяной и газовой промышленности / М.А. Гуреева // –М.: Академия, 2012. – 240 с.
5. Едигаров, С. Г. Бобровский, С.А. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и газохранилищ, М., Недра, 1973.

УДК 625

**Насретдинов Шамиль Ринатович**

**Магистрант,**

**Губайдуллин Эрик Рустэмович**

**Магистрант**

**Научный руководитель: Давлетов Марат Шайхенурович**

**доцент.канд.техн.наук, УГНТУ**

**(Уфа, Россия)**

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ НЕФТИ НА СОВРЕМЕННЫХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

**Аннотация.** В статье дается анализ особенностей процесса стабилизации нефти на современных нефтяных месторождениях. Растворенные газы часто улетают в потерях при плохой герметизации системы сбора скважинной продукции, при перемещении нефти от забоя до УКПН. В то же время при испарении частично уносятся легкие фракции, такие как метан, этан и пропан, и фракции, которые являются более тяжелыми, бутан, пентан.

**Ключевые слова:** стабилизация нефти, нефтяное месторождение, нефтегазовая компания, углеводородное сырье, потери, снижение потерь.

*Shamil Nasretdinov*

*Master's Student,*

*Gubaidullin Erik Rustemovich*

*Master's student*

*Scientific supervisor: Davletov Marat Shaikhenurovich*

*Docent, Candidate of Engineering, USPTU*

*(Ufa, Russia)*

## **FEATURES OF THE OIL STABILIZATION PROCESS IN MODERN OIL FIELDS**

**Annotation.** The article analyzes the features of the process of oil stabilization in modern oil fields. Dissolved gases often fly away in losses due to poor sealing of the well product collection system, when moving oil from the bottom to the UCP. At the same time, light fractions, such as methane, ethane, and propane, and fractions that are heavier, butane, and pentane, are partially carried away during evaporation.

**Keywords:** oil stabilization, oil field, oil and gas company, hydrocarbon raw materials, losses, loss reduction.

Зачастую, на практике добываемая нефть может содержать растворенные газы, такие как N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S и другие, а также углеводороды легких фракций в различных количествах. В то время как полная герметизация систем сбора – это скорее утопия для нефтяников всего мира. Так как в наше время, транспорт углеводородов на любой стадии, не возможен без соответствующих потерь, которые складываются из-за разных причин.

Поэтому первоочередно требуется отделить газы и легкие углеводородные фракции в полевых условиях и отправить их на дальнейшую переработку.

Основная борьба с причинами потерь нефти должна начаться, как только она покинет скважину. Рациональные решения по уменьшению потерь углеводородных соединений включает в себя продуманное строительство систем сбора, с соответствующим оборудованием и соответствующими технологиями стабилизации нефти [2, с. 105].

Также данная борьба имеет название стабилизации нефти. Стабилизация нефти означает извлечение легких углеводородных соединений, которые чаще всего представляются газообразными при стандартных условиях, с целью их будущего использования в нефтяной сфере. Степень стабилизации нефти включает в себя такие факторы как: объемы добываемой скважинной продукции, содержания углеводородных соединений легких фракций, технологии использования продуктов стабилизации. Как правило на данный момент имеет место два разных типа стабилизации нефти - сепарация и ректификация.

Сепарация - процесс разделения углеводородов легких фракций и ПНГ от нефти благодаря однократному или многократному испарению благодаря снижению давления (часто нагревая нефть на более раннем этапе).

Ректификации нефти заключается в следующем: нефть разделяется на фракции, в результате нагрева до определенной температуры, при этом выделяются фракции, различающиеся по температуре кипения.

Те фракции, которые кипят при более низкой температуре называются легкими, а при более высокой – тяжелыми.

Многоступенчатая сепарация нефти и газа позволяет нефтяникам получать на самых ранних этапах метан, который используется в личных нуждах, и более тяжелые углеводороды на последующих этапах.

В большинстве случаев на производстве применяют метод сепарации. Сепаратором называют емкость, в которой газ отделяется от нефти.

Так же в сепараторе наблюдается и возможное разделение воды от нефти.

Сепараторы бывают первой, второй и концевой ступенью сепарации, в зависимости от системы сбора. Так же могут быть выполнены в виде сферы или цилиндра, находится в вертикальном и горизонтальном положении

Могут основываться на принципах действия сил гравитации, центробежной силы, основываться на взаимодействии ультразвука и др. Сепараторы могут использоваться для замера или непосредственно для работы [1, с. 133].

Рабочее давление определяется в диапазоне от 0,6 до 2,5 и более.

В сепараторах разделяют основную, осадительную, отборную и каплеуловительную секции. Главный процесс отделения газа от нефти начинается в основной секции. Осадительная секция – в ней происходит процесс выделения газа в виде пузырьков. В секции отбора – нефть собирается и удаляется из сепаратора. Верхняя зона сепаратора служит для ловли капельной нефти и называется каплеуловительной секцией [3, с. 86].



Объем жидкости, который захватывается газом и количество газа, оставшееся в нефти после разделения, характеризует эффективность аппарата. Чем ниже эти показатели, тем эффективнее устройство.

Система сбора и подготовки нефти и газа одна из важнейших систем на производстве, а ее выбор очень сильно зависит от типа нефти, ее состава и физико-химических свойств.

Технологии, которые будут применять целиком опираются на исследования этих параметров.

И с точки зрения сбора и подготовки нефти, одним из важнейших параметров, который оказывает огромное влияние эту систему и создает проблемы, с которыми придется ей столкнуться и решить является давление насыщение паров.

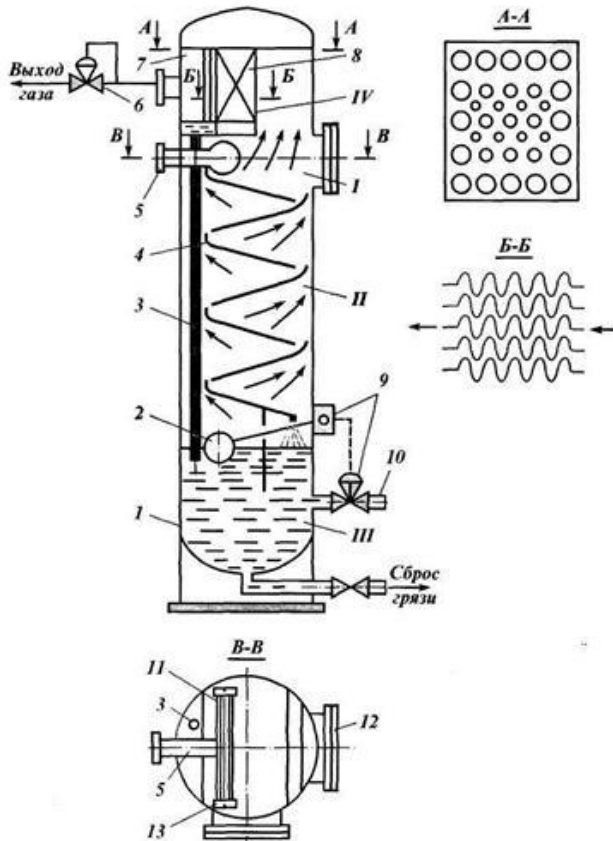
В вертикальном цилиндрическом гравитационном сепараторе газонефтяная смесь через патрубок поступает в раздаточный коллектор и через щелевой выход попадает в основную сепарационную секцию I. В осадительной секции II из нефти при ее течении по наклонным плоскостям происходит дальнейшее выделение окклюдированных пузырьков газа.

Конструкция вертикального сепаратора представлена на рисунке 1.

Разгазированная нефть поступает в секцию ее сбора III, из которой через патрубок отводится из сепаратора. Газ, выделившийся из нефти на наклонных плоскостях, попадает в каплеуловительную секцию IV, проходит через жалюзийную насадку и по трубопроводу выходит из сепаратора. Капли нефти, захваченные потоком газа и неупевающие осесть под действием силы тяжести, в жалюзийных решетках прилипают к стенкам и стекают по дренажной трубке в секцию сбора нефти [1, с. 127].

Гидроциклонный двухемкостной сепаратор имеет следующий принцип работы. Нефть, насыщенная газом через тангенциальный вход, поступает в головку гидроциклона, где благодаря центробежной силе нефтегазовая смесь разделяется на независимые потоки. В верхней емкости, где поток нефти и газа разделен, нефть течет вдоль направляющей полки к угловому разбрызгивателю, в котором поток нефти распадается на отдельные потоки и происходит дополнительное выделение газа. По сливной полке дегазированная нефть собирается в нижней емкости сепаратора. Когда нижняя емкость достигает определенного объема нефти, регулятор уровня поплавка направляет дегазированную нефть в отводной трубопровод через привод.

В дальнейшем газ, отделенный от нефти в дегазаторе, проходит через перфорированные перегородки верхнего резервуара, где скорость газа выравнивается, а жидкость частично выпадает. Окончательная очистка газов происходит в жалюзийной насадку. А жидкость, отделенная от газа дренажной трубкой, поступает в нижнюю емкость.



1 – корпус; 2 – поплавок; 3 – дренажная трубка; 4 – наклонные плоскости; 5 – патрубок для ввода газожидкостной смеси; 6 – регулятор давления; 7 – перегородка для выравнивания скорости газа; 8 – жалюзийная насадка; 9 – регулятор уровня; 10 – патрубок для сброса нефти; 11 – раздаточный насадок; 12 – люк; 13 – заглушка; секции: I – сепарационная; II – осадительная; III – отбора нефти; IV – каплеуловительная  
 Рисунок 1 – Вертикальный сепаратор [4, с. 159].

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Байков, Н.М. Позднышев, Г.Н. Мансуров, Р.И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. М., Недра, 1981.
2. Бараз, В.И. Сбор, подготовка и транспортирование нефтяного газа: Справочник рабочего, М., Недра, 1987.
3. Смирнов, А.С. Сбор и подготовка нефтяного газа на промысле, М., Недра, 1971.
4. Персиянцев, М.Н. Совершенствование процессов сепарации нефти от газа в промысловых условиях, М., ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999.

УДК 621.45.038.7

Овчинников Евгений Витальевич

Учреждение образования «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы» (Гродно, Беларусь)

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ

В данной статье исследованы физико-механические характеристики, электроискровых покрытий, сформированных на металлических субстратах. Установлено, что технологические параметры формирования электроискровых покрытий оказывают существенное влияние физико-механические характеристики модифицированных материалов.

**Ключевые слова:** физико-механические характеристики, электроискровые покрытия, металлы, технология.

*Auchynnikaŭ Yauheni*

*Yanka Kupala State University of Grodno  
(Grodno, Belarus)*

## PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ELECTROSPARK COATINGS

*This article examines the physical and mechanical characteristics of electrospark coatings formed on metal substrates. It was found that the technological parameters of the formation of electrospark coatings have a significant impact on the physical and mechanical characteristics of the modified materials.*

**Key words:** *physical and mechanical characteristics, electrospark coatings, metals, technology.*

Материалы на основе титана нашли широкое применение в различных отраслях промышленности и медицины: нефтехимической, аэрокосмической, судостроительной, при производстве протезов и различного медицинского инструмента. Такой широкий спектр использования титановых материалов обусловлено уникальными свойствам данных сплавов: высокая удельная прочность, высокий модуль упругости, химическая инертность, низкая плотность, хорошая совместимость с биологическими тканями. Основными недостатками материалов и покрытий на основе титана является низкая твердость, высокая вязкость, низкая стойкость к коррозии в газовых средах при температурах выше 873 К. Данные недостатки ограничивают применение покрытий и материалов на основе титана в качестве антифрикционных изделий. Для устранения данных недостатков титановых материалов применяют композиционные системы на основе алюминидов и силицидов титана. Согласно данных работ алюминиды титана  $Ti_xAl_y$  - перспективные соединения для использования в качестве стойких к окислению и антифрикционных покрытий на титановых сплавах и сталях за счет обеспечения высокой адгезии к титановой и стальной подложке. Формирование титановых покрытий на подложках различной природы осуществляются различными методами: плазмо-

химического осаждения, ионной имплантации, газопламенного и вакуумно-дугового напыления. Несмотря на достаточно большой срок открытия электроискрового легирования, данный метод остается перспективным в области создания сверхтвердых и износостойких слоев. Данный метод формирования покрытий основан на явлении полярного переноса материала от анода к катоду в условиях микродуговых электрических разрядов. [1-4].

Целью данного этапа является исследование физико-механических характеристик наноконпозиционных покрытий с различным строением исходных металлических матриц.

Для исследований применяли следующие составы электродов, представленные в таблице 1-3. Покрытия ЭИЛ формировали на металлических подложках различной структуры и химического состава: ВТ6, ВТ1, 40Х13 (таблица 1-3).

В качестве исследуемых физико-механических характеристик покрытий были определены следующие параметры: микротвердость, шероховатость поверхности, поверхностная энергия. Формирование покрытий осуществляли на установке «Impuls-1А» (производство Института прикладной физики Академии Наук Молдовы).

Таблица 1

Состав электродов и технологические параметры формирования покрытий ЭИЛ на титановом субстрате ВТ6.

Режим формирования покрытия, Дж	ВТ6 (субстрат)			
	1	2	3	4
0,9	Ti+Al+C	Ti+Al+N	Ti+C	Ti+Si+C

Таблица 2

Состав электродов и технологические параметры формирования покрытий ЭИЛ на стальном субстрате 40Х13.

Режим формирования покрытия, Дж	40Х13 (субстрат)			
	5	6	7	8
0,9	Ti+Al+C	Ti+Al+N	Ti+C	Ti+Si+C

Таблица 3

Состав электродов и технологические параметры формирования покрытий ЭИЛ на стальном субстрате ВТ1.

Режим формирования покрытия, Дж	ВТ1 (субстрат)							
	9	11	13	15	17	19	21	23
0,9	Ti+Al+C	Ti+Si+C	Ti+Al+N	Ti+C	C	Cr+C	Mo+C	W+C
	10	12	14	16	18	20	22	24
3	Ti+Al+C	Ti+Si+C	Ti+Al+N	Ti+C	C	Cr+C	Mo+C	W+C

Для измерения микротвердости покрытий, сформированных на металлах, использовали микротвердомер НВММТ-Х7. Принцип действия прибора основан на изменении линейной величины диагонали отпечатка  $s$ , полученного от вдавливания

алмазной пирамиды в исследуемый материал под определенной нагрузкой. Также проводилось измерение твердости подложек с покрытием методом динамического индентирования на приборе Portable Handress Tester SKD-552.

На рисунках 1 приведены значения микротвердости композиционных покрытий, сформированных методом ЭИЛ на стальном и титановом субстрате.

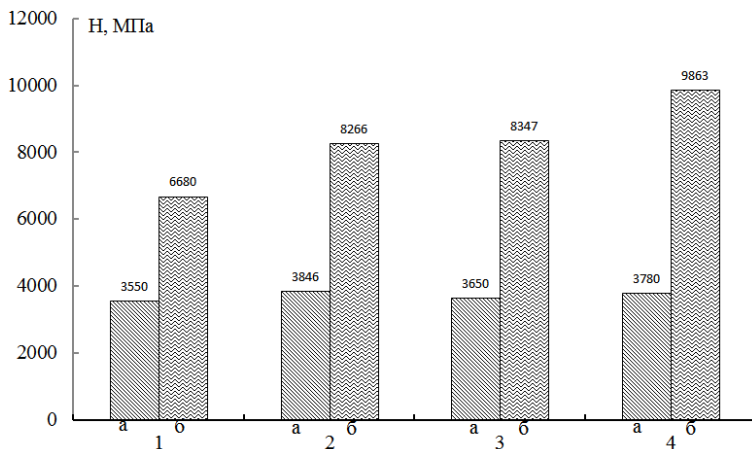


Рисунок 1. Значения микротвердости покрытий ЭИЛ, сформированных на титановой подложке (составы электродов и режимы нанесения приведены в таблице 1, нагрузка на алмазную пирамиду составляло  $m=100$ гр). а-подложка, б-покрытие.

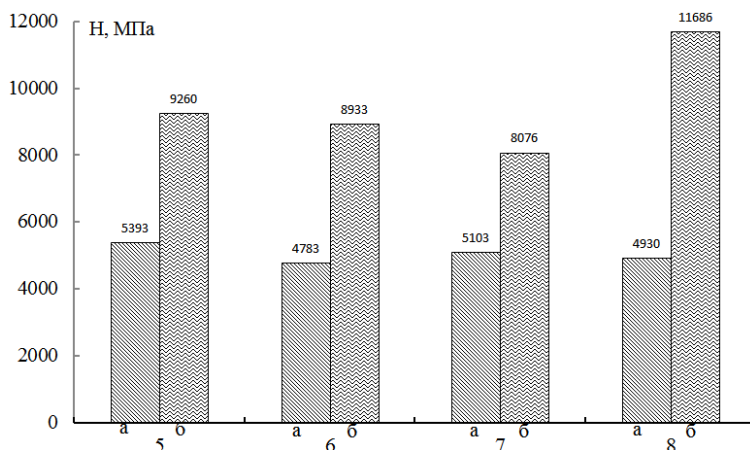


Рисунок 2. Значения микротвердости покрытий ЭИЛ, сформированных на стальной подложке (составы электродов и режимы нанесения приведены в таблице 2, нагрузка на алмазную пирамиду составляло  $m=100$ гр). а-подложка, б-покрытие.

Исходя из представленных данных на рисунках 1-2 видно, что наибольшими прочностными характеристиками обладают покрытия состава Ti+Si+C. Данный эффект увеличения физико-механических характеристик при обработке электродами состава 4 и 8 (таблица 1-2) не зависит от типа подложки на которой формируется покрытие. С учетом того, что обычно толщина покрытий формируемых методом ЭИЛ не превышает более 200 мкм, а также метод измерения микротвердости позволяют определить изменения физико-механических характеристик лишь в поверхностном слое было предложено применить метод динамического индентирования для определения объемных параметров твердости композиционной системы «покрытие ЭИЛ-металлический субстрат». Такой подход в ряде случаев является более информативным, т.к. в процессах эксплуатации изделий машин и механизмов в большинстве случаев «работает» не только поверхностный слой, но и объем самого материала. Это обусловлено тем, что внешние факторы вызывают различного вида действия, которые могут вызывать изменение в структуре на миллиметровом или сантиметров расстоянии от центра воздействия.

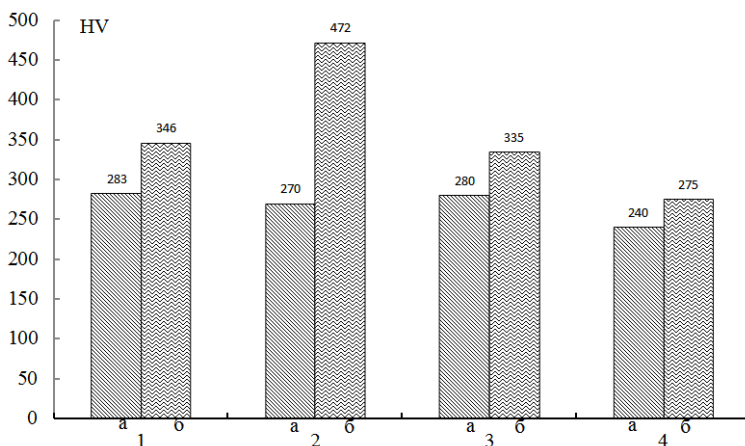


Рисунок 3. Значения твердости покрытий ЭИЛ, сформированных на титановой подложке (составы электродов и режимы нанесения приведены в таблице 1). а- подложка, б-покрытие. а-подложка, б-покрытие.

На рисунке 3-4 приведены результаты исследований прочностных характеристик покрытий ЭИЛ методом динамического индентирования.

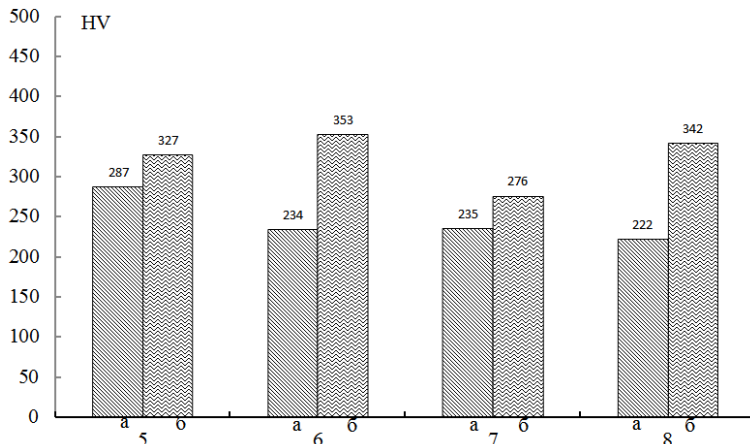


Рисунок 4. Значения твердости покрытий ЭИЛ, сформированных на стальной подложке (составы электродов и режимы нанесения приведены в таблице 2). а-подложка, б-покрытие.

Представленные результаты исследований на рисунках 3-4 показывают относительную корреляцию с данными полученными методом определения значений микротвердости. Покрытие состава Ti+Si+C, сформированное на стальной подложке не зависимо от метода измерений является наиболее твердым из всего класса исследуемых покрытий. Таким образом, метод динамического индентирования возможно применять в качестве экспресс-анализа прочностных характеристик покрытий ЭИЛ, сформированных на металлических подложках. На рисунке 5 приведены значения твердости систем «покрытие ЭИЛ-металлическая подложка», сформированных на субстрате из титанового сплава ВТ1. Согласно, полученных данных для большинства составов наблюдается увеличение прочностных характеристик (составы №14, 17, 21-24). Для составов №21-24 существует зависимость увеличения физико-механических характеристик с увеличением энергии разряда. Низкие значения прочностных характеристик покрытий ЭИЛ по сравнению с подложкой на которых они формировались, наблюдаются у составов №13, 15, 16, 19, 20.

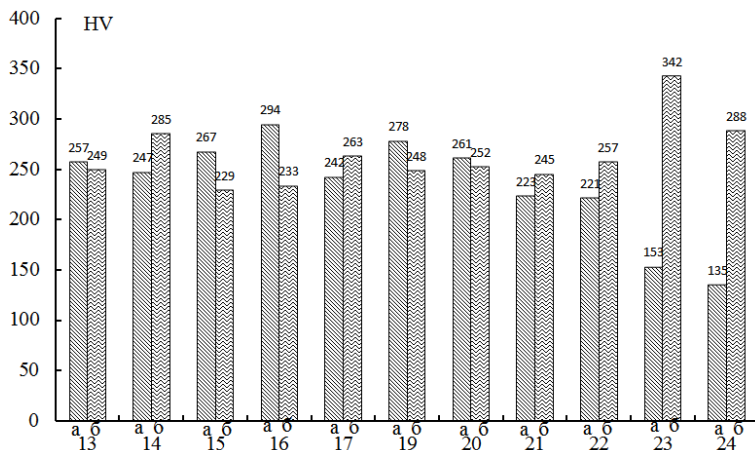


Рисунок 5. Значения твердости покрытий ЭИЛ, сформированных на титановой подложке (составы электродов и режимы нанесения приведены в таблице 3). а-подложка, б-покрытие. а-подложка, б-покрытие.

Данный эффект возможно обусловлен высокими внутренними напряжениями, которые характерны для данного класса покрытий. В результате динамического воздействия бойка индентора прибора может происходить разрушение покрытия, его полное или частичное разрушение, что в конечном счете приводит к снижению значений твердости, определяемых динамическим методом.

Таким образом, формирование электроискровых покрытий на металлических поверхностях приводит к увеличению значений микротвердости. Повышение прочностных характеристик поверхностных слоев системы «покрытие ЭИЛ-металлическая подложка» в общем случае должна приводить к увеличению износостойкости данной системы. Однако проведенные исследования по определению твердости методом динамического индентирования показали неоднозначность увеличения значений твердости для ряда покрытий, формируемых методом электроискрового легирования. Исследования проводились в рамках проекта Т19МЛДГ-004.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1. Структурные особенности нанокomпозиционных покрытий, получаемых методом электроискрового легирования / Е. В. Овчинников [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2020. – № 1. – С. 93–100.
2. Коррозионностойкие нанокomпозиционные покрытия, получаемые методом электроискрового легирования / Н. Н. Казак [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2020. – № 2. – С. 70–76.
3. Овчинников, Е. В. Технология синтеза наноструктур при электроискровом легировании / Е. В. Овчинников, В. В. Михайлов, Н. М. Чекан // Актуальные



- проблемы прочности: монография; под ред. В. В. Рубаника. – Молодечно, 2020. – С. 345–358.
4. Физико-механические характеристики нанокomпозиционных покрытий, формируемых методом электроискрового легирования / В. В. Михайлов [и др.] // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер. 6, Тэхніка. – 2019. – Т. 9, № 2. – С. 45–53.
  5. Лазаренко Б. Р., Лазаренко Н. И. Электроискровая обработка токопроводящих материалов. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 183 с
  6. Лазаренко Н. И. Электроискровое легирование металлических поверхностей. – М.: Машиностроение, 1976. – 46 с.
  7. Лазаренко Б. Р., Городекин Д. И., Краснолоб К. Я. Динамическая теория выброса материала электрода коротким электрическим импульсом и закономерности образования ударных кратеров //

**Остьянко Виктория Владимировна**  
магистрант

**Научный руководитель: Новожилова Наталья Сергеевна**  
канд. техн. наук, доцент

**Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет**  
(Санкт-Петербург, Россия)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АРОЧНЫХ И ПЕРЕКРЕСТНЫХ АРОЧНЫХ СИСТЕМ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОТИВ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ КВАЗИСТАТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ЛИНЕЙНОЙ ПОСТАНОВКЕ**

**Аннотация.** Предметом исследования является исследование напряженного состояния обычных арочных покрытий и перекрестных арочных систем покрытий при работе на устойчивость против прогрессирующего обрушения.

Цель – изучение особенностей работы конструкций перекрестных арочных систем, в сравнении с работой конструкций обычных арочных покрытий, на устойчивость против прогрессирующего обрушения.

Методология настоящей работы заключается в: изучении литературных источников; моделировании ситуации; численном методе расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения квазистатическим методом в линейной постановке (с использованием программного комплекса Лира- САПР 2017) конструкций перекрестных арочных систем на квадратных планах с пролетами 30,0 м, 45,0 м и 60,0 м с подъемами стрелы арок, составляющими  $f=1/4L$ ,  $f=1/6L$ ,  $f=1/8L$ , в сравнении с работой конструкций обычных арочных покрытий на аналогичных планах и с аналогичными стрелами подъема; теоретическом анализе; последующих выводах и рекомендациях.

Полученные результаты исследования позволяют доказать, что перекрестные арочные системы обладают большей устойчивостью к прогрессирующему обрушению, в сравнении с обычными арочными системами.

**Ключевые слова:** прогрессирующее обрушение; устойчивость против прогрессирующего обрушения; железобетонные конструкции; перекрестные арочные системы; арочные покрытия; пространственные конструкции; напряженно-деформированное состояние.

*Ostyanko Victoria Vladimirovna, Master's student,  
Research Supervisor: Novozhilova Natalia Sergeevna  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering  
(St. Petersburg, Russia)*

THE OPERATION RESEARCH OF ARCH AND CROSS-ARCHED SYSTEMS FOR RESISTANCE  
AGAINST THE PROGRESSIVE COLLAPSE BY THE QUASISTATIC METHOD IN A LINEAR  
DEPENDENCE

**Abstract.** The subject of the research is to study the stress state of conventional

*arched systems and cross-arched roofing systems when working for stability against progressive collapse.*

*The objective is to study the structure operation features of cross-arched systems for stability against progressive collapse compared to the conventional arched systems.*

*This work's methodology consists of the literary sources study; situation modeling; a numerical method for calculating stability against progressive collapse by a quasistatic method in a linear dependence (using the LIRA-SAPR 2017 softwarepackage) of structures of cross-arched systems in square plans with spans of 30.0 m, 45.0 m and 60.0 m respectively with arches boom lifts, constituting  $f = 1/4L$ ,  $f = 1/6L$  and  $f = 1/8L$ , in comparison with the work of conventional arched roofs structures in similar plans and with similar lifting arrows; theoretical analysis; subsequent conclusions and recommendations.*

*The research results make it possible to prove that the cross-arched systems are more resistant to progressive collapse, in comparison with the conventional arched systems.*

**Keywords:** *progressive collapse; resistance against progressive collapse; reinforced concrete structures; cross-arched systems; arched coverings; spatial structures; stress-strain state.*

Решение рассмотрения перекрестных арочных систем было основано на доказанной эффективности применения перекрестных балочных систем. Использование перекрестных арочных систем позволяет создать пространственную конструкцию, которая более рационально работает на больших пролетах при действии как распределенных, так и сосредоточенных нагрузок, что приводит к уменьшению поперечных сечений и, соответственно, к экономии строительных материалов. Следовательно, перекрестные арочные системы могут найти широкое применение при проектировании различных зданий и сооружений как в новом строительстве, так и при реконструкции.

Перекрестные арочные системы обладают рядом преимуществ, среди которых одним из важнейших является устойчивость против прогрессирующего обрушения. Предпосылками к данному расчету служат требования норм [1, п. 5.1] и [2, п. 6.3]. Таким образом, исследование данного типа конструкций является актуальным, которое ранее не рассматривалось и не изучалось.

Основной целью является изучение особенностей напряженно-деформированного состояния конструкций перекрестных арочных систем на устойчивость против прогрессирующего обрушения, и сравнение с работой обычных арочных систем. Для достижения этой цели проведен расчет арочных и перекрестно-арочных систем на квадратном плане при пролетах 30,0 м, 45,0 м и 60,0 м с различными подъемами стрелы арки  $f = 1/4L$ ,  $f = 1/6L$ ,  $f = 1/8L$  квазистатическим методом на основании [3] в линейной постановке и выполнен анализ полученных результатов.

Выбор данного метода обусловлен, в первую очередь, простотой практического применения, а также большим количеством публикаций, вносящих ценный теоретический вклад в сглаживание погрешности замены динамической задачи статической [4]. В линейных задачах принята линейная зависимость между

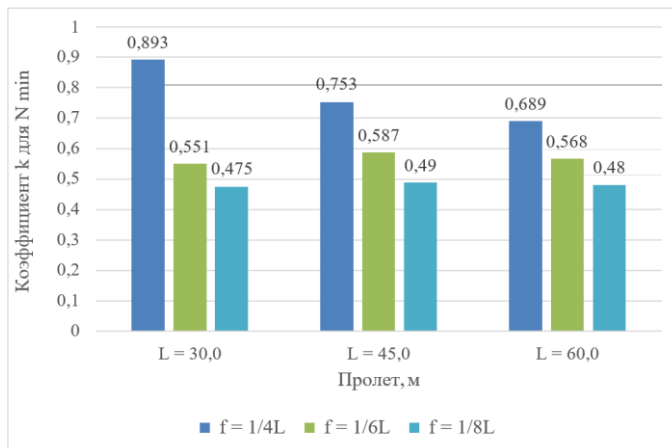
нагрузками и перемещениями. Напряжения и деформации связаны также линейным законом Гука. Для линейных задач справедлив принцип суперпозиции и независимости действия сил.

Расчет произведен под воздействием следующих нагрузок: собственный вес железобетонной конструкции, нагрузка от конструкции покрытия, снеговая нагрузка, ветровая нагрузка согласно рекомендациям [5].

Согласно требованиям [3] к расчетным моделям, для анализа использована модель, в которой учитывается взаимодействие с грунтовым основанием. Расчетные характеристики заданы как нормативные, умноженные на коэффициент условий работы по [6]. В соответствии с п. 7.4 по [3] предусмотрен поэтапный расчет арочных и перекрестных арочных систем на устойчивость против прогрессирующего обрушения. При расчете определено напряженно-деформированное состояние конструкций в доэксплуатационный период и в условиях нормальной эксплуатации. Расчет сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения произведен по деформированной схеме. Рассмотрено от 4 до 6 возможных сценариев локальных отказов для каждой системы. В соответствии с требованиями норм [3] рассматривались локальные отказы несущих конструкций, включая угловые и торцевые колонны по п. 4.5.2 - 4.5.4 [3]. Согласно п. 7.6 [3], рассматривался один локальный отказ независимо от остальных.

При анализе полученных результатов было произведено сравнение напряженно-деформированного состояния обычных арочных и перекрестных арочных систем в условиях нормальной эксплуатации.

Принимая во внимание, что в арочных системах максимальными являются продольные сжимающие усилия, которые по значению существенно превосходят все остальные усилия, был выведен график зависимости коэффициента  $k=N_{min}(p)/N_{min}(o)$  (отношение усилий, возникающих в перекрестной арочной системе к усилиям, возникающим в обычной арочной системе) в зависимости от пролета при различных высотах стрелы подъема, график представлен на рис. 1.



**Рисунок 1. График зависимости  $k=N \min(p)/N \min(o)$  от пролета  $L$  при различных высотах стрелы подъема перекрестных арок  $f$**

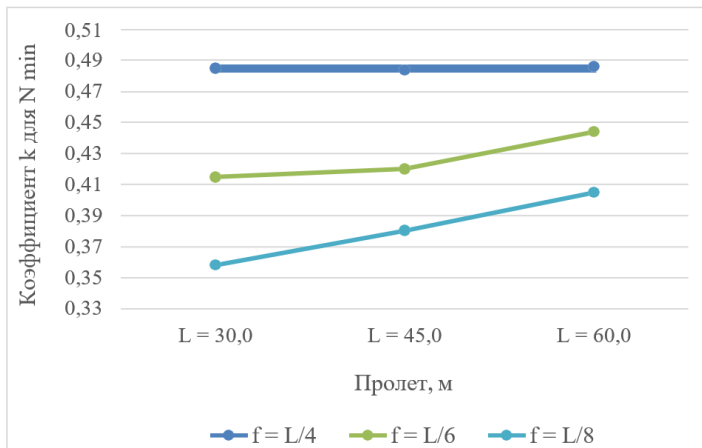
Следовательно, в условиях нормальной эксплуатации в перекрестных арочных системах по сравнению с обычными арочными системами продольные сжимающие усилия снижаются:

- для систем с высотой стрелы подъема  $1/6L$  и  $1/8L$  в среднем на 47%;
- для высоких перекрестных арочных систем с высотой стрелы подъема  $1/4L$  в среднем на 20%.

А при расчете устойчивости против прогрессирующего обрушения квазистатическим методом в линейной постановке в перекрестных арочных системах по сравнению с обычными арочными системами было констатировано, следующее:

- продольные сжимающие усилия имеют снижение для высоких перекрестных арочных систем с высотой стрелы подъема  $1/4L$  в 2,0 раза;
- продольные сжимающие усилия имеют снижение для систем с высотой стрелы подъема  $1/6L$  и  $1/8L$  в среднем в 2,6 раза;
- величина изгибающих моментов также снижается приблизительно в 2-2,6 раза;
- снижение поперечных сил колеблется в пределах 20-50%;
- прогиб снижается в среднем на 50-70%.

При расчете на устойчивость против прогрессирующего обрушения график зависимости коэффициента  $k=N \min(p)/N \min(o)$  от пролета при различных высотах стрелы подъема представлен на рис. 2.



**Рисунок 2. График зависимости  $k=N \min(p) / N \min(o)$  от пролета  $L$  при различных высотах стрелы подъема арок  $f$**

Полученные результаты исследования позволяют доказать, что перекрестные арочные системы обладают большей устойчивостью к прогрессирующему обрушению, в сравнении с обычными арочными системами при равных параметрах перекрываемого пролета, стрелы подъема арок, жесткостных параметрах конструкций. Таким образом, такие покрытия имеют существенные преимущества при применении в различных зданиях и сооружениях с большими пролетами как в новом строительстве, так и при реконструкции.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменениями N 1, 2) – Москва: Минрегион России. Официальное издание, 2011 год.
2. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1-4) – Москва: Минрегион России. Официальное издание, 2014 год.
3. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения (с Изменением N 1) – Москва: Стандартинформ. Официальное издание, 2018 год.
4. Колчунов, В. И. Живучесть нагруженных и коррозионно-повреждаемых рамно-связевых железобетонных конструкций при внезапной потере устойчивости несущих элементов / В. И. Колчунов, Н. О. Прасолов, А. С. Бухтиярова // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – №12. – С. 42-47.
5. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* – Взамен: СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия; введ. с 27.12.2010 по 1.08.2020. – Москва: Минрегион России. Официальное издание, 2011 год.
6. СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия (с Изменением N 1) – Москва: Стандартинформ. Официальное издание, 2017 год.

УДК 60

**Отемисова Айжан Арыстанкызы**  
магистрант второго курса  
Южно-Казахстанский Университет им. М. Ауэзова  
(Шымкент, Казахстан)

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСА МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

**Аннотация.** В настоящее время переработка отходов растительного сырья в промышленно важные продукты представляет большой практический интерес. С этой целью нами разработана методика ферментативного гидролиза рисовой шелухи комплексом микроорганизмов для дальнейшего получения дополнительных продуктов для различных отраслей промышленности.

**Ключевые слова:** ферментативный гидролиз, лигноцеллюлозосодержащее сырье, мультиэнзимный комплекс, рисовая шелуха.

Otemissova Aizhan  
Second year master's student  
South Kazakhstan University named after M. Auezov  
(Shymkent, Kazakhstan)

### **DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF OBTAINING AN EFFECTIVE COMPLEX OF MICROORGANISMS FOR THE PROCESS OF HYDROLYSIS OF LIGNOCELLULOSE CONTAINING RAW MATERIALS**

**Abstract.** Currently, the recycling of waste of agricultural raw materials into industrially important products is of great practical interest. For this purpose, we have developed a method of enzymatic hydrolysis of rice husks by a complex of microorganisms for the further production of additional products for various industries.

**Keywords:** enzymatic hydrolysis, lignocellulose-containing raw materials, multi-enzyme complex, rice husk.

Гидролиз целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина растительного сырья можно осуществить, используя один или несколько ферментов в зависимости от особенностей строения гидролизуемого биополимера и от заданной задачи и степени расщепления. Гидролиз с последующей деградацией этих полимеров в природе осуществляется преимущественно благодаря действию химических, физических факторов, микроорганизмов, специфических и соответствующих к составу субстратов и их ферментов.

Поэтому, для повышения эффективности гидролиза и конверсии полисахаридов, биополимеров растительной биомассы необходимо создание и использование

мультиэнзимных композиций, полученных на основе активных микроорганизмов – продуцентов ферментов [1].

Нами в рамках данной диссертационной работы в качестве перспективных продуцентов целлюлаз использовали 46 штаммов микромицетов, из которых 22 были природными изолятами, выделенные из почвенного покрова Туркестанской области, гниющие растительных остатков, а также 24 коллекционные культуры, взятые из коллекции культур. Для ускоренного отбора штаммов-продуцентов ЦФ сначала использовали качественный (чашечный) метод селекции, основанный на способности грибов расти и образовать зоны гидролиза субстратов (просветления) вокруг колоний на селективной агаризованной среде с использованием целлюлозного субстрата (Na-КМЦ) и хромогенного красителя «Конго красный». Чем больше диаметр зоны гидролиза вокруг колоний, тем выше активность грибов, в отношении деполимеризации Na-КМЦ.

Было установлено, что в течение 48-72 часов роста грибов на указанной выше твердой агаризованной среде наибольшие диаметры зоны гидролиза и просветления составили 1,09-2,29, из испытуемых 24 изолятов всего 9- штаммы грибов обладали быстрым ростом и разжигающей активностью субстрат, относящиеся к родам *A. awamori* F-RKM 0719-1,96 мм, *A. niger* 165-1,78 мм, *A. terreus* 187-2,0 мм, *Tr. viride* 499-2,07 см, *Tr. viride* 121-2,29 мм, *Tr. resei*-2,15 мм, *P. canescens* 23-1,77 мм, *P. canescens* 152-1,76 мм.

Полученные данные показывают, что из всех культур, проявивших относительно высокую способность к синтезу целлюлаз при глубинном культивировании в подобранных оптимальных условиях при pH= 5,6 оказался только гриб *Tr. resei*, обладающий более высоким уровнем целлюлазных ферментов. В литературе отмечается, что грибы рода *Trichoderma* обладают способностью синтезировать внеклеточные целлюлазы с оптимальным составом компонентов ферментов [2].

Однако, невысокая термостабильность ферментов, образуемых грибами, разный уровень их активностей, неполный набор ферментов, диктует о необходимости комбинированного подхода. Такой подход чаще всего достигается либо смешиванием препаратов ферментов, либо совместным культивированием двух и более микроорганизмов, проявляющие синергизм и дополняющих друг друга недостающими свойствами.

Поэтому для получения комбинированного комплекса гидролитических ферментов, проводили смешанный рост в одной питательной среде, инокулировав грибов *Tr. resei* с последующим внесением в растущую культуру гриба *A. awamori* F-RKM 0719 с интервалом времени через 24, 48 и 60 часов роста. Наивысшая активность ферментов наблюдалась при внесении спустя 48 ч. В данном случае происходит эффект синергизма.

**Таблица 1.**

**Компонентный состав ферментативного комплекса микромицетов в условиях совместного и отдельного культивирования**

Штаммы	Ферментативная активность, ед/мл					
	ЦС	Эндо-ГКС	ЦБС	КС	β-ГКС	ПКС
<i>Tr. resei</i>	2,29±0,05	1,79±0,03	0,96±0,03	1,23±0,03	1,85±0,04	-
<i>A. awamori</i> F-RKM 0719	0,94±0,02	0,62±0,03	0,54±0,02	-	1,19±0,03	1,12±0,02



<i>Tr. resei</i> и <i>A. awamori</i> <i>F-RKM 0719*</i>	3,32±0,05	2,14±0,04	1,54±0,03	1,13±0,03	3,05±0,09	0,73±0,02
* инокуляция <i>A. awamori</i> после 48 ч культивирования <i>Tr. resei</i>						

В таблице 1 представлены данные по компонентному составу целлюлазных, гемицеллюлазных, пектиназных комплексов, синтезируемых штаммами *Tr. resei* и *A. awamori F-RKM 0719*.

Полученные данные подтверждают преимущества совместного культивирования микромицетов по сравнению с раздельным культивированием, т.к. за одну ферментацию позволяет получить более активную культуральную жидкость, чем давали бы культуры грибов при раздельном культивировании.

Также при культивировании штамма *Tr. resei* и последующим внесением через 48 ч штамма *A. awamori F-RKM 0719* с использованием в качестве углерода исходного варианта – свекловичного жома, солодовых ростков, а также целлюлозного компонента – метилцеллюлозы наблюдается наибольшая ферментативная активность.

**Разработка технологии приготовления мультиэнзимной композиции «Целлэнзим 1».** Разработка технологии получения соответствующего продукта микробиологическим путем осуществляется в несколько этапов: приготовление посевного материала, подготовка оптимизированного состава питательной среды (ПС) и ее стерилизации, подача стерильного воздуха, засев производственной питательной среды, выращивание микроорганизма-продуцента фермента, отделение биомассы от культуральной жидкости (КЖ), выделение ферментов из культуральной среды грибов, концентрирование культуральной жидкости или же, научно разработанные методы выделения ферментов, изучение основных показателей и свойства, стабилизация, по необходимости получения сухих форм ферментов.

На основании вышеуказанных результатов собственных исследований [3], а также анализа существующих технологий получения ферментных препаратов микробиологическим синтезом [4, 5, 6, 7], проводили разработку полупромышленного регламента приготовления мультиэнзимной композиции Целлэнзим 1, этапы которых приводится ниже.

**Подготовка посевного материала грибов.** При разработке режимов культивирования продуцентов необходимо учитывать влияние на активность и состав образующихся ферментных комплексов такого важного фактора, как количество и возраст посевного материала [8]. Для получения посевного материала использовали 3-х суточную культуру грибов *Tr. resei* и *A. awamori F-RKM 0719*, выращенных в пробирках в стерильных условиях на косяках с сло-агаром при 30°C в течение 120-144 часов.

Далее, скошенные пробирки с монокультурой *Tr. resei* и *A. awamori F-RKM 0719* заливали стерильной дистиллированной водой, полученную суспензию конидий грибов вносили в колбы Эрленмейера вместимостью 1000 мл, содержащей 250 мл жидкой стерильной ПС следующего состава: рисовую шелуху – 2,0%, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 0,2%, K<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 0,3%, MgSO<sub>4</sub> – 0,1%, остальное вода. Засеянные среды помещают в термостат, далее помещали на качалку со скоростью вращения 220 об/мин до 4-5 суток для увеличения скорости роста.

Ферментация с использованием обеих культур грибов *Tr. resei* и *A. awamori* F-RKM 0719. проводили с подачей стерильного воздуха 0,7 л/кв.м, при давлении 0,75 атм (устанавливали избыточное давление 0,02-0,03 МПа), со скоростью вращения редуктора 240 об/минут, температура культивирования 50°C, время выращивания 72 часа. Микробиологическому и биотехнологическому контролю подвергали сдвиг pH, образование белков, биомассы, активности ферментов в ферментируемой среде.

**Совместное глубинное культивирование микромицетов *Tr. resei* и *A. awamori* F-RKM 0719.** Процесс выращивания грибов *Tr. resei* и *A. awamori* F-RKM 0719, синтезирующие комплекс ферментов проводили в глубинных условиях в промышленном ферментере Solaris Biotech Solution SB40 M series. Для этого ферментер тщательно промывали водой, проверяли на герметичность при давлении 0,07 МПа, далее стерилизовали острым паром при давлении 0,12-0,14 МПа в течение 1,5-2 ч.

Для активного биосинтеза комплекса экзоферментов культивирование проводили в оптимальных условиях. Продолжительность выращивания штаммов *Tr. resei* и *A. awamori* F-RKM 0719 составлял 96 ч, температуру среды до 48 ч культивирования устанавливали в пределах 30-32°C с помощью подачи воды в рубашку ферментера, а с 49-го ч и до конца ферментации – 24-26°C. Температуру подаваемого воздуха до 48 ч выращивания устанавливают не выше 30°C, а с 49-го ч не выше 25°C. показатель pH-среды составляла 5,0. Перед засевом питательной среды в течение 40 мин количество подаваемого стерильного воздуха составляет 60 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> среды в час, в процессе выращивания культуры в течение 12 ч - 6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> среды в час, затем в течение 13-36 ч выращивания – 12 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> среды в час и с 37 ч выращивания и до конца - 24 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> среды в час. Через каждые 12 ч отбирали пробы, в которых определяли выход биомассы, сдвиг pH-среды, ферментативную активность, состояние растущей культуры и отсутствие посторонней микрофлоры путем биохимических и микробиологических методов исследования.

После достижения максимальных показателей активности ферментов культивируемая среда подвергалась к фильтрацию. При этом можно использовать колбу Бюензена с воронкой Бюхнера, центрифугирования или же пропускания ксиланазной активности (КС) через мембранные фильтры, в зависимости от нужды производства.

**Выделение и очистка комплексного препарата гидролаз и получение мультиэнзимной композиции Целлэнзим 1.** Для получения мультиэнзимной композиции Целлэнзим 1 культуральную жидкость осаждали изопропиловым спиртом в соотношении культуральной жидкости супернатанта к изопропанолу 1:3 при температуре 0°C в течение 3-х ч. Значение pH устанавливают 7,0 с оптимальной концентрацией сухих веществ ферментного раствора 8-10%.

Для получение концентрированного мультиэнзимного препарата раствор концентрируют с помощью ультрафильтрации до 100 мл на половолоконном модуле УФ-8-50-ПС с пределом пропускания 100 кДа при стабилизированном давлении 0,1 МПа. Полученный концентрат возвращают в приемную емкость и охлаждают до 3°C.

Сухой мультиэнзимный препарат получают с помощью лиофилизации очищенного раствора на лиофильной сушилке марки LGJ-1A-80 в три этапа: замораживание раствора до -40°C, возгонка воды и подсушивание образца.

### Разработка комплексной переработки полисахаридов рисовой шелухи.

Разработка экологически безопасной комплексной переработки полисахаридов растений является актуальным направлением биотехнологии. Для биооконверсии данного вида сырья необходимо определить его исходный химический состав, определяющий качество и количество ожидаемого продукта целевого назначения.

### Определение химического состава и физических свойств шелухи риса.

Перспективным источником лигноцеллюлозосодержащего сырья для выполнения данной работы служила шелуха риса, в которой содержание целлюлозы составляет от 30–40 %, что также обусловлено их доступностью, ежегодной возобновляемостью, ценным химическим составом.

Определены влажности рисовой шелухи, выращенная в Мактааралинском районе Туркестанской области РК, проводилось методом высушивания [9]. Содержание влаги в исследуемом сырье служит одним из числовых показателей, характеризующих его доброкачественность, при повышенной влажности при хранении создаются условия, способствующие снижению его качества. Для большинства видов сырья допустимый предел влажности составляет до 12-15%.

**Таблица 2**

#### Определение влажности

№	Вес бюкса	Сырье	m бюкса с сырьем до высушивания	Вес после 2 часа	После 30 мин	m сырья после высушивания
1	34,53	3,01	37,54	37,75	37,72	2,82
2	32,38	3,02	35,40	35,18	35,19	2,81
3	33,77	3,01	36,78	36,61	36,60	2,82

Для определение химического состава использовали метод Кюршера и Ганека [10]. Содержание редуцирующих веществ определили фотоколориметрическим методом (таблица 3).

Из данных таблицы видно, что химический состав рисовой шелухи имеет весьма ценный состав, включают целлюлозу в достаточном количестве.

**Таблица 3**

#### Химический состав рисовой шелухи

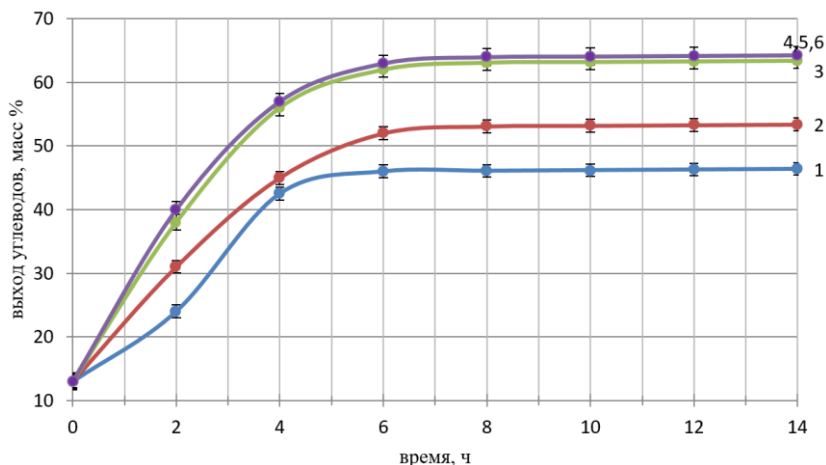
Вид сырья	Содержание компонентов, % от абсолютно сухого вещества							
	Полисахариды (ЛГП и ТГП)		пентозаны	гексозаны	лигнин	зола		
	легкогидролизуемые	трудногидролизуемые						
Рисовая	17,5-18,9		27,5-31,2		15,5	32,0	28,2	4,9

Содержание ТГП в шелухе риса, гидролизующиеся только в крепких растворах щелочей и кислот, затрудняет ее переработку с целью получения растворимых углеводов в мономерной форме. Поэтому, для использования растительной биомассы и увеличения реакционной способности необходима предварительная обработка трудногидролизуемого, более того, высоккристаллического лигнинцеллюлозного сырья.

**Механическая предобработка рисовой шелухи для ферментативного гидролиза.** С целью максимальной деполимеризации шелухи риса необходимо осуществить механическую предварительную обработку биомассы. Для этого шелуху измельчали с помощью мельницы марки IKA M 20 до размера частиц 0,5-3 мм. Во избежание разрастания субстратной микрофлоры предварительно просушили до влажности 10% в сушильном шкафу марки ES-4620.

Для дальнейшей механической активации в аппарате виброцентробежного типа ВЦС-50, шелуху риса дополнительно измельчали со скоростью 50 м/с<sup>2</sup> в течение 30 сек до размеров отдельных клеток и клеточных стенок. Ключевую роль в процессах измельчения и увеличения реакционной способности рисовой шелухи играет супрамолекулярная структура клеточных стенок биомассы.

Активированную биомассу рисовой шелухи далее подвергали ферментативному гидролизу с применением мультиэнзимной композиции Целлэнзим 1 при pH 4-6, контролируемой буферным раствором уксусной кислоты и трехводного ацетата натрия на установке. Ферментный препарат Целлэнзим 1 добавляли к лигноцеллюлозной биомассе из расчета 0,5-1,0% (рисунок). Для достижения максимальной деструкции полисахаридов осуществляли ферментативный гидролиз при 40-70°C в течение 4-14 суток (таблица 4) до максимального выхода водорастворимых углеводов. Контролем служили образцы без ферментативной обработки.



Обозначения кривых: дозировка ферментного препарата, %:

1 – 0,5; 2 – 0,6; 3 – 0,7; 4 – 0,8; 5 – 0,9; 6 – 1,0

\*Условия: ферментативный гидролиз осуществляли при 50 °С; pH 4-6

**Рисунок. Влияние дозировки ферментного препарата Целлэнзим 1 на деструкцию полисахаридов рисовой шелухи**

Таблица 4.

**Изменение деструкции полисахаридов рисовой шелухи в зависимости технологических режимов ферментативного гидролиза**

№	Температура, °С	Выход углеводов, %масс	Выход редуцирующих веществ, %масс
1	Контроль	13±0,2	1,8±0,01
2	40	37±0,5	3,2±0,03
3	45	43±0,3	4,6±0,03
4	50	56±0,5	5,5±0,04
5	55	57±0,5	5,6±0,04
6	60	50±0,2	4,7±0,02
7	65	36±0,3	3,1±0,03
8	70	21±0,2	1,8±0,01

\*условия: дозировка ферментного препарата Целлэнзим 1 – 0,7%; pH 4-6

Полученные результаты показали, что при обработке измельчённой биомассы шелухи риса дозировка ферментным препаратом Целлэнзим 1 в концентрации 0,7% обеспечивает максимальную деструкцию полисахаридов. При различных температурах ферментативного гидролиза было установлено, что повышение температуры приводит к инаktivации ферментного препарата, что значительно снижает выход мономерных углеводов. Наиболее оптимальной температурой ферментативной обработки является температура 50-55°C, при которой выход углеводов составил 55-57%. Также важно отметить, что проведении ферментативной обработки при 40°C и ниже, замедляет процессы деструкции полисахаридов.

**Вывод.** Таким образом, механическая и ферментативная обработка позволяет увеличивать реакционную способность полисахаридов, входящих в состав рисовой шелухи благодаря увеличению удельной площади поверхности для взаимодействия с ферментами, снижению кристалличности целлюлозы и общему разупорядочению супрамолекулярной структуры клеточных стенок.

Сравнительный анализ основных задач исследования и полученных результатов свидетельствует о полноте решения поставленных задач, которая определяется получением высокоэффективного консорциума штаммов *A. awamori F-RKM 0719* и *Tr. resei*, разработкой и экспериментальным обоснованием новой биотехнологии получения ферментного препарата Целлэнзим 1 для деполимеризации растительной биомассы.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Wilson D.B. Microbial diversity of cellulose hydrolysis // Current Opinion in Microbiology. – 2011. – №.14. – P. 259–263.
2. Бабицкая В.Г. Грибы-продуценты физиологически активных веществ на лигниноцеллюлозе: биология и культивирование: дис. ... док. биол. наук. – Минск, 1991. – 346 с.
3. Саловарова В.П., Козлов Ю.П. Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов: учеб.пособие. – М.: Изд-во «Энергия», 2006. – 544 с.

4. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. – М.: Изд-во «Элевар», 2000. – 512 с.
5. Калунянец К.А., Голгер Л. И. Микробные ферментные препараты (технология и оборудование). – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 304 с.
6. Алимова Ф.К., Тазетдинова Д.И., Тухбатова Р.И. Биотехнология. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma*. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2007. – 229 с.
7. Патент РФ № 2018534/13, 30.08.1994. Острикова Н.А.; Павлова Н.М.; Удалова Э.В.; Малиновская М.М. Способ получения комплекса целлюлолитических ферментов: МПК C12N9/42 // Патент России № 5044358. 1992.
8. Яковлева М.Б., Никитина Э.К. Скрининг-методы в биотехнологии: обзор. Часть I. Поиск микроорганизмов продуцентов ферментов // Вопросы биологической, медицинской, фармацевтической химии. – 2016. – №4. – С. 23-32.
9. Abbasi T., Abbasi S.A. Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2010. Vol. 14(3). – P. 919-937.
10. Базунова М.В., Прочухан Ю.А. Способы утилизации отходов полимеров // Вестник башкирского университета. – 2008. – Т. 13, № 4. – С. 875 – 885.

УДК 697.9

Отызбаев Бауржан Толегенович  
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева  
(Нур-Султан, Казахстан)

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ

**Аннотация.** Данная статья посвящена одной из важнейших проблем XXI века – энергоэффективности и энергосбережению зданий и сооружений. Энергоэффективность приносит целый ряд преимуществ: сокращение выбросов парниковых газов, снижение спроса на импорт энергии, а также снижение затрат на уровне домохозяйства и экономики в целом. Повышение энергоэффективности является самым дешевым - и зачастую самым непосредственным - способом сокращения использования ископаемого топлива. В статье рассмотрены методы повышения энергосбережения посредством комплекса архитектурно-строительных решений, приведены методы оптимизации систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергосбережение, рекуперация воздуха, микроклимат, зеленое строительство.

Otyzbayev Baurzhan Tolegenovich  
L.N. Gumilyov Eurasian National University  
(Nur-Sultan, Kazakhstan)

## ENERGY EFFICIENCY IN BUILDING SYSTEMS ENGINEERING

**Abstract.** This article is devoted to one of the most important problems of the XXI century - energy efficiency and energy saving of buildings and structures. Energy efficiency brings a number of benefits: reduction of greenhouse gas emissions, reduced demand for energy imports, as well as lower costs at household level and the economy as a whole. Improved energy efficiency is the cheapest - and often the most immediate - way to reduce the use of fossil fuels. The article deals with methods of increasing energy saving by means of a set of architectural and construction solutions, and gives methods of optimizing the microclimate systems of buildings and constructions.

**Key words:** energy efficiency, energy saving, air recuperation, microclimate, green building.

### Введение

В условиях современного мирового экономического кризиса чрезвычайно актуальной является проблема энергоресурсосбережения и повышения энергоэффективности зданий и сооружений. Снижение потребления исчерпаемых природных ресурсов, затрачиваемых на системы отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВК), является задачей первостепенной важности ввиду

ограниченности этих ресурсов. В настоящее время в развитых странах Европейского союза перспективным направлением является проектирование и строительство энергоэффективных зданий или, так называемое, «зеленое строительство» [1, с. 163]. Зеленое строительство – метод проектирования, строительства и эксплуатации зданий, целью которого является снижение энерго- и ресурсопотребление зданий и сооружений при сохранении или повышении комфортных условий микроклимата.

### **Компоненты систем отопления, вентиляции и кондиционирования**

Типичная система отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (рис. 1) состоит из заводского оборудования (чиллеры, бойлеры и т.д.), которое передает энергию через воздух, воду или хладагент в системы распределения воздуха, состоящие из серии вентиляторов и змеевиков. Эти распределительные системы обычно называются вентиляционными установками. Затем ГВС используют эту энергию для нагревания или охлаждения воздуха, подаваемого в офисные помещения.

Воздух нагревается или охлаждается по мере прохождения через нагревательные или охлаждающие змеевики в системе распределения воздуха. На этом этапе также требуется отвод избыточного тепла, собранного из помещения, в атмосферу. Отвод тепла также может происходить через оборудование установки, такое как градирни или испарительные охладители. [2, с. 24]

Основные тепловые нагрузки в коммерческом здании являются комбинацией:

- тепла, производимого людьми
- тепла, вырабатываемого компьютерами и оборудованием
- солнечного излучения через окна
- теплопроводностью через стены, окна и крышу
- тепла, вырабатываемого освещением.

Для обеспечения комфортных условий в помещении необходимо обеспечить подачу в здание свежего наружного воздуха. Это количество пропорционально количеству людей в помещении. Воздух снаружи обычно теплее летом и прохладнее зимой, чем желаемые условия в помещении; поэтому этот воздух должен быть кондиционирован. Кондиционирование этого свежего воздуха увеличивает нагрузку на систему.

Как правило, воздух транспортируется по воздуховоду, в то время как вода и хладагенты распределяются по трубопроводам. Весь процесс является энергоемким - основными потребителями этой энергии являются оборудования ОВК (вентиляторы и насосы). Насосы и вентиляторы требуют энергии в виде электричества для распределения воды и воздуха по зданию. Чиллеры и бойлеры могут работать как на электричестве, так и на газе.

Все системы в здании связаны через систему управления зданием (BMS), которая контролирует системы и обеспечивает точку, в которой проблемы могут быть диагностированы, а системы отрегулированы и оптимизированы.



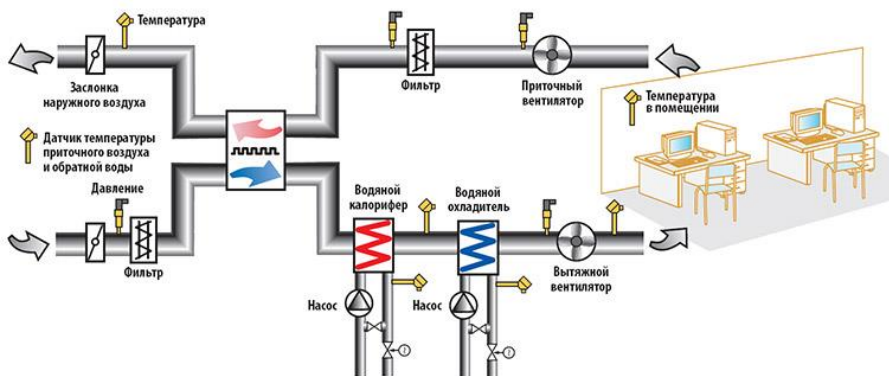


Рис. 1 - Система вентиляции и кондиционирования воздуха

*Возможности энергоэффективности в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха*

Наибольшая часть (30-40%) энергопотребления в офисном здании потребляется системами ОВиК [3, с. 11]. Важно сократить общее потребление энергии и повысить энергоэффективность, обеспечивая при этом комфортные условия.

Оптимальный комфорт для сидячей работы составляет от 20°C до 26°C, в зависимости от времени года [4, с. 15]. Как правило, температура в офисных зданиях должна меняться в зависимости от температуры наружного воздуха и меняться от месяца к месяцу.

Для поддержания комфортной температуры и уровня влажности в здании система ОВК должна преодолевать все различные нагрузки в здании, которые работают против желаемых условий. Методы повышения энергоэффективности в системах ОВК здания можно разделить на две категории:

1. снижение нагрузок на системы ОВК
2. повышение эффективности оборудования и систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

#### 1. Снижение нагрузок на системы ОВК

– Уменьшение нагрузки на оборудование. Сокращение использования теплопроизводящего оборудования, такого как компьютеры, принтеры и освещение, уменьшит потребность в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для кондиционирования воздуха в помещении. Простые вещи, такие как выключение мониторов, компьютеров или освещения, когда они не используются, снизят нагрузку на кондиционеры.

– Улучшения фасада (стен). Повышение изоляционных свойств строительных материалов в целом уменьшит количество требуемого охлаждения или нагревания, и, следовательно, снизит общее потребление энергии.

– Улучшения фасада (окон). Нагрузка на окно возникает в виде солнечного излучения и проводимости. Солнечное излучение относится к теплу, создаваемому при прохождении прямых солнечных лучей через окно и попадании на твердую поверхность

во внутреннем пространстве, поглощающем электромагнитное излучение. Под проводимостью понимается перемещение тепла с более горячей стороны окна на более холодную сторону. Затемняющие устройства сводят к минимуму солнечную нагрузку от окон и уменьшают нагрузку в пространстве [5, с. 36]. Типичное окно с двойным остеклением проводит в помещение значительно меньше тепла, чем типичное окно с одинарным остеклением. Другим аспектом, который следует учитывать, является герметизация воздуха, отсутствие которой может привести к повышению требований к кондиционированию.

– Вентиляция по требованию. Кондиционирование свежего воздуха требует значительных затрат энергии, так как часто температура воздуха в помещении значительно отличается от желаемой. Минимальное количество свежего воздуха требуется в помещении в соответствии с казахстанскими стандартами. Датчики на основе углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) могут быть использованы для определения минимального количества необходимого свежего воздуха и уменьшения количества подаваемого свежего воздуха, что позволяет экономить энергию.

*2. Повышение эффективности оборудования и систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.*

– Выбор системы. Значительная экономия энергии может быть реализована благодаря оптимальному выбору системы. Например, воздухообрабатывающая установка с переменным расходом воздуха (рис. 2) регулирует объем приточного воздуха в помещении в зависимости от требуемого количества отопления или охлаждения. Эта система позволяет более эффективно регулировать и сокращать расход воздуха, что снижает общее потребление энергии вентиляторами. Такое большее регулирование может также уменьшить потери энергии, связанные с повторным нагревом, когда система отопления противодействует системе охлаждения.

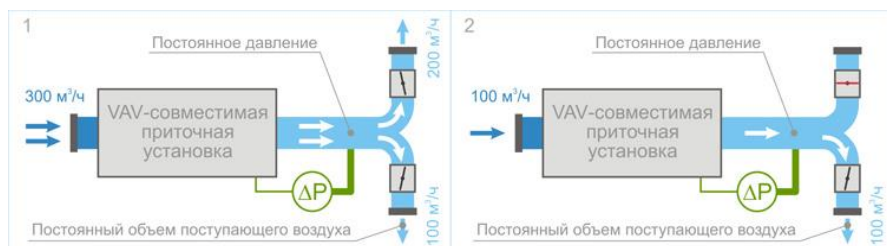
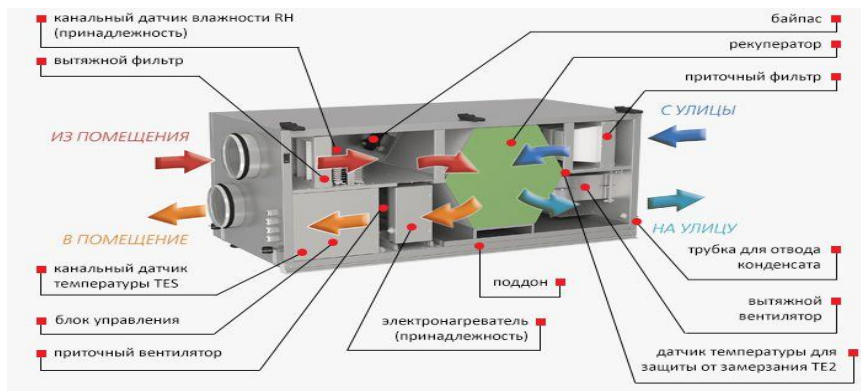


Рис. 2 - Воздухообрабатывающая установка с переменным расходом воздуха

– Выбор оборудования. Выбор установки может существенно повлиять на общее энергопотребление здания. Например, конденсационные котлы, используемые для подогрева горячей воды, могут иметь брутто-коэффициент полезного действия более 90%.

– Рекуперация энергии. Рекуперация энергии включает в себя улавливание отработанного тепла и ее переработку. Вытяжной воздух, как правило, ближе к требуемой температуре в помещении, чем свежий наружный воздух, вводимый в систему. Из отработанного воздуха может быть забрано тепло или "охлаждение", которое

используется для предварительного нагрева или охлаждения свежего воздуха, поступающего в систему, до того, как он достигнет воздухообрабатывающую установку. Это снижает количество энергии, используемой центральным кондиционером для кондиционирования свежего воздуха.



– Использование интеллектуального управления. Существует множество примеров стратегий интеллектуального управления, достигаемых путем оптимизации СЭЗ и построения доступной для нее информации. Одним из вариантов является установка программного обеспечения интеллектуального управления, которое позволяет BMS определить оптимальные условия эксплуатации для всей системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, чтобы достичь наименьшего энергопотребления. Для достижения этого важно оптимизировать информацию о потреблении для отдельных частей системы ОВК. Это может быть достигнуто путем установки систем автоматического мониторинга. Системы автоматического мониторинга - это продукты, специально разработанные для измерения энергопотребления, регистрации и распределения данных измерения энергии, а также для анализа и составления отчетов по энергопотреблению.

– Экономный цикл. Экономный цикл подразумевает использование 100% наружного воздуха для подачи воздуха в помещение. Это происходит в то время года, когда наружные условия холоднее, чем температура рециркулирующего воздуха в режиме охлаждения. Это позволяет установке выключать охлаждающие змеевики и снижать потребление энергии чиллерами.

### Заключение

Ввиду ограниченности исчерпаемых природных ресурсов и постоянного повышения их стоимости, уменьшение затрат энергоресурсов, разработка, проектирование и строительство энергетически эффективных и энергосберегающих зданий и сооружений является актуальной проблемой. Рассматриваемая проблема является многофакторной и может быть решена следующими методами:

– совершенствование архитектурно-строительных решений зданий и сооружений;

– оптимизация систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений.

Данные методы позволяют значительно сократить потребление теплоты на отопление и вентиляцию зданий и сооружений в холодный период года, повысить их энергетическую эффективность и сократить использование энергоресурсов.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Беляев В.С. Энергоэффективность и теплозащита зданий / Ю. Г. Граник, Ю. А. Матросов // 2014. С. 161–164.
2. Свод правил СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2009. С. 132-135
3. СНиП 11-3-79\*\* Строительная теплотехника. –М.: ЦИТП Госстроя СССР. 1986. С. 32-35
4. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания / Н.В. Шилкин, М.М. Бродач // 2003. С. 156–160.
5. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения – Иваново: ПресСто, 2016. С. 102–105.

УДК 693.547.34

**Павлихина Валентина Юрьевна**  
**магистрант кафедры организации строительства**  
**Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет**  
**(Санкт-Петербург, Россия)**

### ПРОБЛЕМЫ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

**Аннотация.** Бетонирование – одна из ключевых работ в сфере строительства, которая включает целый комплекс мероприятий, что должны осуществляться в точной технологической последовательности. Это технология, которая начинается с приема смеси и заканчивается с набором прочности бетона. Бетон – это прочный, долговечный и огнестойкий материал. Из него можно изготавливать конструкции и изделия любой формы и размеров. Без изделий из бетона не обходится ни одна строительная площадка как в период летнего, так и зимнего строительства. Именно поэтому очень важно уметь рационально выбрать способ зимнего бетонирования, чтобы конечное изделие соответствовало всем требованиям нормативных документов. В данной статье рассматриваются виды зимнего бетонирования, с указанием главных показателей при производстве работ.

**Ключевые слова:** бетон, методы, густота, зимнее, температура, количество, масса, время, фазы, плотность, нагрузка, электричество, противоморозные.

Pavlikhina V.Y.  
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering  
(St. Petersburg, Russia)

### PROBLEMS OF WINTER CONCRETING

**Annotation.** Concreting is one of the key works in the construction industry, which includes a whole range of activities that must be carried out in an exact technological sequence. This is a technology that begins with the intake of the mixture and ends with the strength of the concrete. Concrete is a strong, durable and fire resistant material. It can be used to make structures and products of any shape and size. Not a single construction site can do without concrete products, both during summer and winter construction. That is why it is very important to be able to rationally choose the method of winter concreting so that the final product meets all the requirements of regulatory documents. This article discusses the types of winter concreting, indicating the main indicators in the production of work.

**Key words:** concrete, methods, density, winter, temperature, quantity, mass, time, phases, density, load, electricity, anti-freeze.

В настоящее время монолитный бетон применяется широко в строительстве по всей России. Бетон – это прочный, долговечный и огнестойкий материал. Из него можно изготавливать конструкции и изделия любой формы и размеров. Без изделий из бетона

не обходится ни одна строительная площадка как в период летнего, так и зимнего строительства.

Как известно, зимы в России суровые, температура в некоторых городах зимой может достигать отметки в  $-35^{\circ}\text{C}$ . Чтобы предотвратить простои бригад и фронтов, даже в такую низкую температуру, необходимо, чтобы строительные работы продолжались. Именно поэтому очень важно уметь рационально выбрать способ зимнего бетонирования, чтобы конечное изделие соответствовало всем требованиям проектной документации.

Твердение растворов и бетонов уже при температуре от  $-3^{\circ}\text{C}$  до  $-6^{\circ}\text{C}$  замедляется. Причина - уменьшение гидратации (соединение ионов или молекул какого-либо вещества с водяными молекулами). При данной температуре в бетонной смеси замерзает вода, а гидратация вяжущего и твердение жидкого раствора прекращаются.

Лишь при оттаивании вода вновь связывается с вяжущим (цементом), и твердение возобновляется, а бетон увеличивает прочность. К сожалению, такие размораживающе-замораживающие циклы изменяют структуру бетона - она становится рыхлой. При этом прочность уменьшается, морозостойкость камня снижается.

Для создания в зимний период благоприятных условий равномерного твердения вяжущего, жидкая фаза не должна застывать. Решить данную проблему можно тремя методами:

- 1) метод термоса;
- 2) метод с использованием противоморозных добавок;
- 3) метод греющего провода и индукционный прогрев.

В данной статье рассматриваются виды зимнего бетонирования, с указанием главных показателей при производстве работ.

### **Выдерживание бетона методом термоса**

Метод термоса основан на использовании тепла, внесенного в бетонную смесь при ее приготовлении (нагрев воды и заполнителей), и экзотермического тепла, выделяющегося при гидратации цемента (твердении бетона).

Смысл данной методики заключается в следующем: нагретую до температуры  $25...45^{\circ}\text{C}$  с помощью электродов бетонную смесь, доставляют на площадку и укладывают в опалубку. Сразу после окончания бетонных работ все открытые поверхности конструкции укрывают слоем теплоизоляционного материала, так как при большей температуре подогрева бетонная смесь во время транспортирования быстро загустевает. Бетон, изолированный от холодного воздуха, твердеет за счет тепла, внесенного в бетонную смесь при ее приготовлении, а также тепла, выделяемого в процессе экзотермической реакции твердения цементного теста.

Значение критической прочности должно быть указано в технологических картах (проект производства работ) и в соответствии с требованиями СП составлять:

- a) для бетона без противоморозных добавок 50, 40, 30 % проектной прочности при классах соответственно В12,5 (М 150), В15-В25 (М 200-М300), В30-В40 (М 400-М500);
- b) 70 % для конструкций, подвергающихся по окончании выдерживания попеременному замораживанию и отмораживанию, независимо от проектной марки;
- c) 80 % для преднапряженных конструкций;

д) 100 % для конструкций, подвергающихся сразу после окончания выдерживания действию расчетного давления воды и конструкций, к которым предъявляются специальные требования по морозостойкости и водонепроницаемости;

е) для бетона с противоморозными добавками к моменту его охлаждения ниже температуры, на которую рассчитано количество добавок - 30, 25, 20 % проектной прочности при классах соответственно до В15 (М 200), В25 (М 300) и В30 (М 400). [8]

Метод термоса - это наиболее простой и, как правило, наиболее экономичный способ зимнего бетонирования. По большей части его используют для массивных и среднемассивных конструкций с модулем поверхности 3-6 м<sup>1</sup>. Модуль поверхности (Мп, м-1) равен отношению суммы площадей охлаждаемых поверхностей конструкций ( $\Sigma F$ , м<sup>2</sup>) к ее объему (V, м<sup>3</sup>), т.е.

$$M_p = \Sigma F / V, \quad (1)$$

Для колонн и балок модуль поверхности определяется как отношение периметра конструкции к площади ее поперечного сечения.

Область наиболее эффективного применения способа термоса - конструкции с Мп до 6. Сочетание способа термоса с предварительным разогревом бетонной смеси перед ее укладкой в опалубку, с использованием химических добавок-ускорителей твердения и противоморозных добавок, а также с электрообогревом конструкций позволяет использовать способ термоса для выдерживания бетона в конструкциях с Мп до 12.

При выдерживании бетона методом термоса рекомендуется применять следующие добавки-ускорители твердения в количестве 0,5-2,0 % массы цемента: хлорид кальция (ХК), нитрит кальция (НК), нитрит-нитрат кальция (ННК), нитрит-нитрат хлорида кальция (ННХК), нитрит натрия (НН), пластифицирующие добавки - СДБ, ССБ и др. в количестве 0,1-0,3 %, а также воздухововлекающие добавки СНВ, СПД и др. в количестве 0,01-0,025 % массы вяжущего [1, 2]

Для снижения температуры замерзания жидкой фазы в бетонную смесь рекомендуется вводить противоморозные добавки: хлорид кальция и хлорид натрия (ХК + ХН), нитрит натрия (НН) и др. в количестве 3-9 % массы вяжущего [1, 2]

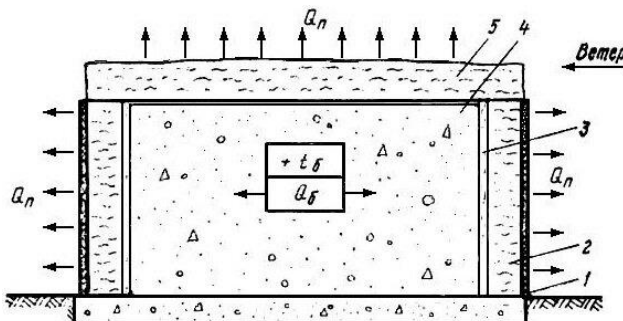


Рисунок 1 - Бетонирование конструкции методом термоса.  
1-паро-влагопроницаемый слой; 2-утеплитель; 3-опалубка; 4-бетон;  
5- теплоизоляционный слой открытой поверхности

### **Метод с использованием противоморозных добавок.**

Одним из методов производства бетонных работ в условиях с отрицательными температурами является применение бетонов с введением в них противоморозных добавок.

Сущность технологии зимнего бетонирования с использованием противоморозных добавок заключается в том, что растворы солей, введенные в бетонную смесь при ее приготовлении, в процессе выдерживания уложенного в конструкцию бетона, имеющего положительную начальную температуру, значительно продлевают состояние жидкой фазы, обеспечивая тем самым протекание реакции гидратации даже в условиях отрицательных температур.

В целом, действие некоторых антиморозных добавок в бетоне эффективно при установившейся среднесуточной температуре окружающей среды ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  или минимальной суточной температуре меньше нуля.

К числу используемых солей относятся нитрит натрия, нитрит кальция, поташ, хлористый натрий и др. Количество противоморозных добавок определяют в процентном отношении к массе цемента. Подбор состава бетона с требуемыми добавками осуществляют с учетом типа и условий эксплуатации монолитной конструкции, температуры наружного воздуха. Количество вносимых добавок увеличивается при возрастании значения отрицательной температуры относительно расчетной.

Температура бетона с противоморозными добавками к началу выдерживания должна оставаться положительной. Ее значение должно превышать температуру наружного воздуха не менее чем на  $5^{\circ}\text{C}$  со знаком «+». Существуют ограничения в применении некоторых противоморозных добавок для предварительно напряженных конструкций и конструкций, подвергаемых динамическим нагрузкам. Растворы хлористых солей не допускается использовать при замоноличивании стыков сборных железобетонных конструкций, имеющих выпуски арматуры или закладные детали без проведения их химзащиты.

Выделяют три типа противоморозных добавок в бетонную смесь в зависимости от характеристик действующего в них вещества.

1) Первый тип включает в себя добавки, немного ускоряющие или наоборот немного замедляющие процессы схватывания и твердения смеси. К данному типу относятся сильные и слабые электролиты, а также не электролиты и составы органического происхождения – карбамид и многоатомные спирты.

2) Ко второму типу добавок отнесем модификаторы на основе хлорида кальция (антифризы). Попадая в состав бетона реактивы незамедлительно начинают образовывать растворы солей, способствующие уменьшению температуры кристаллизации воды. Эти вещества дают возможность минералам вяжущего поглотить жидкость. Ввиду того что антифризы не ускоряют гидратацию цемента, они не оказывают никакого влияния на структуру бетона.

3) К третьему типу относятся такие вещества как трехвалентные сульфаты на основе алюминия и железа. Они не обладают сильными антифризными свойствами, но в свою очередь очень ускоряют схватывание и твердение бетона, выделяя большое количество тепла непосредственно после окончания бетонирования.



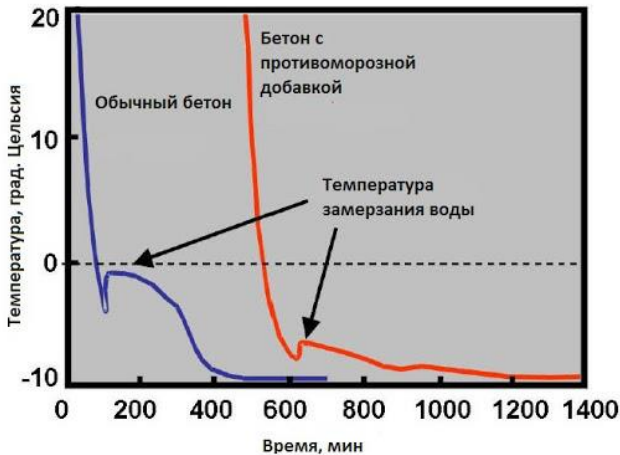


Рисунок 2 - Процесс застывания обычного бетона и бетона с противоморозной добавкой.

### Метод греющего провода и индукционный прогрев.

Наиболее перспективным методом для обогрева бетона с применением электроэнергии является метод греющего провода. Сущность метода заключается в укладке провода с диаметром жилы (стальная проволока в пластиковой изоляции) от 1,2 до 3 мм в конструкцию, перед ее бетонированием. Через него во время обогрева осуществляется подача электрического тока определенных параметров для нагрева смеси изнутри. Кабель остается внутри конструкции навсегда.

В период бетонирования греющий провод подвергается различным воздействиям, в результате чего он должен выдерживать нагрузки возникающие на протяжении всего процесса, такие как колебания от отрицательных до больших положительных температур и быть довольно упругим.

Необходимо полностью скрыть греющий провод в объеме бетонной смеси, для полного обеспечения ему передачи тепла.

Небольшое межпроволочное расстояние позволит обеспечить равномерный прогрев бетонируемой конструкции. Применимо к опалубке из дерева этот шаг не должен превышать двойную толщину конструкции или 30 см. Для того чтобы гарантировать полный обогрев конструкции необходимо заранее предусмотреть установку как минимум нескольких греющих проводов. Сопоставляя данный способ электро-термообработки с более традиционными можно с уверенностью сказать, что он позволит существенно сократить расходы на электроэнергию и к тому же уменьшит расход стали в 7...10 раз. С помощью данного способа можно с легкостью выполнять прогрев стыков сборных ЖБК, избегать замерзания грунтовых и искусственных оснований, а также воздвигать монолитные конструкции, не смотря на их толщину, ввиду своей простоты и универсальности.

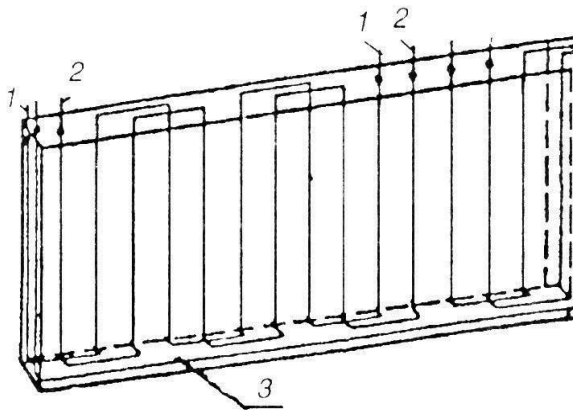
Инновационным методом электрообработки конструкций из бетона стал индукционный прогрев, сущность которого заключается в выделении тепла, возникающем при движении вихревых токов по металлической опалубке и каркасу конструкции, расположенных внутри электромагнитного поля индуктора.

Во время применения метода необходимо создать вокруг нагреваемой конструкции обмотку в виде спирали из изолированного провода, так называемый индуктор. Подключив его в сеть переменного тока создастся переменное электромагнитное поле. Силы электромагнитной индукции вызовут в металле арматуры, которая в свою очередь выступает в качестве сердечника, и опалубке вихревые токи. В завершении метода, металл увеличит свою температуру, отдавая образованное тепло бетону.

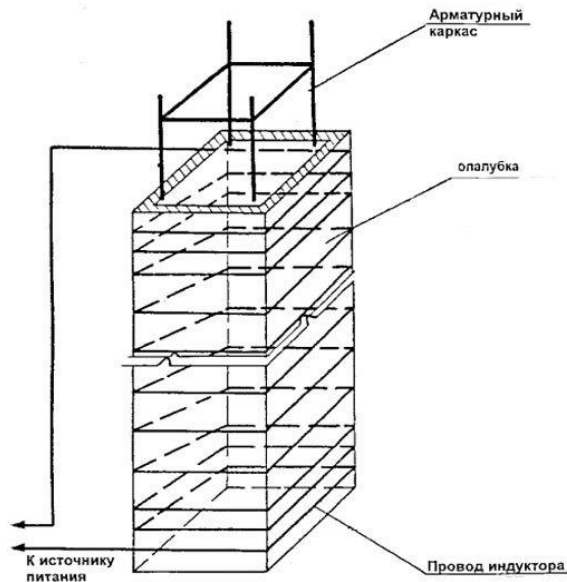
Чаще всего прогрев, осуществляемый методом индукции, применяется для конструкций с небольшим сечением: колонн, балок, и бетона в стыках сборных конструкций.

Данный метод показывает свою наибольшую эффективность в случае бетонирования конструкций с большим количеством арматуры, где модуль поверхности превышает 5.

Для индукционного прогрева результатом расчета параметров будут являться количество витков и величина силы тока в индукторе.



a)



б)

Рисунок 3 - Схема установки греющего провода в конструкции (а)  
индукционный прогрев (б)

1, 2 – греющие провода; 3 – запасной провод.

### Заключение

В результате проведенного исследования наиболее распространенных в России методов выдерживания бетона до его замораживания сделаны следующие выводы:

1. Существует множество проработанных методов строительства бетонных и железобетонных сооружений в зимних условиях при температурах вплоть до  $-25...35$  °С.

2. Представлены основные характеристики современных видов зимнего бетонирования.

3. Приведены краткие рекомендации по выбору метода зимнего бетонирования в зависимости от особенностей конструкций зданий и сооружений, необходимого времени для набора прочности бетоном.

Следует отметить, что большой простор рационального выбора обеспечивается комбинациями различных способов в зависимости от условий на конкретной стройплощадке и возможностей строительной организации. Перспективными являются комбинированные методы зимнего бетонирования, которые представляют собой сочетание двух или более способов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Руководство по зимнему бетонированию с применением метода термоса. - М.: Стройиздат, 1975. – 192 с.

2. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера /ЦНИИОМГП Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1982. – 213 с.
3. Головнев С.Г. Технология зимнего бетонирования. Оптимизация параметров и выбор методов // изд-во ЮУРГУ. 1999. С. 148.
4. Мозгалёв К.М. Интенсификация технологических процессов зимнего бетонирования монолитных зданий // ФГБОУ ВПО «Южно-уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет). С. 130-133.
5. Беркович Л.А. Организационно-технологическое обеспечение процессов зимнего бетонирования гражданских зданий. Автореферат // Издательство рекламного агентства «Каре», библиотека ЮУРГУ. 2007.
6. Золотухин С.Н., Горюшкин А.Н. Бетонирование при отрицательных температурах // Научный вестник ВГАСУ. Материалы 15-ой межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии. Экология». 2012. С. 81-85.
7. Имайкин Д.Г., Ибрагимов Р.А., Мартынов М.М., Сунгатуллина А.Р. Технология зимнего бетонирования строительных конструкций с применением термоактивной опалубки // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т.17, №24. С. 96-98.
8. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции.

#### REFERENCES

1. Guide on winter concreting using the method of the thermos. - М.: Stroyizdat, 1975. – 192 с.
2. Guide to producing concrete works in winter conditions, the Far East, Siberia and the far North /CLAIOMH of Gosstroy of the USSR. - М.: Stroyizdat, 1982. – 213 с.
3. Golovnev S. G. Technology of winter concreting. Optimization of parameters and choice of methods // SUSU Publishing House, 1999, p. 148.
4. Mozgalev K. M. Intensification of technological processes of winter concreting of monolithic buildings // FGBOU VPO "South Ural State University "(National Research University). pp. 130-133.
5. Berkovich L. A. Organizational and technological support of the processes of winter concreting of civil buildings. Avtoreferat // Publishing house of the advertising agency "Kare", library of SUSU. 2007.
6. Zolotukhin S. N., Goryushkin A. N. Concreting at negative temperatures / / Scientific Bulletin of VGASU. Materials of the 15th interregional scientific and practical conference " High Technologies. Ecology". 2012. pp. 81-85.
7. Imaykin D. G., Ibragimov R. A., Martynov M. M., Sungatullina A. R. Technology of winter concreting of building structures with the use of thermoactive formwork // Bulletin of the Kazan Technological University. 2014. Vol. 17, no. 24. p. 96-98.
8. SP 70.13330.2012 Load-bearing and enclosing structures.

УДК 62

Петриева Оксана Владимировна  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной  
службы МЧС России»  
(Санкт-Петербург, Россия)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЕЙ ПОРАЖЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЗАИМНЫХ ПОМЕХ ТИПА РЕТРАНСЛИРОВАННЫХ

**Аннотация.** Проведен анализ качества параллельных сложных сигналов, сформированных на основе использования кодовых последовательностей, с точки зрения величины их полей поражения при воздействии взаимной помехи.

**Ключевые слова:** сложный сигнал, помехи, сосредоточенные помехи, дифференциальное поле, гармонические колебания, кодовая последовательность.

*Petrieva Oksana Vladimirovna*

*Saint Petersburg University Of the state fire service of the EMERCOM of Russia  
(Saint Petersburg, Russia)*

## INVESTIGATION OF THE FIELDS OF DESTRUCTION OF PARALLEL COMPLEX SIGNALS UNDER THE INFLUENCE OF MUTUAL INTERFERENCE OF THE RETRANSMITTED TYPE

**Abstract.** The quality of parallel complex signals formed on the basis of the use of code sequences is analyzed from the point of view of the magnitude of their fields of destruction under the influence of mutual interference.

**Keywords:** complex signal, interference, concentrated interference, differential field, harmonic oscillations, code sequence.

Выбор рациональной структуры сложных сигналов для ККС локальной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS с целью формирования сплошных высокоточных дифференциальных полей может быть связан с широкополосными сигналами параллельной структуры.

Согласно принятой классификации, сложные сигналы с частотно-временной матрицей, показанной на рис. 1, у которых длительность и полоса элементов для любых  $k \neq j$  удовлетворяют условиям:  $\Delta t_k = \Delta t_j = T, \frac{1}{T} \leq \Delta f_k = \Delta f_j = F$  (1) относятся к классу

параллельных сложных сигналов.

Каждый элемент или элементарный сигнал, представляющий собой отрезок гармонического колебания, характеризуется своей частотой, амплитудой и начальной фазой. В этом случае каждый  $i$ -тый субсигнал,  $g$ -го варианта передаваемого сложного сигнала может быть записан математически таким образом (индекс "i" субсигнала  $Z_i(t)$  для простоты будем опускать, имея в виду, что  $Z_i(t)$  для любого  $i$  формируются из одного

класса сложных сигналов):  $Z_r(t) = \sum_{k=k_i}^{k_m} (c_{rk} \cos k\omega_0 t + b_{rk} \sin k\omega_0 t), 0 \leq t \leq T$  (2) или

$$Z_r(t) = \sum_{k=k_i}^{k_m} A_{rk} \cos(k\omega_0 t + \psi_{rk}), 0 \leq t \leq T \quad (3).$$

Здесь:  $\left\{ \begin{matrix} \sin k\omega_0 t \\ \cos k\omega_0 t \end{matrix} \right\}$  - координатные тригонометрические функции кратных частот;

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} \quad (4), \quad A_{rk} = \sqrt{c_{rk}^2 + b_{rk}^2}, \quad \psi_{rk} = -\text{arctg} \frac{b_{rk}}{c_{rk}} \quad (5).$$

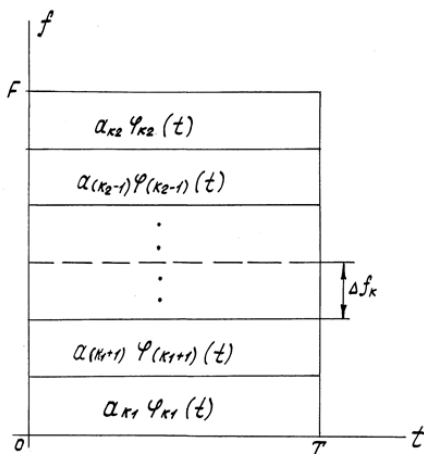


Рисунок 1- Сложные сигналы с частотно-временной матрицей.

$N_r = k_n - k_1 + 1$  - число ортогональных гармонических составляющих, участвующих в формировании r-го варианта сигнала на заданном интервале времени  $t \in [0, T]$ ;

Таблица 1

Nr	Код	П	Площадь поля поражения сложных параллельных сигналов			Примечание
			Sr 0.3	Sr 0.1	Sr 0.03	
3	1	1.87	31.5	205.5	294.5	При наличии боковых пиков в скобках указаны значения площадей сечения основных пиков двухмерного КВР
	2		67	102.5	228(140)	
	3	1.80	31.5	205.5	294.3	
	4	1.84	31.5	205.5	294.5	
5	1	1.89	18	68	213.5(143)	двухмерного КВР
	2		18(15)	91(26)	190.5(36.5)	
	3	2.10	24	62.5(38.5)	223.5	
	1	1.78	10	28	232(60)	
	2		11	25.5(20)	124.5	

7	3	1.91	17	45(28)	224(80)	
	4	1.91	15	46(28)	224(80)	
13	1	2.02	7	14.5	104(36)	
	3	2.27	1	7.5	73(23.5)	
15	2		8	14.5	40	
	4		5.2	9.5	110.8(50)	

Базы сложных сигналов связаны с числом составляющих сигнала  $N_r$  следующими соотношениями:

А) для параллельного сложного сигнала:  $F_r T = N_r$

Б) для последовательного сложного сигнала:  $F_r T = 2N_r$

В) для последовательно-параллельного сложного сигнала:  $F_r T = N_r(N_r + 1) \approx N^2$

$c_{rk}, b_{rk}$  - коэффициенты разложения в тригонометрический ряд Фурье  $g$ -го варианта сигнала;  $r = 1, 2, \dots, m$ ;  $m$  - основание кода (для двоичных сигналов  $m=2$ ).

При параллельном сложном сигнале частоты его составляющих лежат в пределах

$$\text{от } \frac{\omega_0}{2\pi} k_{ri} = \frac{k_{ri}}{T} \text{ до } \frac{\omega_0}{2\pi} k_{rn} = \frac{k_{rn}}{T}, \text{ где } k_{r1}, \dots, k_{rn} - \text{целые числа.}$$

Общая полоса частот, занимаемая составляющими сигнала, в которой сосредоточена основная часть его энергетического спектра, определяется выражением:

$$F_r = (k_{rn} - k_{r1} + 1) \times \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{k_{rn} - k_{r1} + 1}{T} \quad (6).$$

Тогда очевидно, что база  $g$ -го сигнала  $F_r T$  равна числу гармонических составляющих  $k_{rn} - k_{r1} + 1 = N_r$ , вследствие чего параллельные сигналы вида (2), (3) называют многочастотными сигналами.

Как отмечается в ряде публикаций, позитивный взгляд на использование параллельных сигналов обусловлен достаточно простой возможностью технической реализации гармонических составляющих, у которых начальные фазы  $\Psi_{rk} \in \{0, \pi\}$ , что позволяет эффективно решать широкий круг важных прикладных задач (оптимизация динамических характеристик трактов передачи, борьба с сосредоточенными по спектру и времени помехами и др.).

В ряде работ проведены исследования свойств авто- и взаимнокорреляционных функций параллельных сигналов в частотно-временной плоскости, рассмотрен ряд вопросов синтеза таких сигналов с равномерно минимальным на интервале

$$t \in \left[ -\frac{T}{2}; \frac{T}{2} \right] \text{ пикфактором.}$$

В настоящей работе проведен анализ качества параллельных сложных сигналов, сформированных на основе использования кодовых последовательностей 1-Баркера, 2-Хаффмена, 3-Лежандра и 4-Хэмминга, с точки зрения величины их полей поражения при воздействии взаимной помехи.

Для удобства последующих расчетов сложный сигнал параллельной структуры  $Z_r(t)$ , представим в виде:

$$\dot{Z}_r(t) = \sqrt{\frac{2E_r}{NT}} \exp \left\{ j \left( \omega_H - \frac{N+1}{2} \omega_0 \right) t \right\} \sum_{k=1}^N \exp \{ j(k\omega_0 t + \psi_{rk}) \} \quad (7),$$

причём  $Z_r(t) = \text{Re}\{\dot{Z}_r(t)\}$ ; кроме того, энергия  $E_r$  каждого варианта сигнала нормирована к единице:  $E_r = E = \frac{1}{2} \int_0^T |\dot{Z}_r(t)|^2 dt = 1$  (8) и амплитуды составляющих каждого

варианта сигнала равны:  $A_{rk} = \sqrt{\frac{P_r}{F_r T}} = \text{const}(r, k)$  (9). Здесь:

$$\omega_H = (k_{rn} + k_{r1})\omega_0 / 2 \gg 2\pi F_r \quad (10).$$

Взаимная помеха, представляющая собой сигнал, комплексно сопряженный с (7) и смещенный относительно (7) по времени на  $\Delta t_m$ , может быть записана таким образом:

$$\dot{Z}_r^*(t) = \sqrt{\frac{2E_r}{NT}} \exp \left\{ -j \left( \omega_H - \frac{N+1}{2} \omega_0 \right) (t + \Delta t) \right\} \cdot \sum_{k=1}^N \exp \{ -j[n\omega_0(t + \Delta t_m) + \psi_{rk}] \} \quad (11).$$

С учетом сдвига взаимной помехи по частоте на  $\Delta\Omega_m$ , а также принимая во внимание, что  $a_{rk} = \exp(j\Psi_{rk})$ ,  $a_{rk}^* = \exp(-j\Psi_{rk})$  (12), можно получить значение комплексного нормированного двумерного коэффициента взаимного различия следующим образом:

$$G_{or} = \frac{1}{2} \int_0^{T-\Delta t} \frac{2}{NT} \exp \left[ j \left( \omega_H - \frac{N+1}{2} \omega_0 \right) \Delta t \right] \cdot \exp \left[ -j \left( \omega_H - \frac{N+1}{2} \omega_0 \right) (t + \Delta t) \right] \cdot \sum_{k=1}^N \sum_{n=1}^N a_{rk} a_m^* \exp(jk\omega_0 t) \cdot \exp[-j\pi\omega_0(t + \Delta t)] \exp(j\Delta\Omega_m t) dt$$

После несложных преобразований получаем:

$$G_{or} = \frac{1}{N} \exp \left[ -j \left( \omega_H - \frac{N+1}{2} \omega_0 \right) \Delta t \right] \sum_{k=1}^N \sum_{n=1}^N a_{rk} a_m^* \exp \left( -j2\pi n \frac{\Delta t}{T} \right) \cdot \exp \left[ j\pi \left( 1 - \frac{\Delta t}{T} \right) \left( k - n + \frac{\Delta\Omega}{\omega_0} \right) \right] \cdot \frac{\sin \left[ \pi \left( 1 - \frac{\Delta t}{T} \right) \left( k - n + \frac{\Delta\Omega}{\omega_0} \right) \right]}{\pi \left( k - n + \frac{\Delta\Omega}{\omega_0} \right)} \quad (13)$$

Введём обозначения:  $x = \frac{\Delta\Omega}{\omega_0}$ ,  $y = \frac{\Delta t}{T}$  (14), где  $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$  (15).

Тогда, среднестатистическое значение коэффициента взаимного различия в частотно-временной области структур  $Z_{rk}(t)$  и  $Z_m(t, \Delta t_m, \Delta\Omega_m)$  определяем так:

$$g_{or}^2(x, y) = \frac{1}{N^2} \left| \sum_{k=ln=1}^N \sum_{k=ln=1}^N a_{rk} a_m^* \cdot \exp[j\pi(k+n+x)(1-y)] \cdot \frac{\sin[\pi(k+n+x)(1-y)]}{\pi(k-n+x)} \right|^2 \quad (16)$$

где  $x \in [-1; 1]$ ,  $y \in [0; 1]$  (17).

При  $y \in [0; 1]$ , имеем:  $g_{or}^2(x, -y) = g_{or}^2(-x, y)$  (18), т.е. имеет место диагональная симметрия.

На практике оказалось более удобным формирование поля поражения сигнала



непосредственно по распечатке машинной программы, хотя точность построения фигур несколько снижается.

В таблице 1 представлены значения площадей полей поражения параллельных сложных сигналов, сформированных с помощью кодовых последовательностей «1» (код Баркера), «2» (код Хэмминга), «3» (код символов Лежандра), «4» (код Хаффмена), при  $N_r=3,5,7,13,15$  для трех уровней сечения КВР. Здесь же приводятся значения пикфактора  $\Pi$  для кодовых последовательностей «1», «2», «3», «4» при  $N_r=3,5,7,13$ , полученные экспериментально.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Миддлтон Д. Введение в статистическую теорию связи. М., «Советское радио», 1961, 1, с. 782.
2. Сикарев И. А. Помехоустойчивость и функциональная устойчивость автоматизированных идентификационных систем мониторинга и управления на речном транспорте / И. А. Сикарев; Федеральное агентство морского и речного трансп., Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Санкт-Петербургский гос. ун-т водных коммуникаций". - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та, 2010. - 142 с.:ил.; 20 см.; ISBN 978-5-7422-2514-0
3. Сикарев И. А. Сложные сигналы в адаптивных функционально устойчивых автоматизированных идентификационных системах на речном транспорте / И. А. Сикарев; Федеральное агентство морского и речного трансп., Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Санкт-Петербургский гос. ун-т водных коммуникаций". - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та, 2010. - 84 с.: ил.; 20 см.; ISBN 978-5-7422-2515-7
4. Котельников В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости. М: Радио и связь, 1998.
5. Woodford F.M. Probability theory and information theory, with applications to radar. N.Y.: Pergamon Press Ltd, 1964.
6. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Сов. Радио, 1975.
7. Huber P.J., Ronchetti E.M. Robust Statistics, Second edition. Published Online: Wiley online library, 2009.
8. Окунев Ю.Б. Системы связи с инвариантными характеристиками. М.: Связь, 1973.

УДК 62

**Петриева Оксана Владимировна**  
**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной**  
**службы МЧС России»**  
**(Санкт-Петербург, Россия)**

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИОСВЯЗИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

**Аннотация.** Рассмотрен принцип универсальной АИС, состоящей в том, что любая станция, включившись в работу или оказавшись в радиусе действия других работающих станций, должна найти для себя свободные слоты (не занятые другими станциями) и использовать их для своей передачи с помощью метода, позволяющего множеству станций АИС находить свободные слоты для передачи и избежать блокирования системы при перезагрузках.

**Ключевые слова:** слот, протокол, алгоритм, канал связи, частота, радиоволны, базовая станция.

*Petrieva Oksana Vladimirovna*  
*Saint Petersburg University Of the state fire service of the EMERCOM of Russia*  
*(Saint Petersburg, Russia)*

## ORGANIZATION OF RADIO COMMUNICATION IN AUTOMATED IDENTIFICATION SYSTEMS

**Abstract.** The principle of universal AIS is considered, which consists in the fact that any station, having been put into operation or being in the range of other operating stations, must find free slots for itself (not occupied by other stations) and use them for its transmission using a method that allows a set of AIS stations to find free slots for transmission and avoid blocking the system during reboots.

**Keywords:** slot, protocol, algorithm, communication channel, frequency, radio waves, base station.

Информационный канал связи АИС включает передающее устройство, входящее в состав береговой или базовой станции, среду распространения радиоволн и приемное устройство, называемое транспондером [1, 2]. В нормативных документах он получил условное название VDL (VHF Data Link – канал передачи данных). В канале связи АИС используется частотная модуляция с гауссовской минимизацией сдвига (FM/GMSK – Frequency Modulation/Gaussian Minimum Shift Keying). В упрощенном представлении это означает, что на время передачи одного бита информации, излучаемая частота несколько понижается, если передается «нуль» или несколько повышается, если передается «единица». Кодировка передаваемых символов (букв, цифр и знаков, из которых формируется сообщение) осуществляется по шестибитовому коду ASCII, в котором каждый из 64 возможных символов кодируется последовательной серией из шести «нулей» и «единиц».

Радиоволны в канале связи АИС практически распространяются в пределах видимого горизонта с учетом высоты установки передающей и приемной антенн. Так, в открытом море для двух судов с высотами установки антенн до 20 м дальность действия АИС составляет 20 миль. Дальность действия береговой (базовой) станции АИС с высотой установки антенн 100 м при высоте установки судовых антенн до 20 м лежит в пределах 30 миль. В прибрежных районах радиоволны АИС распространяются не только прямолинейно, но и с учетом эффектов огибания небольших препятствий и отражений от береговых массивов. Поэтому, работа АИС возможна при отсутствии прямой видимости между приемной и передающей антеннами, например, в архипелагах, извилистых проливах, фиордах или на реках.

В целях обеспечения унификации и стандартизации АИС в Регламенте Радиосвязи закреплено для использования в АИС два международных канала: AIS-1 (87В – 161,975 МГц) и AIS-2 (88В – 162,025 МГц), которые должны использоваться повсеместно, за исключением регионов с особым частотным регулированием. В ряде регионов (стран) каналы 87В и 88В традиционно используются другими радиослужбами и их освобождение для работы АИС практически невозможно. В подобных регионах предусматривается использование для работы АИС иных частот (региональных каналов), выделенных для этой цели национальными или международными органами в области радиосвязи. Например, в США для целей АИС выделены канал 88В (международный канал AIS-2) и канал 87В (региональный канал с частотой 157,375 МГц, в отличие от международного канала 87В с частотой 162,025 МГц).

Отсюда вытекает необходимость иметь в аппаратуре АИС приемники и передатчики с переключением рабочих частот и обеспечить стандартизованные способы управления частотными каналами АИС с переходом от международных к региональным и обратно. При входе в регион с особыми каналами, судовая станция АИС должна переключиться на региональные каналы, а при выходе из такого региона – на международные каналы или на каналы смежного региона. В целях исключения потери информации при пересечении границ регионов, предусмотрены так называемые транзитные зоны, примыкающие с обеих сторон к границам регионов. При работе в транзитных зонах станция АИС передает поочередно на каналах, принадлежащих разным регионам, одновременно и параллельно принимая информацию на этих каналах.

Управление каналами АИС обеспечивается тремя способами: передачей береговыми станциями специального сообщения, командой с цифровым избирательным вызовом (ЦИВ), передаваемой базовыми станциями морского района А1 ГМССБ, и ручным переключением в судовой аппаратуре. Очевидно, что региональные каналы должны быть внесены в память аппаратуры.

Работа каждой базовой станции АИС жестко синхронизирована по всемирному координированному времени (UTC) с погрешностью не более 10 мкс от встроенного приемника ГНСС. В случае отказа встроенного приемника используются резервные варианты синхронизации по сигналам других станций АИС, обычно базовых. Для передачи информации используются непрерывно повторяющиеся кадры длительностью одна минута, которые разбиваются на 2250 слотов (временных интервалов) длительностью по 26,67 мс.

Работа станций АИС на двухчастотных каналах (международных или региональных) позволяет повысить надежность канала связи АИС и увеличить его пропускную способность. Передатчик каждой станции излучает поочередно на обеих частотах, а два приемника параллельно принимают и суммируют сообщения других станций на обеих частотах. Таким образом, обеспечивается возможность передачи за одну минуту 4500 наиболее коротких сообщений, занимающих один слот. Некоторые виды сообщений могут занимать несколько последовательных слотов – от 2 до 5.

Скорость передачи цифровой информации в канале АИС выбрана 9600 бит/с, что обусловлено использованием как широкополосных международных каналов (с разносом частот между каналами 25 кГц), так и узкополосных каналов, выделяемых на региональной основе (с разносом частот 12,5 кГц). В принципе, если бы в АИС использовались только широкополосные каналы с разносом частот 25 кГц, скорость передачи информации и потенциальная пропускная способность системы могла быть вдвое выше. Тем не менее, выбранная скорость передачи заметно выше, чем при передаче информации по протоколу ЦИВ (1200 бит/с), и достаточна для обмена информацией. Следует также заметить, что выделения на всемирной основе двух единственных УКВ каналов для работы АИС обусловило значительное усложнение алгоритмов функционирования и конструкции аппаратуры АИС, которые сказываются на увеличении ее стоимости.

При скорости передачи 9600 бит/с в каждом слоте длительностью 26,67 мс теоретически можно передать 256 бит информации. Практически пакет данных, передаваемых в слоте, имеет максимальную длину 168 бит и дополняется сигналом синхронизации, флагами начала и окончания данных, контрольной суммой битов.

Расчет реальной пропускной способности канала связи АИС выполняется с учетом особенностей данного района плавания и вероятного количества судов различного вида (стоящих на якоре, движущихся, высокоскоростных, маневрирующих и т. д.). Например, если в радиусе действия станции АИС находится 40 движущихся судов, передающих сообщение о местоположении размером в один слот и с интервалом 2 секунды, то в минутном кадре окажутся занятыми 1200 слотов из 4500 (для двух частотных каналов). Расчет, выполненный для районов с наибольшей интенсивностью судоходства (Дуврский и Сингапурский проливы), показал, что в теоретическом радиусе действия станции АИС, равном 40 миль, необходимо обеспечить возможность передачи 2400–3200 сообщений в минуту от различных судов. Тем не менее, некоторые морские администрации и специалисты выражают обеспокоенность, что пропускная способность АИС вскоре может оказаться недостаточной с учетом реальной и перспективной интенсивности судоходства.

Основополагающий принцип универсальной АИС состоит в том, что любая станция, включившись в работу или оказавшись в радиусе действия других работающих станций, должна найти для себя свободные слоты (не занятые другими станциями) и использовать их для своей передачи. Методом, позволяющим множеству станций АИС находить свободные слоты для передачи и избежать блокирования системы при перезагрузках, является специальный метод доступа к каналу УКВ связи – TDMA (Time Division Multiple Access), в русскоязычной терминологии – множественный доступ к временным разделением (МДВР).

Строго говоря, в АИС используется несколько разновидностей (протоколов или алгоритмов) TDMA: RATDMA (Random – случайный) – используется для выбора первого слота после включения станции в работу, а также при начале передачи нерегулярных сообщений, например, связанных с безопасностью мореплавания; ITDMA (Incremental – инкрементный) – используется для резервирования слотов в первом кадре, например, после включения станции в работу, а также, когда судно должно увеличить частоту передачи при изменении курса; SOTDMA (Self-Organized – самоорганизующийся) – используется как продолжение INDMA для резервирования слотов для передачи в преследующих 3–7 минутных кадрах; FATDMA (Fixed – фиксированный) – используется базовыми станциями в целях обеспечения их работы с установленным периодом повторения и в фиксированных объявленных слотах, которые не могут занимать мобильные станции.

Станции АИС после включения в работу до начала передачи в течение минутного кадра принимают и анализируют сообщения в канале для определения свободных слотов и выбора потенциальных слотов для своей передачи в следующем минутном кадре. Первый слот в начале передачи выбирается с использованием протокола RATDMA. Последующие слоты в данном минутном кадре выбираются посредством протокола ITDMA, о выбранных слотах объявляется в первом переданном станцией сообщении. Если судно не меняет свой режим движения и продолжает передавать регулярные сообщения с неизменным периодом повторения, то далее используется протокол SOTDMA, обеспечивающий резервирование слотов в предстоящих 3–7 кадрах. Если же период повторения сообщений должен измениться, например, когда судно меняет курс, то станция кратковременно переходит на протокол ITDMA, а затем возвращается к SOTDMA с новым периодом повторения. Если судну необходимо передать нерегулярное сообщение, то станция использует протокол RATDMA для выбора первого слота под это сообщение. Последующие слоты для передачи этого сообщения выбираются посредством протокола ITDMA. Выбранный ранее порядок передачи регулярных сообщений, например, позиционных, при этом не нарушается. Таким образом, протокол SOTDMA является преобладающим по времени использования, но отнюдь не главным и, тем более, не единственным, как это следует из некоторых популярных статей или проспектов по АИС.

Принципы выбора слотов для передачи сообщений АИС с использованием протоколов TDMA поясняется на рисунке 1.

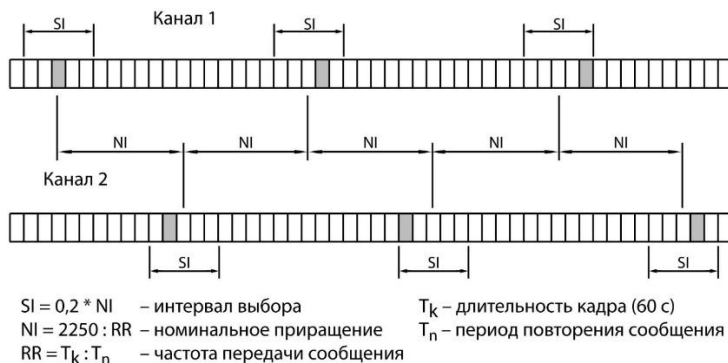


Рисунок 1 – Принцип выбора слота для передачи.

Алгоритмы TDMA также обеспечивают устойчивость канала АИС к перегрузкам, когда почти все слоты в минутном кадре заняты, и некоторая станция А не может выбрать свободный слот для передачи своего сообщения в интервале выбора. В этом случае станция А выбирает для передачи слот, в котором уже ведет передачу наиболее удаленная от нее станция В. Тем самым для других станций, находящихся вблизи станции А, передача станции В будет подавлена в данном слоте сигналом станции А. Однако, станция А может подавить сигнал станции В только один раз за минутный кадр. Для передачи следующего сообщения в данном кадре станция А должна выбрать слот, где ведет передачу, другая удаленная станция С. Аналогично ведут себя и другие станции, окружающие станцию А.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Сикарев И.А. Помехоустойчивость и функциональная устойчивость автоматизированных идентификационных систем мониторинга и управления на речном транспорте.- СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010.- 144 с.
2. Сикарев И.А. Сложные сигналы в адаптивных функционально-устойчивых автоматизированных идентификационных системах на речном транспорте.- СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. - 86 с.
3. Современные сетевые технологии в телекоммуникационных системах. Курносов В.И., Одоевский С.М., Сикарев И.А. и др. - СПб.: СПГУВК, 2008. - 476с.
4. Вишневский Ю.Г., Сикарев А.А. Поля поражения сигналов и электромагнитная защищенность информационных каналов в АСУ ДС. – СПб.: Судостроение, 2006.- 356 с.
5. Каретников, В. В. Топология дифференциальных полей и дальность действия контрольно-корректирующих станций высокоточного местоопределения на внутренних водных путях /В. В. Каретников, А.А. Сикарев// – СПб.: СПГУВК, 2008. – 352 с.
6. Каретников, В. В. Архитектура зон действия локальных дифференциальных подсистем работающих для нужд внутреннего водного транспорта / В. В. Каретников /–СПб.: СПГПУ, 2010. – 184 с.

7. Авдеевский В.С. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10-ти томах. Т.3 «Эффективность технических систем». - М.: Машиностроение, 1988.- 328с. Котельников В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости. М: Радио и связь, 1998.

УДК 539.371

Садыков Максат Аманеглдиевич  
доцент,  
Барпиев Бакыт Боронбаевич  
доцент

Институт «Энергетики и транспорта» МУИТ  
(Бишкек, Кыргызстан)

## ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

**Аннотация.** О сущности потерь электроэнергии в целом и о потерях электроэнергии в электрических сетях Кыргызской Республики. Проблема расчета потерь электроэнергии уже очень долго волнует энергетиков. Поэтому, литературы о потерях электроэнергии устаревшие и мало выпускаются книги. В связи со сложностями расчетов потери и наличие существенными погрешностями, в настоящее время важная роль уделяется разработкам методического нормированию потери электрической энергии. Поэтому тема «анализ потерь электроэнергии в распределительных сетях, и методики снижения потерь» является актуальной. При передаче электрической энергии в каждом элементе электрической сети возникает потери. Уровень потерь электроэнергии в электрических сетях, в нашей стране существенно превышает соответствующий уровень. Возникает очень серьезная проблема энергосбережения, которую необходимо решать, как можно быстрее и эффективнее. Цена на потери электроэнергии – составляет какой-то процент расходов на передачу и распределение электрической энергии по линиям электропередач. Если потерь электроэнергии больше, тем больше расходы и, в конечном счете, цены на электрической энергии для населения. Потеря электроэнергии, проявляющее не корректными работами и режимами работы электросети, неправильные показания системами учетов электрической энергии, недостатки в обслуживающих компаний, является явными убытками энергокомпаний и организаций и, конечно, должны снижаться.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, электрические сети, виды потери электроэнергии

Sadykov Maksat Amanegldievich  
associate Professor,  
Barpiev Bakyt Boronbaevich  
Associate Professor  
Institute of "Energy and Transport" INTUIT  
(Bishkek, Kyrgyzstan)

## ASSESSMENT AND ANALYSIS OF ELECTRIC POWER LOSSES IN ELECTRIC NETWORKS

**Annotation.** Familiarization with the regulation on the nature of electricity losses in general and on electricity losses in the electric networks of the Kyrgyz Republic. The problem of calculating electricity losses has been worrying power engineers for a very long time. In this



*regard, very few books are currently being published on this topic. Due to the complexity of calculating losses and the presence of significant errors, lately, special attention has been paid to the development of methods for normalizing electricity losses. Therefore, the topic “analysis of electricity losses in distribution networks, and the development of measures to reduce them” is relevant.*

*During the transmission of electrical energy, losses occur in each element of the electrical network. The level of electricity losses in electrical networks in our country significantly exceeds the corresponding level. A very serious problem of energy conservation arises, which must be solved as quickly and efficiently as possible. The cost of losses is a fraction of the costs of transmission and distribution of electricity through the grid. The larger the losses, the higher these costs and, accordingly, the electricity tariffs for end users. Losses caused by non-optimal operating modes of the electric network, errors in the electricity metering system, shortcomings in energy sales activities are direct losses of energy supplying organizations and, of course, should be reduced. And since losses of electricity in electrical networks are inevitable, the task of reducing them to a rational or economically justified level becomes urgent.*

**Keywords:** *energy efficiency, electric networks, types of electricity loss*

Электроэнергетический отрасль является важным сектором развития экономического потенциала страны, без электрической энергии можно считать невозможной устойчивостью развития республики. Конечно, отрасль энергетики выступает основным показателем социального и экономического благосостояния населения и показывает движение перемен в развитии экономики общества.

Основными проблемами развития энергетического сектора являются убытки энергокомпаний, которые связаны с применением морально устаревшего оборудования, не смотря на реализацию постоянной основе разных инвестиций и проектов, вложенных средств недостаточно для переоборудования систем электроснабжения. Для улучшения положения необходимо использовать новые инновационные решения, что позволит повысить энергетического сбережение и эффективность данного сектора.

Главным стратегическим критерием, национальным стратегическим развитием Кыргызстана в период 2018-2040 годах, является увеличение энергоэффективности экономики, достижения которого должно осуществляется за счет инвестиции в сектор энергетики и мероприятия для населения по сбережению энергоресурсов.

Проблемы повышении энергетической эффективности и энергосбережении, снижении энергоемкостей играют огромное значение для экономики и позволяет отнести энергетическую эффективность к факторам потенциального роста экономики, способствующим росту внутри валового продукции и республиканского дохода на душу населения, качественного улучшения энергетический отрасли экономики, повышению производственной мощности основных видов продукции на душу населения, повышению уровня и качества жизни населения.

Экономичная работа электрических сетей, является актуальной задачей на сегодняшний день. Это связано с потерей электрической энергии в распределительных системах и сетях, которые являются одними из важнейшими показателей эффективной работы электрических и сетевых организаций.

Проблема расчета потерь электроэнергии уже очень долго волнует энергетиков. В связи с этим, по данной теме в настоящее время выпускается очень мало книг. В связи со сложностью расчета потерь и наличием существенных погрешностей, в последнее время особое внимание уделяется разработке методик нормирования потерь электроэнергии. Поэтому тема «анализ потерь электроэнергии в распределительных сетях, и разработка мероприятий по их снижению» является актуальной [1].

Увеличение потерь электроэнергии в электрических сетях сверх рационального уровня – это прямые финансовые убытки электросетевых компаний. Сэкономленные средства от снижения потерь можно было бы направить на реконструкцию и совершенствование электрических сетей, повышение надежности и качества электроснабжения потребителей, уменьшение тарифов на электроэнергию.

Величина потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям – основной показатель их энергетической эффективности, характеризующий состояния системы учета электроэнергии и организацию оперативного, эксплуатационного и ремонтного обслуживания основного оборудования. В связи с развитием экономики постоянно увеличиваются объемы потребляемой энергии. Соответственно, наращиваются объемы генерируемых мощностей, но при этом увеличиваются и потери активной мощности в распределительных сетях. Удовлетворительной считается величина потерь на уровне 4-5%, максимально допустимые потери определены на уровне 10%. Но фактическая величина потерь в распределительных сетях Республики Кыргызстан в настоящее время существенно превышает даже максимально допустимые значения.

Транспортировка любого товара от мест производства до мест продажи, а затем до мест использования требует затрат каких-либо ресурсов, которые, расходуясь, совершают полезную работу. Например, транспортировка товаров железнодорожным транспортом требует затрат электроэнергии, доставка автотранспортом – затрат бензина и т.д. Электроэнергия же является таким уникальным товаром, для транспортировки которого от электростанций (мест производства) до потребителей по электрическим сетям другие ресурсы не используются, а затрачивается часть самой транспортируемой электроэнергии.

При транспортировке товаров автотранспортом говорят «на доставку товара расход бензина составил столько-то литров». Однако при транспортировке электроэнергии по электрическим сетям говорят «потери электроэнергии составили столько-то киловатт-часов». Получается, что терминология затрат на выполнение одной и той же работы (транспортировки товара) различна, поэтому использование термина «потери электроэнергии» не совсем удачно и вызывает у неспециалистов ассоциации с потерей товара при его транспортировке, т.е. с плохо организованным процессом транспорта электроэнергии. В связи с этим целесообразнее вместо термина «потери электроэнергии» использовать термин «технологический расход электроэнергии на ее транспорт по электрическим сетям». Но в объем технологического расхода ресурса на доставку товара вряд ли целесообразно включать хищения ресурса (например, хищения бензина из бензобака); его нерациональный расход (например, автомашина едет по нерациональному пути, что приводит к увеличению расхода бензина) или его неверный учет за счет большой погрешности измерений (например, фактически машина

заправлена 80 л бензина, а счетчик показывает 100 л). К этим составляющим технологического расхода как раз больше подходит термин «потери ресурса»

Расходы на доставку товара включаются в его цену, а значит, регламентируются и законодательством в сфере экономической деятельности. Налогового кодекса КР, посвященная налогу на прибыль организаций и регулирующая понятия доходов и расходов организаций, оперирует в текстах статей то термином «расход», то термином «потери». Кроме того, в сфере электроэнергетики термин «потери электроэнергии», как и термины «потери мощности», «потери напряжения», прижился очень давно, поэтому, используя в дальнейшем термин «потери электроэнергии», необходимо осознавать, что не весь объем этих потерь является по своей физической природе потерями, а является ресурсом для выполнения работы по транспорту электроэнергии по электрическим сетям от электростанций к потребителям.

Среди потерь электроэнергии целесообразно выделить четыре составляющие:

1) *Технические потери электроэнергии*, обусловленные потерями холостого хода в трансформаторах, токами утечки через изоляторы линий электропередачи и нагревом проводов и токоведущих частей электрооборудования подстанций при протекании электрического тока;

2) *Расход электроэнергии на собственные нужды подстанций* необходимый для обеспечения работы приводов выключателей и разъединителей, обогрева ячеек, аварийного и дежурного освещения на подстанциях, а также безопасности обслуживающего персонала;

3) *Потери электроэнергии, обусловленные допустимыми погрешностями системы учета*

4) *коммерческие потери  $\Delta W_k$* , показывает разницу между фактическими потерями и нормой расхода электроэнергии при ее передаче

$$\Delta W_k = \Delta W_{\text{отч}} - \Delta W_T - \Delta W_{\text{СН}} - \Delta W_{\text{изм}}$$

$\Delta W_T$  – Технические потери;

$\Delta W_{\text{СН}}$  – Расход электроэнергии на собственные нужды;

$\Delta W_{\text{изм}}$  – Потери электроэнергии, обусловленные допустимыми погрешностями.

В настоящее время проблема энергоэффективности является одной из наиболее актуальных для развития экономики Кыргызской Республики. Повышение энергоэффективности следует рассматривать как одно из основных энергетических направлений будущего экономического роста страны.

Тарифы на электроэнергию в КР один из самых дешевых в мире, хотя они не покрывают себестоимость электроэнергии. Как показывают различные достоверные источники, соотношение себестоимости и тарифов на электроэнергию в других странах мира намного выше, чем в КР. При росте цен на другие энергоносители, цена на электроэнергию сохраняется стабильной на протяжении многих лет, что является искусственной и экономически нецелесообразной мерой.

По уровню потребления электроэнергии на душу населения мы стоим на 120 месте из 133 стран. Основные энергоресурсы газ, бензин, дизтопливо импортируются по рыночным ценам и их потребление из года в год растет.

Основные задачи реализации программ энергосбережения в стране состоят в обеспечении эффективности всех процессов, связанных с производством, передачей и

потреблением энергоносителей за счёт разработки и внедрения механизмов стимулирования энергосбережения, реализации типовых энергосберегающих проектов, активизирующих деятельность хозяйствующих субъектов и населения по реализации потенциала энергосбережения [2].

Уже несколько десятилетий энергосистема Кыргызстана не является энергоэффективной и за счет собственных энергоресурсов покрывает лишь 51 % потребности, в основном за счет электроэнергии, вырабатываемой на ГЭС, остальная часть покрывается за счет импорта энергоресурсов из соседних государств.

По словам экспертов в Кыргызской Республике имеется огромный потенциал энергосбережения, который оценивается в 35-40 % объема энергопотребления. Энергоемкость ВВП Кыргызской Республики по данным МЭА (Международное энергетическое агентство) возросла с 0,56 в 2000 г. до 0,96 т.н.э / 1000 долл. США в 2014 г. (в 1,7 раза).

Из вышесказанных можно сделать вывод что энергоэффективность электроэнергетических систем страны должна рассматриваться на более высоком уровне и не должна оставаться без внимания. Для развития экономики Кыргызской Республики, Потери электроэнергии является одним из основных показателей энергоэффективности сети. И как раз в данной работе изучен именно этот показатель энергоэффективности электрических сетей.

Как можно заметить, у всех компаний наблюдается положительная динамика (т.е. снижение потерь электроэнергии). Несмотря на положительную динамику, фактические потери в сети 35-0,4 кВ очень высоки. Приведем простой пример: из 100% электроэнергии, передаваемой по сетям, - 50% потребляется в отопительный период (5 месяцев), где технические потери могут достигать 15%, а за остальное время (7 месяцев) - 50% электроэнергии потребляется максимум с 8% потерей в сетях. Из этого следует, что 15% из 50 равен 7,5%, а 8% из 50 – 4%, что в сумме даст 11,5% технических потерь от всего отпущенного в сети электроэнергии за год. Из изложенного следует, что более 11,5% можно отнести к коммерческим потерям электроэнергии [3, 4].

По мнению международных экспертов, относительные потери электроэнергии в электрических сетях большинства стран можно считать удовлетворительными, если они не превышают уровня 4-5%. Потери электроэнергии на уровне 10% можно считать максимально допустимыми с точки зрения физики транспорта электроэнергии по сетям. Превышение этих значений свидетельствует о наличии коммерческих потерь в составе отчетных потерь. Это подтверждается уровнем потерь электроэнергии в большинстве энергосистем бывшего СССР, который не превышал, как правило, 9,4% [5].

Соотношение между нагрузочными и условно-постоянными потерями в целом по сетям всех классов напряжения равно примерно 3:1. В сетях различных классов напряжения это соотношение изменяется: в сетях 220 кВ и выше доля условно-постоянных потерь больше за счет присутствия в этих сетях потерь на корону в воздушных линиях. Большая доля потерь холостого хода в трансформаторах по сравнению с долей нагрузочных потерь в них свидетельствует в целом о недогрузке трансформаторов.

Из соотношения между потерями в различных элементах сети следует, что на долю воздушных линий приходится около 2/3 суммарных технических потерь

(нагрузочные потери и потери на корону). В то же время чем ниже уровень напряжения, тем выше доля потерь в трансформаторах и ниже в линиях электропередачи, поскольку, чем ниже номинальное напряжение сети, тем на 1 км линий приходится больше подстанций [5].

Из общей величины технических потерь около 80% приходится на электрические сети 110 кВ и ниже.

Большинство составляющих потерь электроэнергии в той или иной мере зависит от погодных условий. Изменение погоды и, в первую очередь, температуры воздуха влияет на потребление электроэнергии, что приводит к изменению и нагрузочных (в большей степени), и условно-постоянных потерь. Сезонный фактор воздействует на нагрузочные потери в элементах сетей, расход электроэнергии на нужды подстанций, недоучет электроэнергии, обусловленный погрешностями системы учета. Кроме того, очень ощутимо сезонное влияние на величину коммерческих потерь. В осенне-зимний период, когда население несанкционированно и безучетно подключает электронагревательные приборы.

Уровень технических потерь в странах с протяженной территорией как РФ, а следовательно, и с протяженными сетями, с малой плотностью электрических нагрузок по территории страны и с концентрированной генерацией электроэнергии на мощных электростанциях всегда будет более высоким.

Доля промышленного потребителя также влияет на уровень потерь, в России промышленностью потребляется больше, чем в Кыргызстане, соответственно, технические потери в России будут меньше.

По сравнению с Россией, в Кыргызстане сети более загружены (таблица 2:  $2,15/1,94=1,1$ ), соответственно, потери будут больше.

В Кыргызстане некоторые участки линий проходят по высокогорной местности (более разреженный воздух), но и в России более суровые и влажные климатические условия, из-за чего потери на корону будут больше, но эти потери составляют всего 3-5% (таблица 1) от всей доли потерь в сетях.

Обобщая вышеизложенное и с учетом того, что в анализе не учтены потери за транзит электроэнергии по соседним странам, которые составляют 1-1,5 % (от общей выработки), в высоковольтных сетях Кыргызстана технические потери будут больше по сравнению с сетями России.

Но все-таки здравый смысл подсказывает, что уровень технических потерь в НЭСК завышен, и по-хорошему, они должны были лежать в пределах 4-4,5 %, но не более 5%. А на сегодняшний день, когда введена линия 500кВ «Датка-Кемин», технические потери в НЭСК должны быть на уровне 3-4%.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Мамыркулов К.М., Жумаев Р.Д., Садыков М.А. Учет объема потребленной электроэнергии в бытовом секторе как фактор повышения эффективности взаимодействия энергосбытовых компаний и потребителя. //Наука и инновационные технологии. 2018. № 8 (8). С. 90-93.

2. Быймырзаев Т.С., Самарбеков Э.С. НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА НАГРУЗОК ПРОВОДНИКОВ//Наука и инновационные технологии. 2020.№16(16). с. 41-45.
3. Назаров Б.Б. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ //Наука и инновационные технологии. 2020. №16(16). с. 74-85.
4. Рырсалиев А.С., Эшимбаев Э. Повышение эффективности управления электропотреблением производственных объектов //Наука и инновационные технологии. 2020. №16(16). с. 97-101.
5. Саидов К.А АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ, И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ//Наука и инновационные технологии. 2020.№16(16). с. 101-111.

УДК 620.91: 631.3

Садыков Максат Амангелдиевич  
доцент,  
Барпиев Бакыт Боронбаевич  
доцент  
Институт «Энергетики и транспорта» МУИТ  
(Бишкек, Кыргызстан)

## АВТОНОМНОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

**Аннотация.** В данной работе исследованы данные полученные лабораторией “Светотехника-led”. Рассмотрены перспективы использования солнечных электрических преобразователей. Для потребителей малой мощности электроэнергии выгоднее использовать солнечных преобразователей как альтернативного электроснабжения. В статье рассмотрен электроснабжения учебно-научно-исследовательского лаборатория института Энергетики и транспорта МУИТ, с установленной мощностью менее восемьсот ватт. Анализирован технико-экономический эффект от внедрения альтернативного источника электроэнергии.

Выработка электрической энергии от альтернативных (возобновляемых) источников, считается перспективным с точки зрения экономики и экологической безопасности. Приоритетными задачами современной энергетики являются: снижение вредных выбросов и повышение экологической (техногенной) безопасности населения Земного шара. Возникает целесообразно вопрос: «Почему мы не отказываемся от традиционных источников энергии?».

Этот вопрос обусловлено рядом причин: 1) На сегодняшний день цена на установки фотоэлектрических станций по выработке электричества из солнечной энергии достаточно высока, а себестоимость полученной электроэнергии в несколько раз превышает рыночную. 2) Зависимость альтернативных источников энергии от климатических условий, не позволяют полностью обеспечивать постоянное электроснабжение электропотребителей. Бесперебойность работы бытовых и разных электроустановок. Применение в системе электроснабжения альтернативных источников электроэнергии обосновано для сезонных и маломощных потребителей электроэнергии. Суммарные затраты на электроснабжение которых, по уровню капитальных затрат сопоставимо, со строительством к объекту обычной линии электропередач.

**Ключевые слова:** ВИЭ; фотоэлектрическая панель; солнечная радиация; электроснабжение, альтернативные источники электроэнергии

Sadykov Maksat Amanegldievich  
associate Professor,  
Barpiev Bakyt Boronbaevich  
Associate Professor  
Institute of "Energy and Transport" INTUIT  
(Bishkek, Kyrgyzstan)

#### AUTONOMOUS POWER SUPPLY OF THE LABORATORY USING A SOLAR ELECTRIC INSTALLATION

**Annotation.** *In this work, the data obtained by the "Lighting-led" laboratory are investigated. The prospects for the use of solar electrical converters are considered. For consumers of low power electricity, it is more profitable to use solar converters as an alternative power supply. The article discusses the power supply of the educational and research laboratory of the Institute of Energy and Transport of INUIT, with an installed capacity of less than eight hundred watts. Analyzed the technical and economic effect of the introduction of an alternative source of electricity.*

*The generation of electricity from alternative (renewable) sources is considered promising in terms of economics and environmental safety. The priority tasks of modern energy are: reducing harmful emissions and increasing the environmental (technogenic) safety of the world's population. A reasonable question arises: "Why do we not abandon traditional energy sources?"*

*This question is due to a number of reasons: 1) Today, the price for the installation of photovoltaic stations for generating electricity from solar energy is quite high, and the cost of the electricity received is several times higher than the market one. 2) The dependence of alternative energy sources on climatic conditions does not allow to fully provide a constant power supply to electricity consumers. Uninterrupted operation of household and various electrical installations. The use of alternative sources of electricity in the power supply system is justified for seasonal and low-power consumers of electricity. The total cost of power supply of which, in terms of capital costs, is comparable to the construction of a conventional power transmission line to the facility.*

**Key words:** *renewable energy sources; photovoltaic panel; solar radiation; e. power supply.*

Многие солнечные преобразователи электрической энергии элементарны в применении и имеют никаких сложных элементов и механизмов, но фотоэлектрические элементы сделаны из разных сложных полупроводниковых элементов, которые используются для различных электронных микросхем. Принцип работы фотоэлектрических преобразователей основан: электроток возникает под действием солнечного света между двумя полу проводников с различными электрическими свойствами, находящимися в контакте друг с другом. Из таких полупроводниковых элементов изготавливают фотоэлектрических преобразователей (панель, модуль). Солнечные преобразователи вырабатывают постоянный ток (благодаря своим электрическим свойствам). Пистонный ток используются электроустановок (питающихся



от батарей). Синусоидальный (переменный) ток через определённые промежутки времени меняет свое направления. Производители электрической энергии поставляют переменный ток, именно переменный ток потребляют современные электроприборы, устройства и электропотребители. В некоторых системах электроснабжения постоянный ток от солнечного преобразователя применяется напрямую. В системах электроснабжения, где нужен синусоидальный ток применяется контролер, инвертор и аккумуляторные батареи, которые преобразуют постоянный ток в переменный.

В будущем многие жители Земного шара будут знакомы и применяют в системах электроснабжении возобновляемых видов электроэнергии. Благодаря этому из систем электроснабжения исключают необходимость к традиционной производство электроэнергии (строительство крупномасштабных дорогих сооружений электростанций и подстанций. Как только, себестоимость фотоэлектрических модулей будут снижаться, а технологии производства - усовершенствоваться, будут открыты много перспективных планов по применению солнечных фотоэлементов. Например, фотоэлектрические панели, вставляемые в строительных материалах, применяется при вентиляции и освещении зданий. В последнее время электроприборы от элементарных инструментов до электромобилей, работающих от солнечной энергии, пользуется популярностью. Предприятия обслуживающие населения также смогли найти все новые способы применения фотоэлектрических преобразователей при удовлетворении потребностей населения.

На основании проведенных исследований, научно-исследовательской лабораторией «Светотехника led» института энергетика и транспорта Международного университета инновационных технологий, обоснована целесообразность внедрения фотоэлектрических установок (ФЭУ) для электроснабжения потребителей с установленной мощностью менее сто Ватт. В период с мая по сентябрь 2019 года были проведены экспериментальные исследования ФЭУ с установленной мощностью восемьсот ватт (в соответствии с паспортными данными установки). В качестве объекта электроснабжения принята лаборатория «Светотехника LED» института энергетика и транспорта МУИТ, с диодными светильниками, суммарной мощностью 100 Ватт (рис.1) [1, 2].





Рис. 1 Комплект устройств фотоэлектрического преобразователя (4 панели по 200 Вт)



Рис. 2. Электроснабжение освещения лаборатории светодиодными светильниками.

На примере эксплуатации солнечного преобразователя, было построена зависимость использования электроэнергии за май-сентябрь месяц (рис.2).

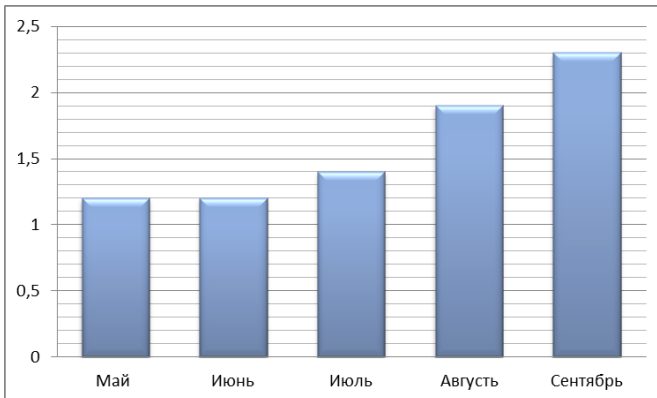


Рис.3. Рост выработки ЭЭ солнечными панелями.

Потребление электроэнергии в мае и июне не превышал 1200 Ватт\*час в месяц, что обусловлен особенностями природными и климатическими явлениями. В период с

конца июня по конец августа наблюдался рост показания энергопотребления на 500 Ватт\*ч в месяц (рис. 3) [3, 4].

Способность фотоэлектрические преобразователи достигает преобразовывать от восьми процентов до пятнадцати процентов мощности солнечного излучения [2], поступающего на поверхность Земли. Основываясь на исследованных материалах можно определить зависимость мощности солнечных преобразователей от интенсивности солнечного излучения в природно-климатических параметров местности (рис.4) [5].

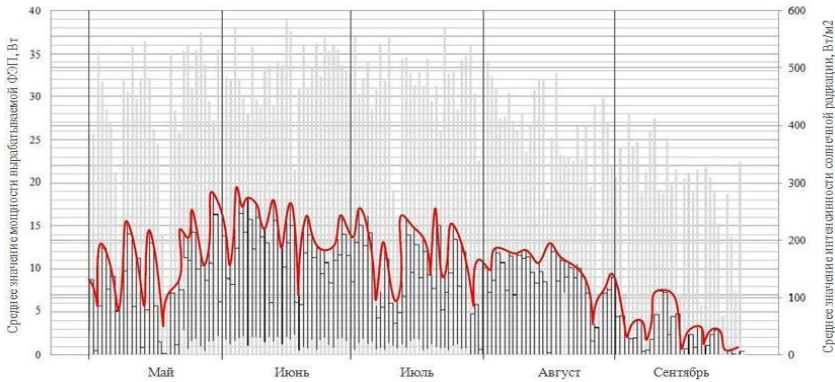


Рис.4. Изменении мощности солнечной установки и интенсивность солнечного излучения

Обработав исследованные материалы, можно сказать о том, что в зависимости от интенсивности солнечного излучения в период с мая по сентябрь 2019 года мощность с одного модуля составляет от восьми ватт до восемнадцати ватт. В таблице 1 приведен среднее значения электроэнергии, который вырабатывает солнечная электрическая станция и потребляемая электроэнергия по месяцам. Модули установлены с ориентацией на юг.

Таблица 1

**Усреднённое значение вырабатываемой электрической энергии от СЭС**

	05	06	07	08	09	Всего
Производство ЭЭ	1,7360	2,160	2,2320	1,6120	0,9920	8,7320
Потреб. электроэнергия	1,4090	1,3630	1,4090	1,4090	1,3630	6,9530

После сравнения производимой потребляемой электрической энергии, можно сделать нижеследующих выводов:

- солнечный преобразователь, позволяет на сто процентов обеспечить потребителей необходимыми количествами электрической энергии, за установленный период, с учетом аккумуляирования и распределения электроэнергии аккумуляторами;

- для полноценного электроснабжения потребителей электрической энергией, солнечная установка должна иметь несколько модулей и достаточное количество аккумуляторов.

Применение солнечных преобразователей для снабжения электричеством электрических приемников малой мощности, считается актуальным и выгодным.

Рыночная цена солнечной установки с оборудованием (4 модуля, контролер, 4 аккумулятора по 120 А, инвертор, провода, светодиодные лампы) составляло сто четыре тысячи сомов.

Можно сравнить, для проводки постоянного тока от панелей до аккумуляторов учетом всех расходов (кабель 100 метров, трубы, оплат работ) составляло примерно десять тысяч сомов. Применение возобновляемых источников электроэнергии при электроснабжении потребителей является экономической выгодной, с учетом оплаты ежемесячной оплаты электросчетов и ежегодный рост тарифа на электрическую энергию.

Основными критериями, которыми должна соответствовать преобразователи для снабжения электрическим током с использованием солнечной радиации, является способностью бесперебойно работать и удобствами модернизации систем. Под удобствами модернизация систем, понимается наличие новых возможностей расширения солнечной установки, без участия высоко квалификационного инженера [6].

Будущее электроэнергетики человечества – это солнечная энергетика, это прямая преобразования солнечной радиации в электроэнергию с применением полупроводниковых элементов-солнечных преобразователей. В 1930-х годах двадцатого столетия, в эти годы коэффициент полезного действия фотоэлектрических элементов доходили только до одного процента, об этом сообщал тогда академик А. Ф. Иоффе. Предположение ученого начали воплощать в жизнь конце 50-х годов 20 века с началом запуска искусственных спутников Земли, в котором незаменимым электрическим источником стало солнечные модули.

В солнечных установках, преобразующих солнечную радиацию, применяется кремний с примесями, которые образуют структур с p-n переходом. Принцип работы полупроводниковых кремниевых фотоэлементов элементарно прост: в p-слое полупроводников созданы «дырка» (+ положительные) проводимости, а в n-слое создается электронная (-отрицательная) проводимость. На границе двух проводимостей полупроводников возникают потенциальные барьеры, препятствующие для перемещения носителей зарядов из одного слоя в другой (в такой стационарной состоянии ток не течет по всему полупроводнику). Как только на фотоэлектрический элемент попадает световая энергия, фотон поглощаясь, создает пар «электрон»-«дырка», которые, подходят к границе слоев, понижают потенциальный барьер, давая возможность носителям беспрепятственно проходить из слоя в слой. В полупроводниковом элементе возникает наведенная электродвижущая сила, и ЭДС становится источником электричества. Величины электродвижущей силы будет тем больше, чем интенсивнее световой поток.

**Заключение.** Эффективность применения системы маломощных солнечных преобразователей для выработки электроэнергии с каждым годом растет, но о решении перехода к возобновляемым источникам, остается за потребителями электрической энергии.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Садыков М.А., Бейшенбаев А.Т., Кенешов К.Б. Развитие использования возобновляемых источников энергии в Кыргызской Республике/ /Наука и инновационные технологии. 2018. №8(8). с. 106-108.
2. Чаргынова Б.Ж., Эшимбаев Э.Ж. Перспективы развития использования альтернативных источников энергии в Кыргызской Республике// Наука и инновационные технологии. 2020. №16(16). с. 129.
3. Кыштообаев Э.Б. НЕКОТОРЫЕ ВИДЫ СИСТЕМ РЕЗЕРВНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ// Наука и инновационные технологии. 2020. №16(16). с. 64-69.
4. Дуйшебаева Э.Ы., Чаргынова Б.Ж., Кыштообаев Э.Б., Адилов У.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОУСТАНОВКИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ//Наука и инновационные технологии. 2020. №16(16). с. 45-48.
5. Быймырзаев Т.С., Самарбеков Э.С. НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА НАГРУЗОК ПРОВОДНИКОВ//Наука и инновационные технологии. 2020. №16(16). с. 41-45.
6. Назаров Б.Б. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ //Наука и инновационные технологии. 2020. №16(16). с. 74-85.

УДК 69

**Салухова Арина Денисовна**  
**студент-магистрант**  
**Волгоградского государственного технического университета**  
**(Волгоград, Россия)**

### ЭТАПЫ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ МЕЖМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Аннотация.** В статье рассматривается тема этапов развития межмагистральной территории, автор разбирает ключевые понятия, выявляет негативные тенденции градостроительства межмагистральных территорий, разбирает основные этапы развития межмагистральных территорий, а также приводит примеры развития отдельных планировочных элементов межмагистральной территории.

**Ключевые слова:** развитие межмагистральной территории, город, застройка, объекты, градостроительных.

Salukhova Arina Denisovna  
Master's student  
Volgograd State Technical University  
(Volgograd, Russia)

### INTEGRATED DEVELOPMENT OF INTER-MAIN TERRITORIES

**Annotation.** The article deals with the topic of the stages of development of the inter-main territory, the author analyzes the key concepts, identifies the negative trends in urban development of inter-main territories, analyzes the main stages of development of inter-main territories, and also gives examples of the development of individual planning elements of the inter-main territory.

**Keywords:** development of the inter-main territory, city, building, objects, urban planning.

Жизненный цикл городов состоит в их постоянном развитии и росте. Одним из этапов развития его являются благоустройство и реконструкция, как комплексная, так и его отдельных элементов.

Федеральным законом от 30.12.2020 № 494-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий», внесено изменение в Градостроительный кодекс РФ в части правового регулирования комплексного развития территорий, а именно:

глава 5.1. Градостроительного Кодекса РФ о видах комплексного устойчивого развития территорий утратила силу;

введена новая глава 10 Градостроительного Кодекса РФ с новым режимом комплексного развития территорий;

внесены изменения в статьи Земельного Кодекса РФ, Жилищного Кодекса РФ и другие законодательные акты Российской Федерации;

установлены переходные положения для договоров о развитии застроенных территорий, договоров о комплексном освоении территории и иных договоров комплексного устойчивого развития территорий, заключённых в соответствии с действующим ранее порядком.

В Федеральном законе внесены следующие основные изменения:

термин «комплексное и устойчивое развитие территории» (КУРТ) заменен на «комплексное развитие территорий» (КРТ);

предусмотрено 4 вида КРТ: КРТ жилой застройки, КРТ нежилой застройки, комплексное развитие незастроенной территории, КРТ по инициативе правообладателей;

для принятия решения о КРТ не требуется предварительное указание границ территории планируемого КРТ в Правилах землепользования и застройки (ПЗЗ);

параметры градостроительного зонирования и застройки могут не совпадать с текущим зонированием и градостроительными регламентами участков

новые градостроительные параметры проекта планировки территории (ППТ), разработанного на основании решения о КРТ, вносятся в Генеральный план и ПЗЗ в упрощенном порядке в срок 90 дней;

отменена норма о принятии решения о КРТ в случае, если не менее 50% общей площади участков территории заняты аварийными объектами или самовольными постройками;

изменены нормы, регулирующие порядок изъятия объектов недвижимости на территории КРТ и другие.

Причины выбора межмагистральной территории для комплексного развития могут быть различны. Например: наличие аварийных зданий, поврежденных инженерных сетей, устаревших площадок и дорожного полотна, выбивающихся из общей архитектурной картины зданий. Все элементы, которые могут нести угрозу безопасности или нарушают комфортное пребывание на межмагистральной территории, становятся причиной для развития этой территории.

Развитие межмагистральной территории начинается с анализа и оценки существующей жилой застройки городской территории, ее характера, физического и эстетического состояния в настоящий момент, а также количества и категории жителей отдельных жилых групп. Основываясь на данных показателях, можно оценить, как будет проходить комплексное развитие межмагистральных территорий.

Логическое понимание процесса развития города устанавливается в следующих основных терминах и определениях.

Градостроительство – теория и практика планировки, застройки и благоустройства городов, других населенных мест, систем расселения, формирование в них социальной, производственной, транспортной, инженерно-технической инфраструктуры, мест проживания и отдыха населения с учетом требований оптимизации окружающей среды, охраны природных и историко-культурных ценностей [1, 2].

Градостроительное проектирование – разработка градостроительных проектов (проектно-планировочной документации), определяющих перспективы развития поселений и обеспечивающих эффективное использование территориальных и градостроительных ресурсов, оптимизацию процессов развития, соблюдение градостроительной дисциплины.

Градостроительное планирование – определение целей и задач развития градостроительных объектов в течение конкретного (планового) периода, точный расчет необходимых ресурсов и порядок обеспечения ими на весь период реализации плана, определение исполнителей и источников финансирования [3, 4].

Межмагистральная территория (МТ) – основная планировочная единица жилого района. Ее ограничивают магистральные улицы городского и районного значения. Межмагистральную территорию характеризуют следующие показатели:

- численность населения;
- плотность населения;
- планировочная структура территории;
- плотность магистральной улично-дорожной сети.

Исследуя направление развития межмагистральных территорий, выявлено наличие отрицательной тенденции возникновения градостроительных элементов, выбивающихся из концепции застройки, разрушающие единую архитектурную композицию. Например, среди зданий средней этажности возникают многоэтажные дома, разрушающие архитектурный баланс и визуальную дисгармонию на территории.

Такие негативные тенденции возникают из-за пренебрежения к изучению и анализу развивающихся территорий.

С целью качественного и эффективного проведения процесса комплексного развития межмагистральной территории необходимо руководствоваться соблюдением исполнения всех его этапов (рис.1).

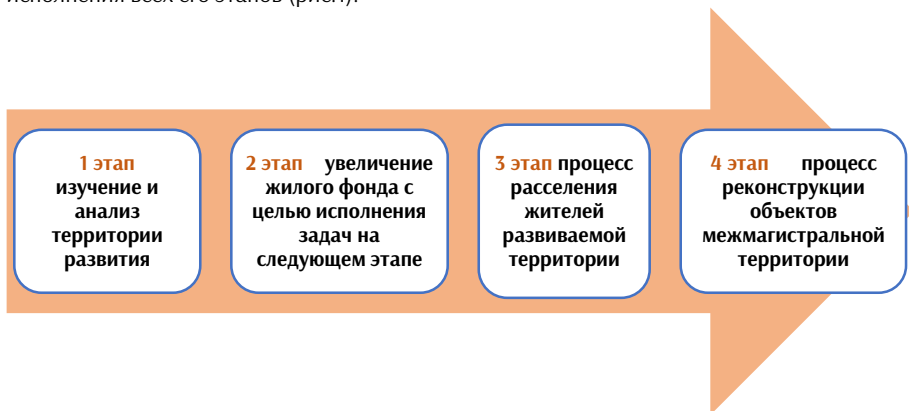


Рис. 1. Схема проведения поэтапного процесса комплексного развития межмагистральной территории.



Первым этапом является изучение и анализ территории развития. На этом этапе важно выявить проблемы территории, проанализировать их и разработать план развития. Часто проведение подобного анализа рекомендуется проводить на уровне города, с целью осуществления оценки и выявления проблемных ситуаций, установить - какие необходимо внести функциональные и конструктивные изменения в планировочную структуру территории.

На втором этапе рассматривается процесс увеличения жилого фонда с целью решения задач третьего этапа - расселение жителей развиваемой территории.

Для каждого города и его территории план развития может отличаться, то и процесс расселения может быть разным. Например, если развитие территории занимает малую часть от всей межмагистральной территории, то расселить могут только из сносимых домов или из сооружений, подвергаемых воздействием внешних вредных источников на этапе строительства. Важно организовать процесс расселения населения согласно утвержденным нормам жилья.

Четвертым этапом является процесс реконструкции объектов межмагистральной территории: жилые дома, объекты сферы обслуживания населения. Также могут усовершенствоваться или проведена реконструкция зеленых насаждений и элементов благоустройства территории, реорганизована или реконструирована улично-дорожной сеть.

Сроки проведения работ соответственно определяются по показателю плотности застройки, количеству, качеству и характеру проводимых работ.

Так на территориях с ветхим жильем возможна полная реорганизация планировочной структуры и функциональных зон, либо частичная реорганизация с сохранением исторически важных сооружений или сооружений в удовлетворительном состоянии, которые будут сочетаться с новой градостроительной концепцией территории.

Важно при зонировании территории обратить внимание на жилую зону, ее благоустройство и плотность. На освобожденных после сноса участках можно разместить дошкольные и школьные образовательные учреждения, либо зоны отдыха, парки и площадки. При возведении этих объектов следует не нарушать такие качественные свойства как комфортность и целостность межмагистральной территории, создавая удобные для жителей жилых групп внутридворовые пространства.

На территориях с большой плотностью застройки важно не превышать объем строительства. Можно размещать новые объекты среди существующей застройки или пристраивать к существующей застройке, не нарушая целостности композиции. При иной концепции можно возводить объекты в качестве будущего опорного фонда.

Также новые элементы могут возводиться на смежных территориях, которые по своим причинам не были освоены до этого, расширяя межмагистральную территорию.

Большой проблемой возникает потребность в организации автостоянок, для которых часто нет места. Иногда их размещение невозможно, а иногда размещают подземные или надземные многоэтажные парковки или используются смежные территории.

Исходя из выше сказанного, можно выделить четыре основных этапа комплексного развития территории: 1 этап - изучение и анализ территории развития

(основополагающий этап всего процесса развития); 2 этап - увеличение и организация жилого фонда для следующего этапа; 3 этап - расселение жителей развиваемой территории; 4 этап- развитие межмагистральной территории и ее элементов (главный этап всего процесса развития). Игнорируя один из этапов, комплексное развитие не будет выполнено в полной мере и в требуемом качестве.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Градостроительство и территориальная планировка: понятийно-терминологический словарь / редкол. Г.А. Потаев (отв.ред.) [и др.]. – Минск: Минсктиппроект, 1999. – 192 с.
2. Потаев, Г.А. Композиция в архитектуре и градостроительстве /Г.А. Потаев. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015. – 304 с.
3. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. М.: Мысль, 1983
4. Градостроительство и территориальная планировка: понятийно-терминологический словарь / редкол. Г.А. Потаев (отв. ред.), И.А. Подо, К.К. Хачатрянц, А.И. Ничкасов. Минск: Минсктиппроект, 1999

УДК 697.7

Симбирев Олег Викторович  
аспирант  
Тюменский индустриальный университет  
(Тюмень, Россия)

## ПОТЕНЦИАЛ К ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЗДАНИЙ

**Аннотация.** Цель работы состоит в выявлении потенциально эффективных технологий в организации вентиляции многоквартирных жилых домов, способствующих решению задач ресурсосбережения и поддержания нормативных значений микроклимата. Актуальность вопроса обусловлена экономическими и экологическими аспектами. Проведен общий анализ разновидностей зарубежных технологий энергоэффективного строительства. Предложены и описаны возможности сохранения тепловой энергии за счет механизации систем вентиляции, а также предложены пути развития и внедрения таких технологий. Описаны положительные эффект достижения целей энергосбережения. Описаны дальнейшие шаги в сторону повышения энергоэффективности жилых зданий.

**Ключевые слова:** вентиляция, эффективное строительство, экономия ресурсов, пассивный дом.

Oleg Simbirev  
graduate student  
Tyumen Industrial University  
(Tyumen, Russia)

## ENERGY EFFICIENCY OF HEATING SYSTEMS OF MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS

**Abstract.** The purpose of the work is to identify potentially effective technologies in the organization of ventilation in apartment buildings, contributing to solving the problems of resource conservation and maintaining the normative values of the microclimate. The relevance of the issue is due to economic and environmental aspects. A general analysis of the varieties of foreign technologies for energy efficient construction has been carried out. Possibilities of preserving heat energy due to mechanization of ventilation systems are proposed and described, as well as ways of development and implementation of such technologies are proposed. The positive effect of achieving energy saving goals is described. Described further steps towards improving the energy efficiency of residential buildings.

**Keywords:** ventilation, efficient construction, resource saving, passive house.

На сегодняшний день на территории Российской Федерации улучшение условий жизни и стремительный прирост жилого фонда требует снижения себестоимости капитального строительства без ухудшения качества условий жилья и эксплуатации

объектов строительства. Одним из крупных слагаемых себестоимости являются капитальные затраты на этапе строительства, а также энергозатраты на этапе эксплуатации жилых и общественных зданий [1].

В то время, как в европейских странах уже действует стандарт для энергонезависимых зданий, на территории России продолжают споры о возможности реализации технологий «пассивных домов» и домов с нулевым энергопотреблением [2]. К примеру, на дальнем Востоке возможно использование на оголовках шахт вытяжной вентиляции дефлекторов, также возможна разработка дефлекторов нового типа для работы на системы приточной вентиляции, так как будет работать всё тот же принцип эжектора, но возможно потребуется разработка новой формы [3].

При рассмотрении затрат энергии в тёплый период на примере здания отеля, может быть видна следующая картина (см. Рис.1).

Распределение энергии на нужды отопления демонстрирует, что основная доля затрат теплоты приходится на подогрев приточного воздуха (см. Рис.2)

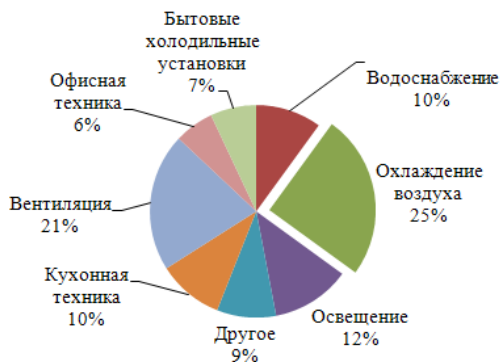


Рисунок 1 - Структура годовых энергозатрат здания отеля.

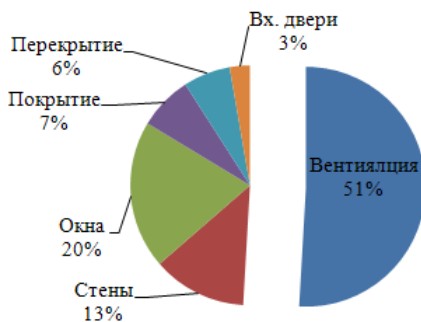


Рисунок 2 - Структура годовых энергозатрат на отопление жилого многоквартирного дома в процентах

В данный момент наиболее энергозатратным является сектор поддержания микроклимата в здании и, как следствие, вызывает наибольший интерес.

Современная нормативная база действующая на территории РФ регламентирует только сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций, а также удельную долю потребляемой тепловой энергии затрачиваемой на подогрев приточного воздуха. Уже эти мероприятия позволили существенно сократить общие теплотери зданий и позволили классифицировать их по энергоэффективности [4].

Опыт в области строительства и эксплуатации энергоэффективных домов в Европе в конце XX века начале XXI демонстрирует, что энергия затрачиваемая на работу систем отопления домов с простыми мероприятиями по увеличению сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций и оптимизация расходов приточной вентиляции (рис. 3 столбец 1 и 2) способствует снижению энергопотребления в 1,5 раза, а применение более сложных мероприятий, таких как подогрев приточного воздуха в грунтовых каналах и т.п. (рис. 3 столбец 1 и 3), позволили сократить энергопотребление на нужды отопления здания в 3 раза [5].

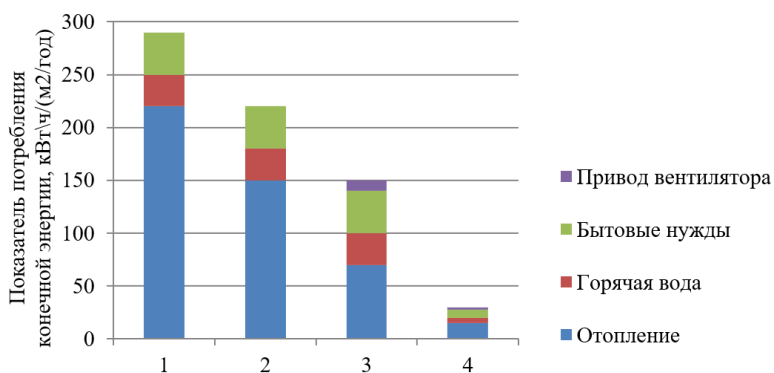


Рисунок 3 - Сравнение показателей потребления конечной энергии

Технология «пассивный дом» позволила снизить энергопотребление зданий в 6 раз (рис. 3 столбец 1 и 4), анализируя эти данные можно прийти к выводу, что мероприятия по энергосбережению оказались весьма эффективными и привели к существенному снижению энергозатрат, а соответственно и затрат невозполнимых энергоресурсов. Однако, европейский опыт возведения и эксплуатации таких зданий не может гарантировать такой же эффект в реалиях российских условий, так же как и не гарантирует рентабельность данных мероприятий, но экологический эффект подобных зданий неоспорим, что говорит о том что применение и дальнейшее совершенствование технологий способных создать «пассивный дом» необходимо.

Опыт зарубежных стран, существующие мероприятия по энергосбережению, нормативно-правовые аспекты регулирующие вопросы строительства и эксплуатации говорит о том, что необходимо разработать и внедрить свои стандарты оценивающие автономность и энергонезависимость зданий и сооружений, а также адаптировать и

разработать энергосберегающие технологии способные действовать в преобладающих климатических районах РФ.

Внедрение, совершенствованием и изучением сложностей, преимуществ и поиском альтернативных решений в стремлении к созданию энергонезависимых домов несомненно будут способствовать созданию действенных и рентабельных технологий. Тепловые насосы, дефлекторы, способные преодолеть сопротивление протяженных каналов, или энергоэффективные вентиляторы, а также солнечные коллекторы, грунтовые каналы и многие другие технологии имеют право на существование, хотя бы с целью выявления слабых мест и работой над устранением недостатков.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. N 323 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации"//Собрание законодательства Российской Федерации. – 2012. - № 50, (30 нояб.). – Ст. 7079.
2. Гурлак Л. И., Бубнович С. Н. Обоснование целесообразности использования пассивных домов//Научный вестник ВГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология, 2015. № 1. С. 33-36.
3. Корниенко С. В. Комплексная оценка энергоэффективности и тепловой защиты зданий//Строительство уникальных зданий и сооружений. 11 (26). 2014. С. 33-48.
4. Постановление Правительства Российской Федерации 25 января 2011 г. № 18 "Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов"//Собрание законодательства Российской Федерации. – 2011. - № 5, (31 янв.). – Ст. 742.
5. Смоляго Г.А., Дронова А.В. Возможности совершенствования качеств наружных стен при возведении и эксплуатации малоэтажных «пассивных» домов//Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 12-15.

УДК 697.9

**Симбирев Олег Викторович**  
аспирант  
Тюменский индустриальный университет  
(Тюмень, Россия)

## **ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

**Аннотация.** Основная задача работы состоит в анализе проблем и факторов влияния на воздушный режим в многоквартирных жилых домах, с целью дальнейшего решения проблем, связанных с вентиляцией. Улучшение санитарно-эпидемиологических условий является актуальной задачей, зависящей от эффективности работы систем вентиляции. Проведен общий анализ разновидностей зарубежных технологий энергоэффективного строительства. Описаны факторы, влияющие на воздушный режим как здания в целом, так и отдельных квартир. Предложены и описаны конструктивно-планировочные решения, способствующие повышению эффективности воздухообмена. Предложены и описаны технические средства для решения задачи организации воздухообмена в квартирах жилых домов.

**Ключевые слова:** вентиляция, аэродинамика, естественная вентиляция, воздушный режим.

Oleg Simbirev  
graduate student  
Tyumen Industrial University  
(Tyumen, Russia)

## **FEATURES OF AIR BALANCE OF APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS**

**Abstract.** The main task of the work is to analyze the problems and factors influencing the air regime in multi-apartment residential buildings in order to further solve the problems associated with ventilation. Improving sanitary and epidemiological conditions is an urgent task that depends on the efficiency of ventilation systems. A general analysis of the variety of foreign technologies for energy efficient construction has been carried out. The factors influencing the air regime of both the building as a whole and individual apartments are described. Structural and planning solutions are proposed and described to improve the efficiency of air exchange. Technical means for solving the problem of organizing air exchange in apartments of residential buildings are proposed and described.

**Keywords:** ventilation, aerodynamics, natural ventilation, air balance.

Массовое применение в жилом строительстве герметичных окон со стеклопакетами и герметичных входных дверей обусловили появление проблем с воздухообменом в многоквартирных жилых домах. Резкое снижение притока свежего воздуха через притворы современных окон и дверей сделало практически неработоспособными системы естественной вентиляции. Такие же проблемы возникают

и в квартирах ранее построенных домов, имевших обычные окна с деревянными спаренными или раздельными переплетами, в которых собственники установили новые герметичные пластиковые окна и двери [1].

Известны многочисленные недостатки естественной вытяжной вентиляции, устанавливаемой в жилых зданиях массовой застройки [2]. В последние годы в связи с повышением герметичности зданий, увеличением содержания в них синтетических отделочных материалов, ужесточением требований к качеству внутреннего микроклимата эти недостатки еще сильнее обострились.

На распределение воздуха в объеме жилого дома влияет множество технических особенностей самого здания: устройство систем общеобменной и противодымной вентиляции, наличие и устройство подвалов, технических этажей, чердаков, устройства лестничных клеток и лифтовых шахт и холлов и прочее, воздухопроницаемость и герметичность ограждающих конструкций.

Наличие и устройство подвалов и технических этажей оказывают влияние на тепловые потери здания в целом, но на воздушном режиме основных помещений не оказывают влияния по причине отсутствия воздухопроницаемых конструкций и/или прямого сообщения через воздушные каналы.

Куда большее влияние на воздушный режим помещений жилых домов оказывают устройства систем общеобменной и противодымной вентиляции, лестничных клеток, лифтовых шахт и холлов. Данные конструкции пересекают здание во всей высоте, и за счет высокого естественного перепада давления в холодный период в каналах вентиляции или объеме лестничной клетки и лифтового холла с шахтами обеспечивают поступление холодного наружного воздуха через неплотности входных дверей и при их регулярном открывании. В дополнение лифты за счет своего движения вверх создают разрежение. Также в общих коридорах располагаются различные коммуникации: электроснабжение, пожаротушение, кабели автоматики и связи, герметичность проходок которых через перекрытие обеспечить практически невозможно, как и герметичность нормальнозакрытых клапанов противодымной вентиляции.

Вышеописанные факторы оказывают серьезное воздействие на воздухообмен основных жилых помещений многоквартирных домов, где через неплотные входные двери в квартиру или негерметичный ввод каких-либо коммуникаций могут возникать течения воздуха, при этом в холодный период года характер таких течений будет как у вытяжной вентиляции, а в теплый приточной, что будет нарушать один из основных принципов воздухообмена: удаление из грязных зон, приток в чистые [3].

Для отдельных помещений и квартир на распределение воздуха, а значит и на эффективность вентиляции, может влиять ориентация наружных стен помещений квартиры. При ориентации наружных стен на разные фасады может появиться эффект сквозного проветривания, с которым достаточно трудно бороться в зданиях с естественным притоком, расположенных в регионах с регулярным ветровым воздействием.

Эффективность вентиляции и гигиенические показатели воздушной среды квартиры во многом зависят и от планировки [4]. Траектория движения воздуха от притока к вытяжке должна быть нормативно зафиксирована для выполнения одного из ключевых правил вентиляции: приток в чистую зону или обслуживающую/рабочую,



вытяжка из загрязненной. Например, ситуация, когда из жилой комнаты воздух движется через грязную зону прихожей и попадает в ванную комнату – чистое помещение с высокой температурой и влажностью, то есть с идеальными условиями для размножения различных микроорганизмов. Аналогичная ситуация с размещением вытяжного устройства в совмещенном санузле.

Расход приточного воздуха возможно уменьшить, выделив в помещениях функциональные зоны, например, зона отдыха, зона приготовления/принятия пищи, мокрая зона (ванная комната, совмещенный санузел). Учитывая, что в квартире большое количество площадей не используется для постоянного пребывания или осуществления какой-либо деятельности можно сократить расход воздуха, подавая его сосредоточенно и с большей скоростью.

Существенную роль в организации вентиляции оказывает положение дверей открыто/закрыто в помещениях, а также герметичность ограждающих конструкций. Так закрытые двери в санузлах будут препятствовать нормальной работе естественной вентиляции, а негерметичная входная дверь будет способствовать перетеканию загрязненного воздуха в квартиру.

Для обеспечения концепции проветривания квартиры необходимо в системе вентиляции иметь определенный ассортимент технического оборудования:

1. Устройства для поступления наружного воздуха в жилые помещения (форточки или специальные клапаны).

Приточные устройства должны быть рассчитаны на пропуск воздуха в среднем от 40 до 60 м<sup>3</sup>/ч при перепаде давления 20 Па с возможностью регулирования вплоть до полного закрытия.

2. Для перетока воздуха по квартире достаточно обеспечить зазор под дверями 1,5–2 см в жилых комнатах и 2–3 см в кухне, туалете и ванной.

3. Вытяжные решетки (устройства) на кухне, в ванной и санузле на пропуск 90–25 м<sup>3</sup>/ч с возможностью их регулирования вплоть до полного закрытия.

4. Система вертикальных каналов, правильно рассчитанная и сконструированная, обеспечивающая заданный расход воздуха, исключающая перетекание воздуха с одних этажей на другие и исключающая опрокидывание движения воздуха при определенных наружных температурах и ветровых условиях.

5. Способ и устройство для побуждения движения воздуха в вентиляции принят естественнo-механический, с постоянной естественной вентиляцией, с усилением его действия дефлектором на вытяжных шахтах и установкой осевого вентилятора в самой шахте [5].

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Кривошеин А. Д. Обеспечение регулируемого притока воздуха в жилых зданиях: проблемы и решения // АВОК. 2018. №4. С. 32–41.
2. Докуз О. К. и др. Использование механической вентиляции в жилых зданиях // Наука в России: перспективные исследования и разработки. 2017. С. 128–131.
3. Alfano F. R. A. et al. An experimental investigation on the air permeability of passive ventilation grilles. Energy Procedia. 2015. Pp. 2869–2874.

4. Сайфутдинова А. М., Куприянов В. Н. Качественные характеристики воздухообмена жилых помещений и их зависимость от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. №. 1 (27). С. 113–118.
5. Королёв М. А. Вентиляция в многоквартирном доме // Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. 2018. С. 189-192.

УДК 621.226.3

Синько Александр Николаевич, Абдыкаримов Кайрат Дулатович  
Карагандинский технический университет  
(Караганда, Казахстан)

## ДЕМПФИРОВАНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОПРИВОДЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию природы гармонических колебаний давления в гидроприводе шлифовальных станков, их влияния на точность и качество обработки, а также совершенствованию конструкции гидропривода плоскошлифовального станка для демпфирования пульсаций давления. В статье приводится гидравлическая схема и описание принципа работы усовершенствованного гидропривода шлифовального станка, а также уравнение для выбора параметров демпфирующего устройства.

**Ключевые слова:** пульсации давления, гидропривод, шлифовальные станки, гидроцилиндр, гидравлические демпферы, гидроаккумуляторы.

Sin'ko Aleksandr Nikolaevich, Abdykarimov Kairat Dulatovich  
Karaganda technical university  
(Karaganda, Kazakhstan)

## DAMPING OF PRESSURE PULSATIONS IN HYDRAULIC DRIVE OF GRINDING MACHINES

**Abstract.** The article is devoted to research of nature of pressure harmonic fluctuations in hydraulic drive of grinding machines, their impact on machining accuracy and quality, also to improvement of hydraulic drive construction of cylindrical grinder for pressure pulsations damping. The article provides circuit and operating principle description of improved hydraulic drive of grinding machine, also the equation for selection of damping device parameters.

**Keywords:** pressure pulsations, hydraulic drive, grinding machine, hydraulic cylinder, hydraulic dampers, hydraulic accumulators.

Гидравлический привод наряду с механическим находит широкое применение в современных металлорежущих станках, особенно в шлифовальных, агрегатных и некоторых других [1, стр. 297].

Гидравлический привод получил широкое распространение в шлифовальных станках различных типов для привода столов, устройств правки круга, механизмов поперечных подач и различных вспомогательных механизмов [2, стр. 81].

Гидросистемы в шлифовальных станках применяют для осуществления возвратно-поступательного перемещения стола, подачи шлифовального круга, автоматического подвода и отвода шлифовальной бабки и для выполнения вспомогательных функций [3, стр. 257].

Гидросистемы шлифовальных станков не допускают вибраций и перебоев, работают на давлениях 2–3 МПа при достаточно высоком КПД, обеспечивая при этом стабильность температуры и, следовательно, характеристики [4, стр. 5].

Неустойчивость отдельных контуров гидросистем крайне нежелательна, так как она вызывает повышенный шум в гидросистеме и колебания отдельных элементов могут передаваться через трубы гидролинии на узлы станка, вызывая сильные вибрации, которые могут отрицательно сказываться на чистоте поверхности и правильности геометрической формы обрабатываемых на станке деталей. Поэтому устойчивость отдельных контуров гидросистемы является непременным условием создания качественных станков. Особое значение эти вопросы имеют для станков чистовой обработки (шлифовальных, алмазно-расточных, хонинговальных и др.), где даже незначительные вибрации узлов вызывают ухудшение качества обрабатываемых деталей [5, стр. 99].

1. В гидросистемах могут возникнуть колебания давления, когда в результате различных, характерных для установки процессов, как, например:

- 1) неравномерности в пределах объемного насоса;
- 2) системы пружина-масса (клапан постоянной разности давлений в клапанах);
- 3) молниеносное соединение камер с различными уровнями давлений;
- 4) приведение в действие запорной и регулировочной арматуры с короткой длительностью времени открытия и закрытия;
- 5) операции по подключению или отключению объемных насосов, изменяется характер движения гидрожидкости [6, стр. 105];
- 6) динамические перегрузки в процессе работы гидравлической системы, возникающие при резкой остановке исполнительных органов или их реверсировании; кинетическая энергия жидкости переходит в потенциальную, и давление может резко возрастать [7, стр. 265];
- 7) в связи с тем, что утечки в насосе пропорциональны давлению в напорной гидролинии, при колебаниях нагрузки (и соответственно рабочего давления) количество жидкости, подаваемой насосом в гидродвигатель, и его скорость будут изменяться. Особенно заметно влияние нагрузки на скорость движения выходного звена гидродвигателя при малой величине установленной скорости. Это может привести к низкому качеству обработки и поломке режущего инструмента [8, стр. 39].

В отдельных случаях пульсация подачи может оказывать значительное влияние на динамические процессы гидросистемы. Колебания потока вызовут, вследствие инерции и упругости жидкости, заполняющей нагнетательную магистраль, а также вследствие гидравлического сопротивления последней, колебания (пульсации) давления на выходе насоса, амплитуда которых может значительно превышать амплитуду колебания потока. Пульсации давления могут привести к усталостному разрушению труб, а также вызвать вибрацию клапанов и прочей гидроаппаратуры [9, стр. 121].

2. В некоторых гидросистемах применяют демпфирование вынужденных колебаний давления, возникающих в гидросистеме вследствие неравномерности (пульсации) подачи насоса. Демпфирование осуществляется установкой непосредственно за насосом демпфера колебаний (антипульсатора мембранного типа или гидроаккумулятора, а также иных емкостей и инерционных сопротивлений).

Радикальным средством снижения пульсации подачи и, соответственно, давления является установка непосредственно на выходе насоса жесткой емкости в виде отрезка трубы диаметром примерно в 5 раз большим диаметра выходного канала; длина этого отрезка 5–6 калибров трубы [9, стр. 121].

Имеются многочисленные возможности для демпфирования пульсаций давления, но гидравлические демпферы зарекомендовали себя в особенности при их применении в гидросистемах.

В зависимости от метода действия гидравлические демпферы основаны на принципе гидропневматических баллонных и мембранных аккумуляторов или одного жидкостного шумоглушителя. При гидропневматических демпферах используется для демпфирования сжимаемость газа (большой частью азота) При этом, например, для баллонного аккумулятора баллон в зависимости от размера пульсации давления сжимается или с него снимается давление. Такие же свойствами обладают мембранные аккумуляторы. Поскольку при применении стандартных баллонных или мембранных аккумуляторов может произойти нарушение режима демпфирования в результате неблагоприятного соединения гидрожидкости с объемом газа, были разработаны специальные гидропневматические демпферы (пульсационные демпферы). Такой вид демпферов имеет присоединительный блок для монтажа в трубопроводе, с помощью которого оптимальным способом присоединяются к объему газа объемные колебания или пульсации давления. Благодаря этому обеспечиваются хорошие свойства демпфирования до частоты около 500 Гц [6, стр. 105].

3. На рисунке 1 приведена схема усовершенствованного гидравлического привода перемещения стола круглошлифовального станка 3А151 [8, стр. 70] с применением гидроаккумуляторов.

Насос 1 пластинчатого типа [8, стр. 70] нагнетает рабочую жидкость из бака 2, встроенного в станину 25 [1, стр. 315], через дроссель 6, предназначенный для изменения расхода рабочей жидкости в линии гидросистемы [8, стр. 27]; далее через обратный клапан 7 для пропускания потока жидкости только в одном направлении [8, стр. 26], к трехпозиционному электрогидравлическому распределителю 8, служащему для направления потоков жидкости в гидросистеме и управления последовательностью действий и фиксации механизмов в заданном положении [8, стр. 19]; при этом гидроаккумулятор 5 накапливает энергию, получая жидкость от насоса [8, стр. 35], применяется специально для понижения пульсации давлений со стороны всасывания и понижает в значительной степени эффекты ускорения объемного потока [6, стр. 107]:

1) в нейтральной позиции “0” каналы распределителя заперты, т. о. насос нагнетает рабочую жидкость по сливной линии в бак 2 через предохранительный клапан 3 предохранительного блока, который предназначен для предохранения гидропневматического аккумулятора; состоит предохранительный блок из клапана для ограничения давления 3, манометра 4, аккумулятора 5 [6, стр. 126]; для очистки жидкости от попавших в нее твердых частиц используется фильтр 9 [8, стр. 34].

2) в позиции “а” насос нагнетает рабочую жидкость в левую полость гидроцилиндра 16, при этом гидроаккумулятор 10 предохраняет гидравлическую систему от динамических перегрузок, возникающих при резкой остановке исполнительных органов или их реверсировании в процессе работы [7, стр. 265], а из правой полости

гидроцилиндра 16 рабочая жидкость вытесняется в бак 2 по сливной магистрали через предохранительный клапан 15 предохранительного блока, который предназначен для предохранения гидропневматического аккумулятора; состоит предохранительный блок из клапана для ограничения давления 15, манометра 14, аккумулятора 13 [6, стр. 126];

3) в позиции “b” в правую полость гидроцилиндра 16, при этом гидроаккумулятор 13 предохраняет гидравлическую систему от динамических перегрузок, возникающих при резкой остановке исполнительных органов или их реверсировании в процессе работы [7, стр. 265], а из левой полости гидроцилиндра 16 рабочая жидкость вытесняется в бак 2 по сливной магистрали через предохранительный клапан 12 предохранительного блока, который предназначен для предохранения гидропневматического аккумулятора; состоит предохранительный блок из клапана для ограничения давления 12, манометра 11, аккумулятора 10 [6, стр. 126].

На штоке гидроцилиндра 16 закреплен стол 17, а корпус гидроцилиндра 16 вмонтирован в станину 25 станка, т. о. корпус неподвижен, а шток со столом перемещаются возвратно-поступательно относительно него, т. е. совершают вспомогательное движение резания. Заготовка устанавливается в центре 20 передней бабки 21, центре 23 задней бабки 24 и вращается поводковым патроном 22. При этом шлифовальный круг 19, закрепленный на шлифовальной бабке 18, совершает вращательное движение, т. е. главное движение резания.

4. Объем баллонов газовых аккумуляторов 10 и 13 (рисунок 1), применяемых для защиты от динамических нагрузок, возникающих при резкой остановке или реверсе,

$$V_{б.10,13} \geq \frac{v_{тр}}{a} n \left( \frac{p}{p_{нач}} \right)^{\frac{1}{n}} \left( \frac{1}{\xi} + \frac{1}{2} \right) S_{тр} L, \quad (2)$$

где  $v_{тр}$  – скорость движения жидкости в трубе до возмущения;

$a$  – скорость распространения ударной волны в линии гидросистемы, для стальных трубопроводов  $a=1200 \div 1400$  м/с, для армированных шлангов  $a=600 \div 800$  м/с, для медных трубопроводов  $a=900 \div 1100$  м/с;

$p$  – давление в системе до возмущения;

$p_{нач}$  – начальное давление газа в аккумуляторе (при отсутствии давления в гидравлической системе);

$\xi = \frac{\Delta p}{p}$  – допустимое относительное повышение давления в гидросистеме;

$S_{тр}$  – площадь проходного сечения;

$L$  – длина линии гидросистемы.

Объем баллона газового аккумулятора 5 может быть выбран по соотношению

$$V_{б.5} \geq 2n \frac{L}{a} Q_n \left( \frac{p}{p_{нач}} \right)^{\frac{1}{n}} \left( \frac{1}{\xi} + \frac{1}{2} \right), \quad (3)$$

где  $Q_n$  – подача насоса [7, стр. 266].

**Выводы и дальнейшие перспективы исследования.** Гидравлические демпферы в гидроприводе шлифовальных станков позволяют сгладить колебания расхода и

давления, погасить вибрации и шумы, тем самым повышая жесткость динамической системы станка. С помощью усовершенствованной конструкции гидропривода представляется возможным снизить износ гидродвигателя, основной и вспомогательной гидроаппаратуры, трубопроводов и металлорежущих (абразивных) инструментов, повысить точность и качество обрабатываемых поверхностей деталей, что отражается на экономических показателях производства в виде уменьшения издержек, себестоимости продукции и увеличении прибыли. Представляется возможным применение предлагаемого конструкторского решения для других подгрупп шлифовальных станков (плоскошлифовальные, бесцентровошлифовальные), а также станков чистовой обработки (алмазно-расточных, хонинговальных) [5, стр. 99].

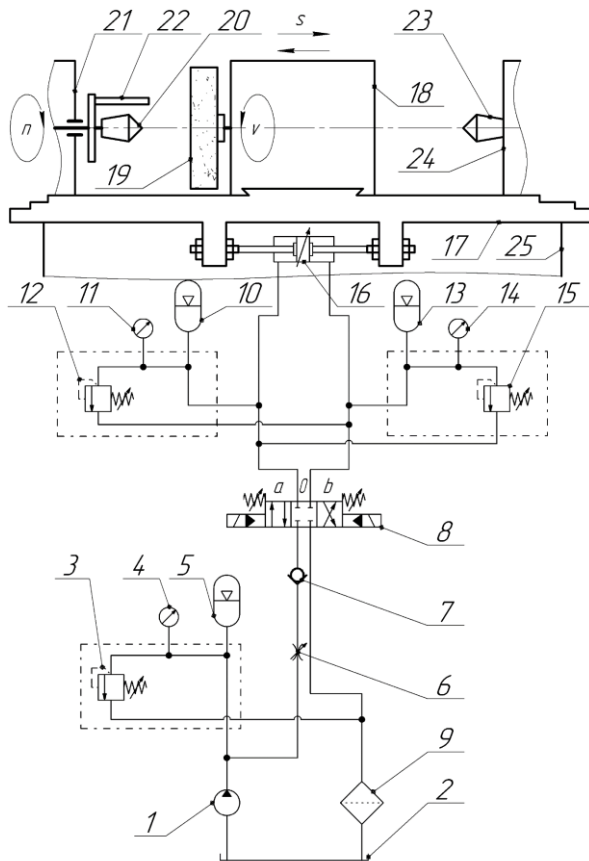


Рисунок 1 – Гидравлическая схема усовершенствованного гидропривода продольных подач шлифовальной бабки круглошлифовального станка 3А151

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Металлорежущие станки. Учеб. пособие для вузов Н. С. Колев, Л. В. Красниченко, Н. С. Никулин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.
2. Основы гидравлики и гидропривод станков: Учебник для техникумов по спец. «Металлообрабатывающие станки и автоматические линии», «Производство контрольно-измерительных инструментов и приборов», «Обработка металлов резанием», «Инструментальное производство» / Л. С. Столбов, А. Д. Перова, О. В. Ложкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 256 с.
3. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. А. С. Проникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
4. Машиностроительный гидропривод. / Л. А. Кондаков, Г А. Никитин, В. Н. Прокофьев и др. Под ред. В. Н. Прокофьева. М., Машиностроение, 1978 – 495 с.
5. Коробочкин Б. Л. Динамика гидравлических систем станков. М., «Машиностроение», 1976.- 240 с.
6. Учебный курс по гидравлике. Том 3. Проектирование и сооружение гидроустановок. Учебник и справочник по проектированию и сооружению гидроустановок и гидросистем. Авторский коллектив: П. Дрекслер, Х. Фаатц, Ф. Файхт, дипл. инж. Х. Гайс, д-р инж. Й. Морлок, Э. Висман, Маннесманн Рексрот ГмбХ, Лор на Майне/ФРГ, А. Крилен, Хыдрокаре В., Ф. Бокстел/Нидерланды, Д-р-инж. Н. Ахтен, М. Райк ГмбХ, Сульцбах/ФРГ 1988 г. Маннесманн Рексрот.
7. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов/Под ред. В. Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
8. Бирюков Б. Н. Гидравлическое оборудование металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1979. – 112 с.
9. Башта Т. М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов. М., «Машиностроение», 1974, 606 с.



УДК 334

Спиридонов Александр Дмитриевич  
курсант,  
Берестовой Вадим Владимирович  
курсант

Научный руководитель: Буданов Борис Владимирович  
старший преподаватель, кафедра безопасности в ЧС  
Уральский институт ГПС МЧС России  
(Екатеринбург, Россия)

## ОБУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

**Аннотация.** Одной из самых актуальных проблем является подготовка населения в области Гражданской Обороны. Обучение населения имеет высокую необходимость в связи с тем, что в современном мире ведётся активное развитие вооружения и для того, чтобы в случае возникновения военного конфликта население смогло предпринять правильные действия для выживания необходимо правильно и качественно проводить подготовку как управляющих органов, так и обычных граждан. Помимо этого, нужно улучшить и качество обучения населения за счёт введения новых способов передачи информации об этом.

**Ключевые слова:** Гражданская Оборона; мероприятия по обучению; методы обучения.

Spiridonov Alexander Dmitrievich  
cadet,  
Berestovoy Vadim Vladimirovich  
cadet

Scientific advisor: Budanov Boris Vladimirovich  
senior lecturer of the Department of Safety in Emergencies,  
Ural Institute of state fire service of EMERCOM of Russia  
(Ekaterinburg, Russia)

## TRAINING OF THE POPULATION IN THE FIELD OF CIVIL DEFENSE

**Annotation.** One of the most pressing problems is the training of the population in the field of Civil Defense. Training of the population is highly necessary due to the fact that in the modern world there is an active development of weapons and in order that in the event of a military conflict, the population can take the right actions for survival, it is necessary to properly and efficiently train both governing bodies and ordinary citizens. In addition, it is necessary to improve the quality of education of the population by introducing new ways of transmitting information about it.

**Keywords:** Civil defense; training activities; training methods.

Одной из актуальных проблем в наше время является подготовка населения в области Гражданской Обороны. Актуальна она в связи с тем, что если подойти к обычному прохожему

и спросить, что он будет делать в случае нападения противника. Он даже не сможет сказать, где находится убежище и относиться это к большей части населения.

Именно поэтому так важно еще в мирное время довести до граждан, как им защитить себя и своих близких, какие меры предпринять в случае применения противником оружия массового поражения, и других средств, направленных на нападение.

Обучение в данном вопросе организуется и проводится по указанию старших начальников ГО, их штабов, а также местных органов по вопросам ГО. На объекте же, за обучение сотрудников и работников объекта, а также руководящего состава ответственным является начальник ГО объекта. Организуются и контролируются все мероприятия по обучению через штаб

Для удобства, а также более качественного обучения сотрудников на объектах их условно можно классифицировать на: руководящий состав ГО; различные формирования; рабочие и служащие; население, не занятое в сферах производства и обслуживания, проживающее в ведомственном жилом секторе.

Для каждой категории отдельно разрабатывается специальная программа обучения.

Для подготовки и проведения обучения населения существуют определённые общие принципы, а именно: универсальность; обучение первоочередным вещам в условиях военного времени; постепенное и систематичное обучение; понимание и активность; доступность и наглядность; применение как коллективного, так и индивидуального подхода в обучении.

Качество обучение будет зависеть от того насколько качественно будут применяться его методы и формы. Сторону подготовки и организации учебного процесса определяют формы обучения. Они отвечают за структурность обучения: группировку состава, определение места и времени, где будет проходить обучение, а также роль и специфику того чем будут заниматься обучаемые.

К формам обучения можно отнести такие мероприятия, как классные занятия, специальные тренировки, объектовые тренировки, тактико-специальные учения, комплексное обучение ГО.

Метод обучения это, то чем непосредственно руководитель занятия руководствуется для качественной передачи знаний, необходимых навыков и умений, а также определённые физические и умственные качества, для выполнения задач в области ГО. Основным же методом обучения является проведение практических занятий. В обучении состава предусматриваются такие мероприятия как лекции, практические занятия и групповые упражнения. Завершается программа обучения непосредственным участием руководящего состава в комплексном обучении по ГО, в ходе которого закрепляются полученные знания и умения в области ГО в различных условиях обстановки и управления силами ГО.

Однако можно использовать и другие методы по обучению населения, а именно увеличить количество источников информации в области ГО. Для того что бы население понимало, что нужно предпринимать в случае возникновения ЧС. Можно установить специальные стенды с указанием места эвакуации для района где он непосредственно находится; добавить инструкции по действиям в общественный автотранспорт, местах массового пребывания людей. Увеличить интерес подрастающего поколения можно было бы создав какие-либо игры данной направленности, для того чтобы дети могли получить удовольствие от изучения столь важного вопроса.

Подводя итог хочу сказать, что обучение населения в области ГО является очень важным вопросом, для того чтобы в случае ЧС население смогло, выполнить все меры по обеспечению собственной безопасности и для этого нужно увеличить количество источников информации.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Костров А.М. Гражданская оборона. М.: Просвещение, [Текст], 1991. – 64 с.: ил.
2. Фалеев М. И. Развитие гражданской защиты в России в разработках Центра стратегических исследований гражданской защиты МЧС России: от истории – к будущему. М., 2015. 466 с.
3. Бутков П. П.. Гражданская оборона и защита в чрезвычайных ситуациях для работающего населения СПб., 2017. 121 с.

УДК 66.047.3

Степка Олег Григорьевич  
Государственный Аграрный Университет Молдовы  
(Кишинев, Молдова),  
Маковецкий Филип Александрович  
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко  
(Тирасполь, Молдова)

### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МИКРОВОЛНОВОЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

**Аннотация.** В статье рассматриваются результаты компьютерного моделирования и экспериментального исследования процесса микроволновой сушки древесины.

**Ключевые слова:** микроволновая сушка, древесина, компьютерное моделирование.

Stiopca Oleg Grigore  
State Agrarian University of Moldova  
(Chisinau, Moldova),  
Makovetsky Philip Alexandrovich  
Pridnestrovian state university "T.G. Shevchenko"  
(Tiraspol, Moldova)

### COMPUTER SIMULATION AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE PROCESS OF MICROWAVE DRYING OF WOOD

**Abstract.** The article considers the result of computer simulation and experimental study of the process of microwave heating of wood.

**Keywords:** wood microwave drying, wood, computer simulation.

СВЧ-печь представляет собой металлический ящик, с волноводом, подключённым к генератору СВЧ 420 Вт, на частоте 2,45 ГГц, работающим на волне TE<sub>10</sub>. В нижней части печи имеется цилиндрическая стеклянная пластина, на которую сверху кладётся древесина (Рис. 1). Часть древесины срезается для облегчения создания сетки при расчёте методом конечных элементов.

Для уменьшения задачи вдвое используется симметрия. Стенка симметрии ставится вертикально через печь, волновод, древесину, и плиту.

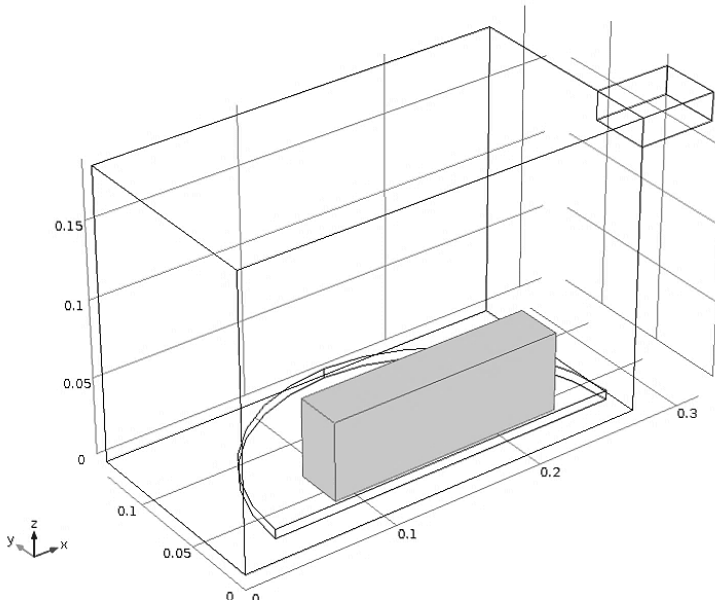


Рисунок 1. СВЧ печь в разрезе по плоскости симметрии, в которой расположена древесина на плите.

Модель использует медь для стенок СВЧ печи и волновода. Хотя потери металлов будут небольшие, на этих стенках устанавливается импедансное граничное условие для учёта потерь [1].

Стенка симметрии имеет зеркальную симметрию для электрического поля и ставится в сечении, в котором выполняется условие  $n \times H = 0$ .

Прямоугольный порт возбуждается поперечной электрической (ТЕ) волной, которая распространяется как волна, которая не имеет электрическую составляющую поля в направлении распространения.

Возбуждение на частоте 2,45 ГГц, тип волны ТЕ<sub>10</sub> является единственной распространяющейся модой через прямоугольный волновод. Частоты отсечки для различных типов волн находятся аналитически из соотношения

$$(v_c)_{nm} = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2} \quad (1)$$

где  $m$  и  $n$  обозначены номера типов волн, а  $c$  обозначает скорость света.

Для типа волны ТЕ<sub>10</sub>,  $m = 1$  и  $n = 0$ . С размерами прямоугольного сечения ( $a = 7,8$  см и  $b = 1,8$  см), а мода ТЕ<sub>10</sub> является единственной распространяющейся модой для частот между 1.92 ГГц и 3.84 ГГц.

Постоянная распространения  $\beta$ , на частоте  $\nu$  дается выражением

$$\beta = \frac{2\pi}{c} \sqrt{v^2 - v_c^2} \quad (2)$$

После задания возбуждения на прямоугольный порт, решается уравнение Гельмгольца для вектора электрического поля E внутри волновода и СВЧ печи:

$$\nabla \times (\mu_r^{-1} \nabla \times E) - k_0^2 \left( \epsilon_r - \frac{j\sigma}{\omega\epsilon_0} \right) E = 0 \quad (3)$$

где  $\mu_r$  обозначает относительную магнитную проницаемость, j мнимая единица,  $\sigma$  проводимость,  $\omega$  угловая частота,  $\epsilon_r$  относительная диэлектрическая проницаемость,  $\epsilon_0$  - диэлектрическая проницаемость свободного пространства. Модель использует материалные параметры для воздуха:  $\sigma = 0$  и  $\mu_r = \epsilon_r = 1$ . Влажная древесина имеет диэлектрическую проницаемость  $\epsilon_r = 15 - j 3$ , где мнимая часть учитывает диэлектрические потери.[1]. Стеклоянная пластина имеет  $\epsilon_r = 2.55$ ,  $\sigma = 0$ ,  $\mu_r = 1$ .

На Рис. 2 показываються распределённые тепловые потери СВЧ -источника и потока тепла, проникающего через древесину.

Мощность, поглощаемая древесиной, рассчитывается в программе *Comsol Multiphysics* [1, стр. 100] и составляет около 80% входной СВЧ мощности. Часть оставшейся энергии отражается обратно через порт.

Благодаря высокой теплопроводности древесины, тепло распределяется довольно быстро (Рис. 3).

При нагревании древесины, температура в центре достигает 100 °С и вода начинает кипеть; высушивается в центре и передает тепло в виде пара на наружные слои.

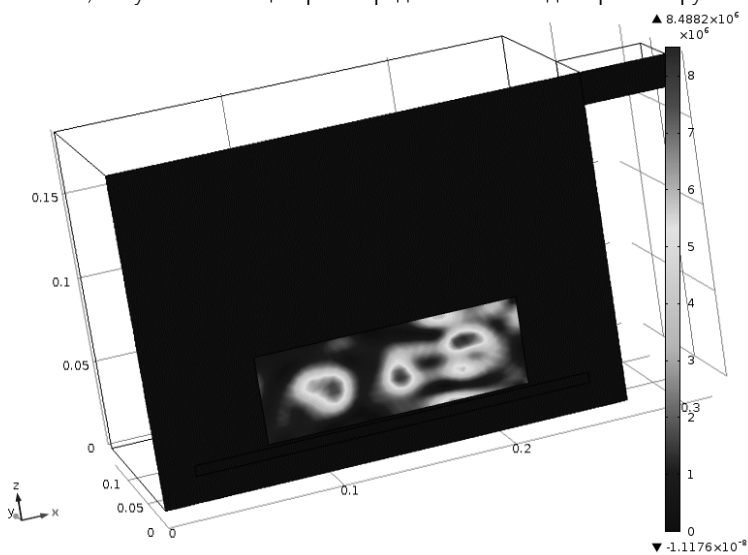


Рисунок. 2. Распределение потерь в структуре СВЧ печи и древесине

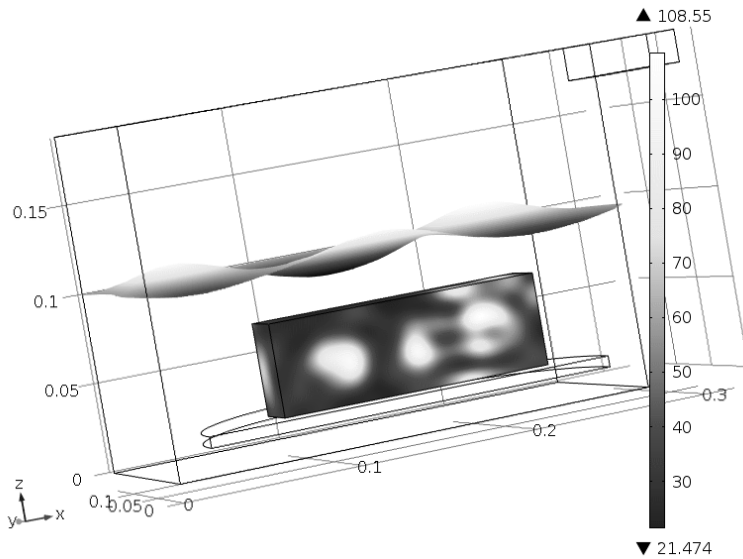


Рисунок. 3. Установившаяся температура в древесине

Смоделирован процесс микроволновой сушки древесины в компьютерной программе *COMSOL Multiphysics* показывающий энергоэффективность данного метода и распределение тепла в древесине при СВЧ сушке. Модель может служить отправной точкой для более глубокого анализа.

Технология исследования процесса микроволновой сушки древесины заключается в следующем:

1. взвешивание пробы и записывание веса;
2. измерение и записывание влажности пробы;
3. проба помещается в центр СВЧ печи и обрабатывается в течении 30 сек.;
4. проба вынимается из печи и остывает в течении 30 минут;
5. далее происходит взвешивание и измерение влажности пробы и повторение операции сушки;
6. цикл «взвешивание – измерение влажности – сушка – остывание» повторяется несколько раз.

Исследование процесса сушки древесины проводились при мощности СВЧ,  $P = 0,419$  кВт.

Использованное оборудование для проведения исследования процесса микроволновой сушки древесины:

- 1). СВЧ печь (Напряжение питания – 220 В ~ 50 Гц, Мощность микроволн – 800 Вт.
- 2). Электронные весы *Maxwell MW – 1451* (Предел взвешивания - 5 кг, Погрешность измерения - 1 г.)

3). Электронный влагомер *Damp Check* для резистивного измерения влажности материалов, который определяет и вычисляет влагосодержание в древесине путём измерения сопротивления (Диапазон измерения - 6.....60%, Точность измерения -  $\pm 2\%$ , Размеры проб - В $\times$ Ш $\times$ Д: 45 $\times$ 45 $\times$ 145 мм.)

На основании экспериментальных данных построены графики в программе *Microsoft Excel* (Рис.1 и Рис. 2): зависимостей влажности от продолжительности воздействия СВЧ излучения пробы 1 (кедр) и пробы 2 (дуб) и график зависимости влажности всех проб от затрачиваемой электроэнергии СВЧ устройства. За 2,5 минуты воздействия СВЧ излучения наблюдается снижение влажности древесины с 40% до 10%.

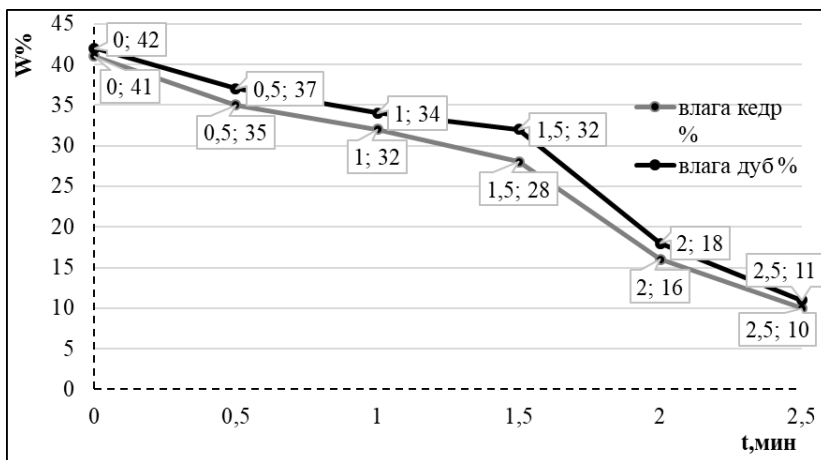


Рисунок 4. Зависимость влажности от продолжительности СВЧ сушки

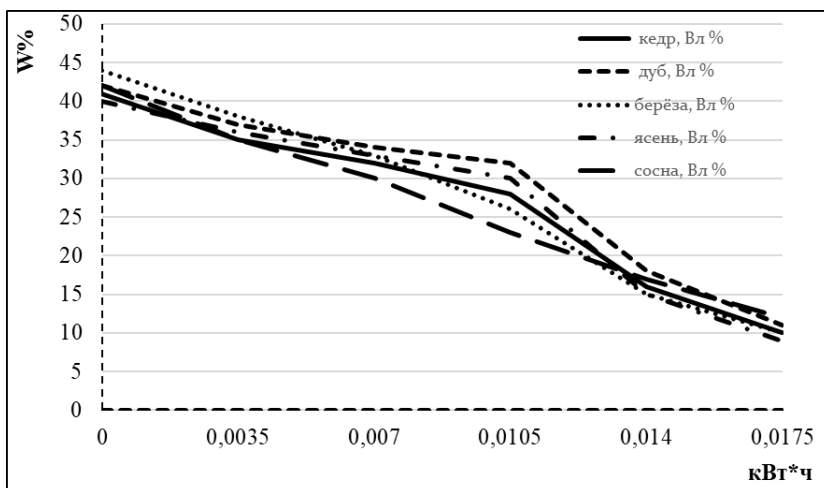


Рисунок 5. Зависимости влажности от потребляемой электроэнергии



Проверяем результаты эксперимента со справочной таблицей зависимости плотности различных пород древесины от её влажности, кг/м<sup>3</sup>. (Табл. 1)

Таблица 1. Плотность различных пород древесины от её влажности, кг/м<sup>3</sup> [1]

Древесные породы	Влажность древесины, %					
	0	12	30	40	50	60
Кедр	420	450	480	510	540	580
Сосна	470	500	530	570	610	650
Берёза	600	630	650	700	750	800
Дуб	650	690	710	770	820	880

В эксперименте использовались бруски размером  $V = 0,045 \times 0,045 \times 0,145 = 0,00029 \text{ м}^3$ .

Для пробы №1 (кедр) плотность при влажности 40% составляет 510 кг/м<sup>3</sup>. Из формулы  $\rho = \frac{M}{V}$  находим массу пробы  $M_{\text{вл}} = V_{\text{пробы}} \cdot \rho_{\text{табл}}$ .

$$M_{\text{вл}40\%} = 0,00029 \times 510 = 0,148 \text{ кг. (Вл 40\%)}$$

$$M_{\text{вл}30\%} = 0,00029 \times 480 = 0,140 \text{ кг. (Вл 30\%)}$$

$$M_{\text{вл}12\%} = 0,00029 \times 450 = 0,130 \text{ кг. (Вл 12\%)}$$

Результаты математического расчёта и экспериментальные данные занесены в Таблицу 2.

Таблица 2. Результаты расчёта и экспериментальные данные.

Влажность древесины %	Расчётный вес древесины (кедр), кг	Экспериментальный вес древесины (кедр), кг
40%	0,148	0.150
30%	0,140	0.138
12%	0,130	0.127

Учитывая погрешность измерительных приборов результаты практически совпадают с математическими расчётами.

Удельная мощность излучения  $P_{\text{уд}}$  равна полной мощности  $P$ , подаваемой в камеру, отнесённой к объёму загруженных материалов  $V_{\text{дер}}$ , т.е.  $P_{\text{уд}} = P/V_{\text{дер}}$ ;  $V_{\text{дер}} = Fd$  [3, стр. 5]:

$$P_{\text{уд}} = \frac{P}{V} = \frac{P\rho}{m}, \text{ Втч/м}^3 \quad (4)$$

где:

$P$  – электроэнергия затрачиваемая на нагрев материала, Втч;

$\rho$  – плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>;

$m$  – масса продукта, кг.

Для образца №1 (кедр)

$$P_{\text{уд}} = \frac{17,5 \times 450}{0.130} = 60570 \frac{\text{Втч}}{\text{м}^3} = 60,57 \frac{\text{кВтч}}{\text{м}^3}$$

Таким образом для сушки 1 м<sup>3</sup> образца №1 (кедр) расход электроэнергии составит 60,57 кВтч.

Теоретические расчёты и экспериментальные данные показывают целесообразность внедрения диэлектрической сушки древесины, на предприятиях, использующих традиционные способы сушки.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Курушин А. А., Решение мультифизических СВЧ задач с помощью САПР COMSOL – М. One-Book, 2016. - 376 с.
2. Торговников Г.И., Диэлектрические свойства древесины: - М.: Лесн. Пром-сть, 1986. - 128 с.
3. Морозов Г.А., Микроволновые технологии в промышленности и сельском хозяйстве: Казань, 2000. – стр. 1–10.

УДК 681.3

Тютюнников Сергій Валентинович, Тютюнников Владислав Сергійович  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»  
(Ужгород, Україна)

## АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ІНКУБАТОРУ ДЛЯ НЕМОВЛЯТ

**Анотація.** В даній статті представлена розробка системи автоматизованого пристрою керування інкубатора для немовлят із застосуванням вентилятора, який контролює рівень кисню в інкубаторі. Також наведено розробку функціональної та принципової схеми системи управління, вибір виконавчого та вимірювального обладнання системи вентиляції, програмованого логічного контролера, які зможуть забезпечити необхідну функціональність.

**Ключові слова:** мікроконтролер, Arduino, ікубатор, пристрій автоматичного керування, конвертор, дисплей.

Tiutiunnykov Sergiy Valentinovich, Tiutiunnykov Vladyslav Sergiyovych  
SHEI "Uzhhorod National University"  
(Uzhhorod, Ukraine)

## AUTOMATED CONTROL DEVICE OF INCUBATOR FOR BABIES

**Abstract.** This article presents the development of an automated control system for an incubator for babies using a ventilator that controls the oxygen level in the incubator. The development of the functional and basic scheme of the control system, the choice of the executive and measuring equipment of the ventilation system, the programmable logic controller, which will be able to provide the necessary functionality, are also given.

**Keywords:** microcontroller, Arduino, incubator, automatic control device, converter, display.

Актуальною проблемою в неонатології є догляд маловагових та недоношених дітей. Неможливо уявити збереження життя недоношеної дитини без застосування інкубаторів для новонароджених. За допомогою датчиків в інкубаторі для немовляти можна контролювати і підтримувати параметри життєдіяльності недоношених дітей. Бокс для новонароджених є важливою медичною технікою підтримуючої життєдіяльності недоношеної дитини.

Інкубатор для немовлят – важлива ланка в житті новонародженого. Недоношені діти дуже схильні до втрат тепла, а тому важливо вчасно і швидко помістити дитину в комфортне для неї середовище. Таким середовищем є бокс для новонароджених – медичний інкубатор, який підтримує температуру тіла новонароджених з порушеннями терморегуляції, необхідну вологість і рівень кисню навколо немовляти.

Основна роль боксів для новонароджених зводиться до захисту немовлят від негативного впливу навколишнього середовища і створення комфортних і сприятливих умов для забезпечення профілактики і ефективного лікування. Це створюється за

допомогою постійного контролю необхідних параметрів, які важливі для забезпечення життєдіяльності дитини:

- оптимальний температурний режим;
- постійний рівень кисню;
- підтримка рівномірного зволоження теплого повітря.

Такі оснащені інкубатори для новонароджених дають можливість переносити немовлят з одного приміщення в інше, навіть з виходом на вулицю при низьких температурах. В даний час використовуються два типи інкубаторів для новонароджених: стаціонарний і транспортний (з власними джерелами енергії, з автономним режимом роботи, з апаратурою для інфузійної терапії, повітряною сумішшю для штучної вентиляції легенів.

Метою даної роботи є розробка автоматизованого пристрою інкубатора для немовлят. Система повинна підтримувати задану температуру за допомогою ТЕН. Керування системою відбувається за допомогою пульта по інфрачервоному приймачі.

Таким чином, спроектований блок дасть змогу дистанційно керувати, а також автоматично підтримувати задану температуру.

Основним завданням є розробка друкованої плати, яка в себе включає: мікроконтролер (серія ATmega 328 із середовища Arduino Uno), чотириканальний модуль реле для автоматичного включення вентилятора і ТЕН, DC-DC перетворювача для живлення плати Arduino, передбачити сокет під дисплей для спілкування по I2C протоколу, який відображає дані про стан роботи, роз'єми під датчики [1, ст. 124].

Мікроконтролер даного пристрою повинен відповідати наступним критеріям:

- бути здатним підключитися до датчиків руку і виконувати мінімальний набір дій для передачі даних;

- невисока обчислювальна потужність;
- невисока вартість;
- компактні розміри;
- мати можливість з'єднання з комп'ютером, USB вихід.

Основним блоком пристрою автоматичного керування є мікроконтролер Arduino Uno, в основі якого лежить мікропроцесор ATmega 328. Мікроконтролер Arduino Uno є основним вузлом пристрою автоматичного керування твердопаливного котла, оскільки саме завдяки мікроконтролеру можна програмувати і керувати пристроєм.

Електрична структурна схема пристрою автоматичного керування інкубатора для немовлят на базі апаратної платформи Arduino Uno R3 представлена на кресленні на рис.1.

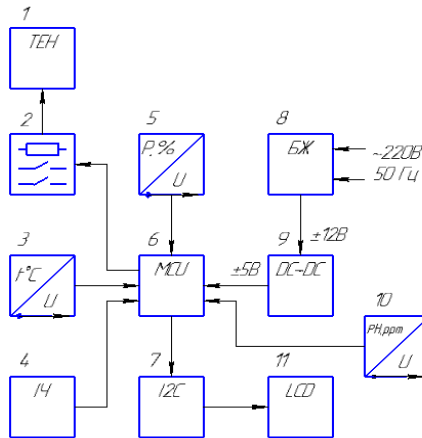


Рисунок 1 – Схема електрична структурна пристрою автоматичного керування інкубатора для немовлят

Розроблена структурна схема складається з наступних блоків:

- 1) термоелектричний нагрівач;
- 2) чотирьохканальний модуль реле;
- 3) датчик температури;
- 4) модуль дистанційного керування;
- 5) датчик вологості;
- 6) мікроконтролер;
- 7) I2C інтерфейс;
- 8) блок живлення;
- 9) DC-DC понижуючий конвертер;
- 10) датчик якості повітря;
- 11) LCD дисплей.

Дані з датчиків відображаються на LCD дисплеї, який підключений до мікроконтролера за допомогою I2C інтерфейсу.

Модуль реле включає і виключає вентилятори для провітрювання, а також ТЕН для підігріву. Пульт дистанційного керування дозволяє керувати пристроєм на відстані.

Схема електрична принципова пристрою автоматичного керування інкубатора для немовлят приведена на рис.2.

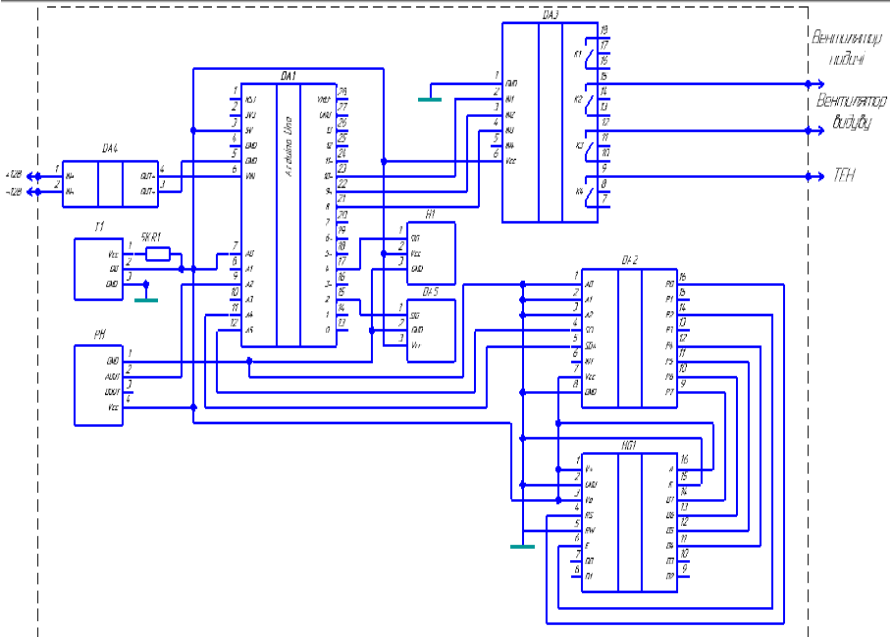


Рисунок 2 – Схема електрична принципова пристрою автоматичного керування інкубатора для немовлят

Дана електрична принципова схема побудована на базі мікроконтролера Arduino Uno DA1 [1, ст. 178].

Дисплей на схемі позначений HG1, який підключений через модуль інтерфейсу DA2 і підключений до 4 та 5 аналогового виводу мікроконтролера DA1. До виводів 8, 9 і 10 мікроконтролера DA1 підключений чотирьохканальний модуль реле DA3, який вмикає і вимикає вентилятори, також ТЕН для підігріву. До цифрового виводу 2 мікроконтролера DA1 підключений інфрачервоний модуль DA5.

До 0 аналогового виводу мікроконтролера DA1, через підтягуючий резистор R4, стандартним способом підключений датчик температури T1. Датчик вологості H1 підключений до 4 цифрового виводу мікроконтролера DA1. До 2 аналогового виводу мікроконтролера DA1 підключений датчик якості повітря RH. Живлення схеми відбувається через DC-DC понижуючий конвертер DA4.

У даній роботі для створення керуючої програми апаратної платформи Arduino для мікроконтролера було використано мову програмування C.

Сучасні мікроконтролери можна програмувати різними мовами програмування, які потім за допомогою спеціальних компіляторів перекладаються на мову програмування Assembler, що використовується для апаратної реалізації [2, ст. 107].

Для написання програми автоматизованого пристрою керування інкубатора для немовлят створено структурну схему, зображену на рис. 3.

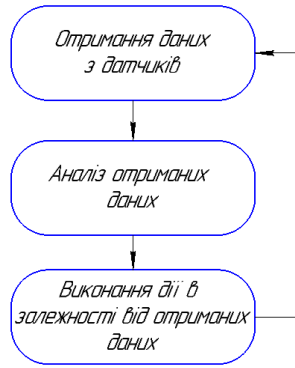


Рисунок 10 – Структурна схема програми автоматизованого пристрою керування інкубатора для немовлят

Програма, яка розроблена по даній схемі дозволяє отримувати дані з датчика, проводити їх аналіз та виконувати певні дії в залежності від отриманих даних.

Після аналізу сучасних мікроконтролерів для апаратної реалізації було обрано платформу Arduino UNO R3, здійснено підбір компонентів пристрою керування, розроблено структурну і принципову електричну схему пристрою керування, виконано конструкторські розрахунки з проектування друкованої плати, а також створено керуючу програму для мікроконтролера ATmega328 в середовищі Arduino Uno [3, ст. 16].

Результатом роботи є спроектований блок інкубатора для немовлят, який надає змогу дистанційно керувати, а також автоматично підтримувати задану температуру.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич М.П. Комп'ютерна схемотехніка: Навчальний посібник / М.П. Бабич, І.А. Жуков. – К.: НАУ, 2002. – 508 с.
2. Пильщиков В. Н. Assembler. Программирование на языке ассемблера IBM PC/ В.Н. Пильщиков. - М.: Диалог-Мифи, 2010. - 288 с.
3. Arduino UNO. [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>
4. РК дисплей Arduino LCD1602. [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://volti.ru/lcd-1602-and-arduino/>

УДК 625

Хайдаров Али Хасанович, Абдукаримов Шерали Нурали угли,  
Кимизбаева Арзигул Эшоневна, Шукурова Адолат Анваровна  
Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова  
(Ташкент, Узбекистан)

### ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены методы управления и программирование фрезерных станков с числовым программным управлением на основе открытого программного обеспечения.

**Ключевые слова:** Числовое программное управление, производственный процесс, фрезерные и лазерные станки.

*Khaidarov Ali Hasanovich, Abdulkarimov Sherali Nurali ugli, Kimizbaeva Arzigul Eshonovna,  
Shukurova Adolat Anvarovna  
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov  
(Tashkent, Uzbekistan)*

### OPEN SOURCE NUMERICAL CONTROL MILLING MACHINE

**Abstract.** This article discusses the control methods and programming of numerical software milling machines based on open source software.

**Keywords:** Numerical software control, manufacturing process, milling and laser machines.

Станки с ЧПУ – это станки с компьютерным управлением. До ЧПУ станки управлялись вручную механиками. С помощью ЧПУ компьютер управляет сервоприводами, которые приводят машину в действие. Таким образом, постоянного человеческого внимания не требуется, хотя для запуска станков все же необходимы операторы [1].

ЧПУ – это аббревиатура для термина “числовое программное управление”. В основе этого понятия – управление станком с помощью компьютера. Такие устройства являются своего рода роботами.

ЧПУ обработка – это производственный процесс, в котором изготовление деталей происходит под управлением компьютерных программ. Ранее станки работали на основе гидравлической системы, которая обеспечивала производство одинаковых деталей по шаблону. Сейчас же программы могут контролировать все, от движений обрабатывающего центра до скорости шпинделя, включения/выключения охладителя и прочих функций. Применение в станках ЧПУ значительно облегчает задачу массового производства деталей.

Существуют различные виды устройств с ЧПУ, включая 3D-принтеры, фрезерные и лазерные станки, машины для водоструйной и электроэрозионной обработки,



электронные разрядные станки, маршрутизаторы с ЧПУ и т. д. Далее мы детально разберем, как работают станки с ЧПУ.

Программисты ЧПУ пишут программы обработки деталей, используя специальный язык программирования G-Code. Программа обработки детали создается либо посредством написания кода с нуля, либо с помощью специального ПО – CAM, которое преобразовывает чертеж детали, созданный в программах CAD, в G-код [2].

Основные составляющие станка ЧПУ

**Устройства ввода данных:** используются для ввода программы обработки детали на станке. Существует три самых часто используемых вида устройств ввода: считыватель перфоленты, считыватель магнитных лент и компьютер, работающих через порт RS-232-C.

Блок управления станком (БУС) – это сердце станка с ЧПУ. Он выполняет все управление станка. Среди функций БУСа следующие:

Чтение кодовых инструкций, вводимых в БУС;

Расшифровка кодовых инструкций;

Интерполяция (линейная, круговая и спиральная) для генерации команд движения оси;

**Исполнительный механизм:** станок с ЧПУ зачастую имеет подвижный стол и шпиндель, для контроля положения и скорости. Стол станка управляется в направлении осей X и Y, а шпиндель – в направлении оси Z.

Передача команд движения оси в схемы усилителя, для управления механизмами оси;

Получение сигналов обратной связи о положении и скорости каждой оси привода;

Вспомогательные функции управления, такие как включение / выключение охладителя или шпинделя и смена инструмента.

**Система привода:** состоит из схем усилителя, приводных двигателей и ШВП (шарико-винтового подшипника)(). Блок управления станком подает сигналы схемам усилителя о положении и скорости движения каждой оси. Затем сигналы управления усиливаются, чтобы привести в действие двигатели привода, которые вращают ШВП, чтобы настроить нужное расположение рабочего стола.



Рис 1. ШВП

**Система обратной связи:** состоит из преобразователей, или датчиков. Ее также называют измерительной системой. Датчики непрерывно контролируют положение и скорость режущего инструмента. БУС принимает сигналы от этих преобразователей и использует разницу между исходными сигналами и сигналами обратной связи для генерации новых сигналов, с целью коррекции положения и скорости [3].

**Пульт управления:** на дисплее отображаются программы, команды и другие необходимые данные станка с ЧПУ. Может быть перемещен в удобное для оператора положение.

**Программное обеспечение.** В качестве САПР был выбран проект FreeCAD. Основные особенности FreeCAD:

- Полная параметрическая модель. Все объекты FreeCAD являются параметрическими, что означает, что их форма может быть основана на свойствах или зависеть от других объектов, все изменения пересчитываются по требованию и записываются стеком отмены/повтора. Имеется возможность добавления новых типов объектов и их программирования в Python.

- Модульная архитектура, позволяющая использовать плагины (модули) для добавления новых функций в основное приложение.

- Импорт / экспорт в стандартные форматы, такие как STEP, IGES, OBJ, STL, DXF, SVG, STL, DAE, IFC или OFF, NASTRAN, VRML в дополнение к собственному файловому формату FCSTD.

- Встроенный модуль Path, предназначенный для механической обработки, такой как фрезерование (CAM), и способный генерировать, отображать и настраивать G-код [4].

В качестве интерпретатора G-кода и системы управления станком выступает LinuxCNC. LinuxCNC (Enhanced Machine Control) – это программная система для компьютерного управления машинами, такими как фрезерные станки, токарные станки, роботы, а также другими ЧПУ-машинами с поддержкой до 9 осей. Система работает в ОС Linux с использованием расширений реального времени. LinuxCNC – бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом. Текущие версии LinuxCNC полностью лицензированы по лицензии GNU General Public License и Lesser GNU General Public License (GPL и LGPL) [5].

LinuxCNC обеспечивает:

- графический пользовательский интерфейс (на самом деле несколько интерфейсов на выбор);

- интерпретатор для G-кода (язык программирования станка RS-274);

- систему планирования движения в реальном времени с перспективой;

- функционирование низкоуровневой машинной электроники, такой как датчики и двигателя;

- простой в использовании макет для быстрого создания уникальной конфигурации для конкретной машины [6].

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. traupmann-cnc.at
2. cnctrianglestudio.com
3. rilesa.com
4. FreeCAD feature list // FreeCAD wiki – URL: <https://www.freecadweb.org/wiki/> (дата обращения: 29.05.2018).
5. About LinuxCNC // LinuxCNC Documentation – URL: <http://linuxcnc.org/docs/2.7/html/getting-started/about-linuxcnc.html> (дата обращения: 29.05.2018).
6. Числовое программное управление // Wikipedia – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Числовое\\_программное\\_управление](https://ru.wikipedia.org/wiki/Числовое_программное_управление) (дата обращения: 29.05.2018).

УДК 625

Хайдаров Али Хасанович, Эргашев Азизбек Эркинович,  
Кимизбаева Арзигул Эшонова, Садикова Шахноза Шукриллаевна  
Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова  
(Ташкент, Узбекистан)

**РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ  
УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ ТЕХНИКИ  
“УМНИЙ ДОМ”**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены технические средства и методы разработки аппаратного и программного обеспечения микроконтроллерной техники «Умный дом».

**Ключевые слова:** Умный дом, интеллектуальный выключатель, датчик и контроллер.

*Khaidarov Ali Hasanovich, Ergashev Azizbek Erkinovich, Kimizbaeva Arzigul Eshonovna  
Sadikova Shahnoza Shukrillayevna  
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov  
(Tashkent, Uzbekistan)*

**SYSTEM OF LOCAL POSITIONING OF OBJECTS BASED ON RTLS TECHNOLOGIES  
DEVELOPMENT OF EQUIPMENT AND SOFTWARE FOR ELECTRONIC DEVICES USING  
MICROCONTROLLERS "SMART HOUSE"**

**Abstract.** This article discusses the technical means and methods developing hardware and software for microcontroller technology "Smart House".

**Keywords:** Smart Home, Intelligent, switch, Sensor and controller.

Рассмотрим данную технологию на следующих примерах. Оборудование, входящее в определение «Умный дом», имеет ряд отличий от выключателей, розеток, ламп, как советский телевизор с ручками переключения сигналов различается с современным, оснащенным пультом дистанционного управления. К примеру, внешний вид интеллектуального выключателя практически схож с обычным. Несмотря на это, одной клавишей можно как включить - выключить, так и поменять яркость. Теперь нет необходимости протягивать много проводов и устанавливать несколько выключателей, для того чтобы обеспечивать включение ламп в люстре группами или вмонтированные в потолок или стены группы светильников. Даже при установке двойного выключателя свет может стать ярким вполнину, и его можно выключить. Что касается интеллектуального выключателя, становится достижимым вмонтировать 12 уровней регулировки яркости от нуля до полной мощности.

Интеллектуальный выключатель имеет отличие и от устройств плавного изменения яркости света. Появляется возможность управлять яркостью света, не отходя от места пребывания, к примеру, комфортно расположившись на диване. Главное

условие, чтобы поблизости имелась розетка, к которой присоединен многоканальный выключатель - мини контроллер, который может успешно управлять и другими электроприборами - кофеваркой, нагревателем, утюгом.

При проектировании «Умного дома» для передачи сигналов управления могут применяться уже проложенные провода от розеток и светильников, хотя, разумнее и функциональнее в период эксплуатации или наращивании системы иметь проложенный в момент строительства, наравне с другими инженерными сетями, специальный кабель - шину. (Рис. 1.) Наличие которой позволит обновлять систему всем, что будет необходимо без колоссальных трат на перепроектирование и ремонтные работы.

Можно добавить еще комфортности, использовав радиовыключатель. Его внешний вид вполне имеет современный дизайн. Он может выглядеть как брелок с некоторым набором кнопок или пульт с 16 клавишами, которыми можно совершать управление всеми световыми приборами в доме, или как очень плоский монитор, толщина которого 4 мм. Чтобы использовать данную технологию, необходимо в розетку установить приемник радиосигналов. Его основная задача будет заключаться в передаче управляющего сигнала к интеллектуальному выключателю.

Еще одним удобным в плане комфорта и экономии является датчик движения. Если его вмонтировать, свет может включаться самостоятельно при движении человека на дистанции 6 -8 метров. Через некоторое время датчик подаст сигнал на выключение света. Также датчик легко запрограммировать на включение света, когда стемнеет. Еще одна положительная сторона - датчик может работать автономно от батареек, поэтому не нужно будет прокладывать дополнительные провода.

Ощутимо прибавит комфорта универсальный пульт, который способен заменить отдельные – для телевизора, стереосистемы, видеомэгагнитофона, DVD-проигрывателя и т. п. Универсальный пульт может совершать управление всей аппаратурой, установленной и приобретенной в дальнейшем. Такая функция потребует применения еще одного устройства - релейного модуля, похожего на тройник. Электроприборы, которыми необходимо управлять, подсоединяются к релейному модулю.

Защитить свой дом поможет электронный ротвейлер или RoboDog, интеллектуальное устройство, копирующее лай 60-килограммового ротвейлера. Прибор функционирует благодаря батарейкам, то есть он не зависит от напряжения сети. Срабатывать RoboDog может от датчиков движения, от брелоков, от датчиков открытия дверей, от датчиков вибрации.

Чтобы осуществлять удаленное управление приборами, нужен телефонный контроллер, который можно использовать и как обычный контроллер – он позволяет управлять 10-ю приборами по телефону и 8-ю приборами от кнопок. Доступ к управлению защищен кодом.

Также возможно использование спутникового ресивера, и если его подключить к нескольким телевизорам, то им можно производить управление из нескольких мест при помощи обычного пульта, применяя радиоудлинитель пульта, который принимает управляющие сигналы и передает их далее на приемник по радио.



Разумеется, удобнее было бы спроектировать все без проводов – но в ближайшей перспективе это нереально.

А вот при необходимости высокой степени надежности работы и управляемости всех узлов и агрегатов, наращивание комплекса управляемого оборудования при сохранении всех действующих систем и параметров - самое эффективное средство - прокладка кабельной системы.

Срок службы кабельной системы «Умный дом» сравним со сроком эксплуатации самого дома. Чтобы осуществить данную задумку одновременно с прокладкой инженерных систем, необходимо в каждую комнату, к каждой розетке и выключателю протянуть специальную витую пару проводов из места, где будет стоять компьютер. Далее, в каждой комнате необходимо сделать телефонную розетку, чтобы впоследствии подключить к домашней АТС, а к ней же – домофон, управление замком. Выигрышно провести данную телекоммуникацию восьмижильной витой парой. Телевизионный кабель должен быть как можно более высокого качества и лучше всего его подключить к розетке.

Что касается силового кабеля, то разумнее всего на каждом этаже предусмотреть место для шкафа и с каждой группы розеток, от каждого выключателя, а также с каждой группы светильников протянуть трехжильный кабель прямо в шкаф, без всяких соединений в комнатах.

Во всяком случае, если передумать проектировать «Умный дом», шкаф даст возможность соединить провода классической схемой, с выключателем, который просто размыкает линию фазы. Зато в будущем данная геометрия проводки позволит быстро вернуться к идее «Умного дома» и осуществить ее.

Затраты на прокладку системы кабелей, установку датчиков и контроллеров, а также монтаж и запуск системы «Умный дом» сравнимы по цене с автомобилем хорошего класса. И какая бы схема расчета затрат на использование «Интеллектуального здания» ни была бы применима - система окупится. Так как ущерб от кражи, пожара, утечки газа или нападения на дом гораздо больше, чем вложения в оснащение дома системы «Интеллектуального здания».

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Жукова М. «Умные дома»: или нужное, или всего лишь ставшее возможным? М. Жукова. (2012).
2. Тесля Е. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей (2017).
3. <http://www.systems.izhev.ru>
4. <http://electronic-home.com.ua>

УДК 691-433

**Хачатрян Ваге Генрикович**  
**Национальный университет архитектуры и строительства Армении**  
**(Ереван, Армения)**

### НЮАНСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ В БАССЕЙНЕ

**Аннотация.** В современных условиях параметры внутреннего микроклимата должны обеспечивать наилучшие условия для творческой активности людей, повышения производительности труда с учетом санитарных, экономических, эстетических и технических требований. Системы вентиляции - одно из возможных средств обеспечения параметров микроклимата. В плавательных бассейнах сложно поддерживать нужный микроклимат, поэтому перед тем, как построить бассейн или наполнить его водой, важно серьезно отнестись к конструкции системы вентиляции, выбору оборудования для создания качественной внутренней среды, чтобы в дальнейшем избежать от будущих проблем, которые, как показывает опыт, возникают очень быстро (сырость, влажность, плесень).

**Ключевые слова:** Вентиляция бассейнов, эксплуатационные требования для закрытых бассейнов, Факторы, влияющие на качество воздуха в бассейне, преимущества приточно-вытяжной вентиляции в бассейне.

Vahe Khachatryan  
National University Of Architecture And Construction Of Armenia  
(Yerevan, Armenia)

### THE NUANCES OF ORGANIZING VENTILATION IN THE POOL

**Abstract.** In modern conditions, the parameters of the internal microclimate should provide the best conditions for the creative activity of people, increasing labor productivity, taking into an account sanitary, economic, aesthetic and technical requirements. Ventilation systems are one of the possible means of ensuring microclimate parameters. It is difficult to maintain the desired microclimate in swimming pools, therefore, before building a pool or filling it with water, it is important to take seriously the design of the ventilation system, the choice of equipment to create a high-quality indoor environment, in an order to avoid problems in the future, which, as experience shows, occur very quickly (dampness, moisture, mold).

**Key words:** Pool ventilation, operational requirements for indoor pools, Factors affecting pool air quality, advantages of supply and exhaust ventilation in the pool.



**Վահե Հենրիկի Խաչատրյան**  
**Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան**  
**(Երևան, Հայաստան)**

**ԼՈՂԱՎԱԶԱՆԻ ՕՂԱՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՄԱՆ ՆՐԲՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

*Ժամանակակից պայմաններում ներքին միկրոկլիմայի պարամետրերը պետք է ապահովեն լավագույն պայմանները մարդկանց ստեղծագործական գործունեության, աշխատանքի արտադրողականության բարձրացման համար՝ հաշվի առնելով սանիտարահիգիենիկ, տնտեսական, գեղագիտական և տեխնիկական պահանջները: Միկրոկլիմայի պարամետրերի ապահովման հնարավոր միջոցներից մեկը օդափոխության համակարգերն են: Լողավազաններում դժվար է պահպանել ճիշտ միկրոկլիմա, ուստի՝ նախքան լողավազան կառուցելը կամ ջուր լցնելը, կարևոր է լրջորեն մտտենալ օդափոխության համակարգի նախագծմանը, սարքավորումների ընտրությանը՝ որակյալ փակ միջավայր ստեղծելու և հետագա խնդիրներից խուսափելու համար, որոնք, ինչպես փորձը ցույց է տալիս, շատ արագ են առաջանում (խոնավություն, թացություն, բորբոս):*

**Բանալի բառեր:** *լողավազանի օդափոխություն, փակ լողավազանների համար գործող պահանջներ, լողավազանում օդի որակի վրա ազդող գործոնները, լողավազանում ներածող-արտածող օդափոխության առավելությունները:*

Լողավազանի օդափոխությունը կարևոր է առաջին հերթին այն պատճառով, որ լուծվում է այնպիսի կարևոր խնդիր, ինչպիսին է ավելորդ խոնավությունը փակ տարածքում: Խոնավությունը առաջանում է ջրի մակերեսից գոլորշիացման պատճառով, ինչը շարունակական գործընթաց է, նույնիսկ կանգնած ջրի դեպքում, ալիքի ինտենսիվ ձևավորմամբ այն ավելանում է 10-60%-ով՝ կախված լողորդների քանակից: Խոնավությունը ձևավորվում է նաև այլ աղբյուրներից՝ թաց հատակի մակերևույթից և սենյակում գտնվող մարդու մարմնի մակերեսից:

Իհարկե, կարելի է կրճատել այս գործընթացը՝ զիջերը ջրի հայելին ծածկելով, բայց դա չի լուծի լողի ժամանակ խոնավության առաջացման հարցը: Բացի այդ, 60% -ից ավելի խոնավության ավելացման դեպքում մարդը զգում է անհարմարավետություն և թուլություն: Խոնավության ավելորդ պարունակությունը կարող է վնասել շենքի հարդարմանը, պատերին և առաստաղին ձևավորել բորբոսաստունկ և բորբոս:

Փակ լողավազանների համար գոյություն ունեն որոշակի պահանջներ՝ շրջակա միջավայրի պարամետրերի նկատմամբ:

<b>Պարամետրեր</b>	<b>Արժեքների միջակայք</b>
<i>Օդի ջերմաստիճան</i>	<i>27-34 °C</i>
<i>Ջրի ջերմաստիճան</i>	<i>23-28 °C</i>
<i>Օդի հարաբերական խոնավություն</i>	<i>50-65%</i>
<i>Օդի հոսքի արագությունը</i>	<i>Ոչ ավելի քան 0.2 մ/վ</i>
<i>Օդափոխության բազմապատիկը</i>	<i>4-5 անգամ 1 ժամում</i>
<i>Օդում քլորի կոնցենտրացիան</i>	<i>Ոչ ավելի քան 0.1 մգ/մ<sup>3</sup></i>

Լողավազանի շահագործման համար բնական օդափոխությունը բավարար չէ, անրաժեշտ է կատարել ներածող և արտածող օդափոխություն: Այդ դեպքում օդի արտածումը պետք է լինի 10-15% -ով ավելի, քան օդի ներածումը: Դա անհրաժեշտ է, որպեսզի լողավազանի սենյակից տհաճ հոտերը և արտանետվող օդը ամբողջությամբ հեռացվեն, և չմնան ներսում՝ խառնվելով մաքուր օդի հետ:

**Լողավազանում օդի որակի վրա ազդում են հետևյալ գործոնները.**

**Օդի խոնավությունը:** Խոնավությունը և՛ անհրաժեշտ մասնիկ է առողջության համար, և՛ վնասակար, եթե դրա մակարդակը նորմայից բարձր է: Ուստի կարևոր է դիտարկել օդի խոնավության որոշակի հարաբերակցություն: Լողասենյակում խոնավության ճիշտ հավասարակշռություն հաստատելու համար գոյություն ունի երկու հիմնական մեթոդ՝ խոնավության ասիմիլյացիա՝ արտաքին օդի միջոցով և կոնդենսացիոն չորացում: Առաջին մեթոդը իրականացվում է անմիջապես օգտագործելով արտածվող և ներածվող օդափոխության համակարգը, այսինքն՝ խոնավ օդը ամբողջովին փոխարինվում է դրսից եկող թարմ օդով: Երկրորդ մեթոդի ելությունը կայանում է օդից ամբողջ խոնավությունը հեռացնելու, այն կոնդենսատի վերափոխելու կամ, այլ կերպ ասած, օդը չորացնելու մեջ:

**Ջերմաստիճանի կտրուկ փոփոխություններ:** Երբ ջրի ջերմաստիճանը շատ է տարբերվում օդի ջերմաստիճանից, դա շատ բացասական հետևանքներ կարող է ունենալ՝ որոշակի պատճառներով: Ջերմաստիճանը ուղղակիորեն ազդում է այցելուների հարմարավետության, ինչպես նաև ջրի մակերևույթից գոլորշիացող խոնավության մակարդակի վրա: Լողավազանի համար հիանալի պայմաններ են, երբ սենյակի ջերմաստիճանը 2-3°C-ով բարձր է ջրի ջերմաստիճանից: Անհրաժեշտ է տեղադրել հատուկ սարքավորում, որը տաքացնում է օդը, երբ այն մատակարարվում է սենյակ: Դա արվում է նրա համար, որ նոր, մաքուր օդի սառը հոսքերը չփչվեն անմիջապես մարդկանց վրա, քանի որ դրանից հիվանդության մեծ ռիսկ կա: Օրինակ, ջրային կալորիֆերը շատ հարմար է այդ նպատակի համար, կամ հարցը կարելի է լուծել ջերմության ռեկուպերատորի օգնությամբ:

**Կանգած օդ:** Լողավազանում պետք է անպայման առկա լինի օդի անընդհատ շարժունակություն: Ինչպես ավելի վաղ նշվեց, լողավազանի օդափոխման համակարգը պետք է պարբերաբար կատարի զանգվածների փոխանակում, ինչպես ջուրն անընդհատ ազդում է օդի վրա: Եթե սարքավորումները անջատվեն, սպա այդ ընթացքում շատ խոնավություն կկուտակվի, օդը հագեցած կլինի բակտերիաներով և տհաճ հոտերով, իսկ սենյակի

մակերեսները ծածկված կլինեն կոնդենսատով, փառով և ապա բորբոսով, և այդ ամենը տեղի կունենա շատ կարճ ժամանակում: Մինչ օդափոխությունն անջատված վիճակում է, տեղի է ունենում անդառնալի գործընթաց:

Լողավազանում օդափոխության նման կարևոր համակարգի ընտրությունը պետք է իրականացվի մասնագիտացված ընկերության փորձառու մասնագետների օգնությամբ, որպեսզի հնարավոր լինի գտնել տնտեսապես և տեխնիկապես արդյունավետ լուծում:

Պետք է հաշվի առնել նաև, որ ցանկացած ներածող-արտածող համակարգերի մոդելների սերիայում կա այնպիսի մոդել, որը նախատեսված է հատուկ լողավազանների համար: Եթե այդպիսի մոդելը բացակայում է, արտադրողը կարող է նախընտրելի սարքը հարմարեցնել ջրային ծավալ ունեցող սենյակի բնութագրերին. ամրացնել ռեկուպերատորը, տեղակայումը և դրա տարրերը օժտել հակակոռոզիոն հատկություններով, կորպուսը պատրաստել համապատասխան մետաղներից:

Պետք է հիշել, որ ջրավազանի օդափոխության համակարգը պետք է անպայմանորեն պահպանի պահանջվող ջերմաստիճանի, խոնավության նորմերը և վերահսկի օդի ներածման և արտածման համապատասխան հարաբերակցությունը: *Այս մասին կան մի քանի փաստեր և կանոններ.*

- Արտանետվող օդը պետք է լինի 10-15% հարաբերակցությամբ ավելի, քան մատակարարվող օդը: Դա մեծապես կօգնի կանխարգելել տհաճ հոտերի, մանրէների և խոնավության տարածումը այլ սենյակներ, ինչպես նաև գրոյականացնել դրանց ազդեցությունը լողավազանի միկրոկլիմայի վրա,

- Օդի ներհոսքի գործընթացը պետք է ճշգրտվի այնպես, որ յուրաքանչյուր անձին կամ լողացողին մատակարարվի 80 մ<sup>3</sup>/ժամ օդ,

- Եվ, ինչպես արդեն նշվել է, պահպանել լողավազանի նորմալացված խոնավության մակարդակը 40% -ից 65% միջակայքում: Լավագույնն լուծումն է դա վերահսկել, կամ հավասարեցնել խոնավության հարաբերակցությունը օդի չորացուցիչ սարքի օգնությամբ.

- Բոլոր օդաբաշխիչների տեղի ճիշտ ընտրությունը կազդի օդափոխանակման համակարգի արդյունավետության վրա: Ճիշտ լուծումն այն է, որ դրանք տեղադրվեն այնպես, որ օդի հոսքն անցնի սառը մակերեսների երկայնքով, ինչպիսիք են պատուհանները: Բայց անհրաժեշտ է ստեղծել այնպիսի համակարգ, որպեսզի հասկանալի պատճառներով լողավազանում միջանցուկ քամիներ չլինեն:

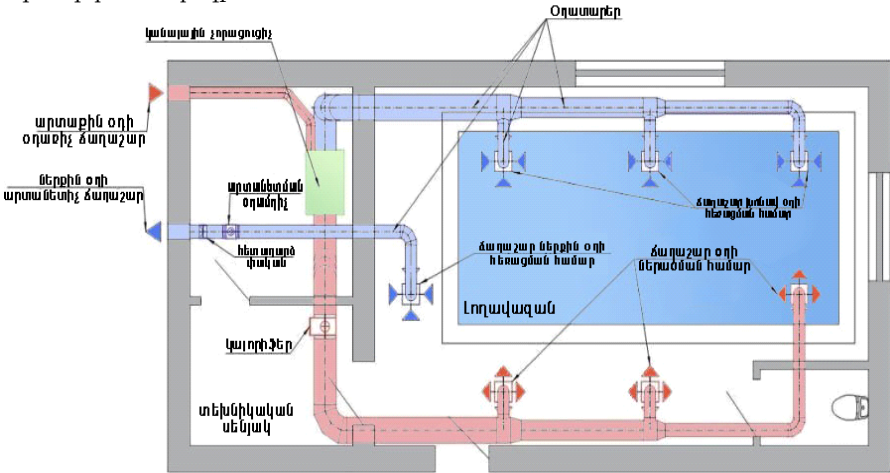
**Լողավազանում ներածող-արտածող օդափոխության առավելությունները:**

- Ենթադրում է համալիրի աշխատանքի ավտոմատ ճշգրտում առանձին տարրերի կամ ամբողջ համակարգի էպիզոդիկ անջատմամբ,

- Շեշտ է կարգավորել և վերահսկել: Մեկ կառավարման վահանակը թույլ է տալիս վերահսկել արտածման պարամետրերը, դրանք փոխանցել ճշգրտման մոդուլի մոնիտորին կամ ներկա պահին փոփոխություններ կատարել,

• Շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի տարբեր պայմաններում համակարգի ճիշտ աշխատանքի համար համարում չի պահանջվում,

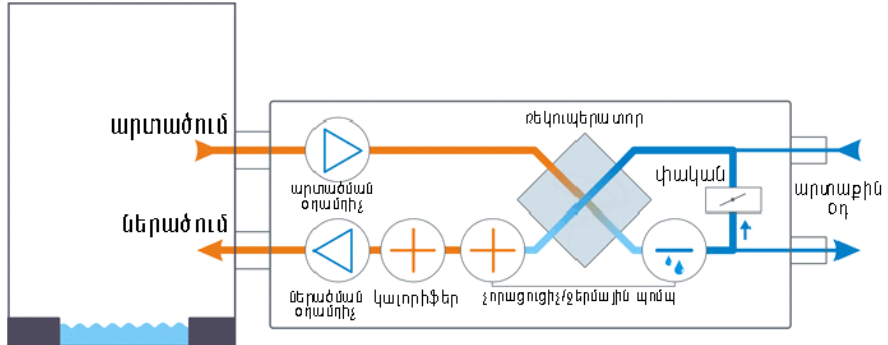
• Այն համարվում է տնտեսապես ամենաարդյունավետներից մեկը: Համեմատած այլ տիպի համակարգերի հետ, լողավազանների ներածող և արտածող օդափոխությունը՝ ռեկուպերատորի օգնությամբ ապահովում է առավելագույն հնարավոր էներգախնայողություն ինչպես համալիրի շարունակական շահագործման ընթացքում, այնպես էլ տարածքների հազվադեպ օգտագործման դեպքում:



*Լողավազանի օդափոխության համակարգի օրինակ.*

Ռեկուպերատորով և չորացուցչով/ջերմային պոմպով ներածող-արտածող օդափոխության տեղակայումների շահագործման սկզբունքը շատ արդյունավետ է էլեկտրաէներգիայի խնայողության տեսանկյունից: Ջերմության վերականգնման գործառույթով օդի մշակման տեղակայումը ի վիճակի է ապահովել լողավազանի սենյակում օդի օպտիմալ փոխանակում:

Լողավազանով տաքածոքը



*Ներածող-արտածող օդափոխության համակարգ՝  
 նեկուպերատորով և չորացուցչով/չեղերմալիս պոմպով*

Տիպիկ հոսի և տաք օդի վերացումն իրականացվում է՝ այն մաքուր օդային զանգվածներով փոխարինելու միջոցով, և տեղակայման մեջ ներկառուցված նեկուպերատորը խնայում է էլեկտրաէներգիա, քանի որ այն օգտագործում է արտանետվող օդի զանգվածների ջերմությունը սառը օդը տաքացնելու համար: Միևնույն ժամանակ, այսպիսի կոնստրուկցիայի շնորհիվ տաք և սառը օդային զանգվածները չեն խառնվում, իսկ չորացուցչի կոմպրեսորը անհրաժեշտ կլինի միացնել այն դեպքերում, երբ անհրաժեշտ է նվազեցնել խոնավությունը:

Այսպիսով, լողավազանի համար նեկուպերատորով և ներկառուցված չորացուցչով ներածման և արտածման օդափոխության կիրառումը թույլ է տալիս պահպանել ցածր հարաբերական խոնավություն՝ վերացնելով անհարմարությունն ու խտացումը: Ավելին, այդպիսի սարքավորումները ամենաարդյունավետն են:

**ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

1. СНиП 2.08.02.89\* «Общественные здания и сооружения»
2. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»
3. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». М.: Госстрой России
4. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1., Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шииллера
5. В.И. Богословский и др. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. - М: Стойиздат

УДК 662

Храмова Злата Юрьевна  
магистр,  
Карташева Д.В.  
преподаватель

Уфимский государственный нефтяной технический университет  
(Уфа, Россия)

### АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ API НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Аннотация.** В настоящее время сертификация и получение лицензии является одним из главных факторов жизни любого предприятия. Для того, что иметь возможность выходить на международный рынок и быть конкурентно способными, российские организации вынуждены получать лицензии от зарубежных институтов. Но практика показывает, что получение сертификата по продуктовым спецификациям за рубежом имеет свои особенности и отличия от российских ГОСТов.

**Ключевые слова.** Американский институт нефти, стандарт, спецификация, трубы, буровое оборудование.

*Khramova Zlata Yurievna  
master,  
D. V. Kartasheva  
teacher*

*Ufa State Petroleum Technical University  
(Ufa, Russia)*

### ASPECTS OF USE OF API SPECIFICATIONS IN RUSSIAN ENTERPRISES

**Annotation.** Currently, certification and obtaining a license is one of the main factors in the life of any enterprise. In order to be able to enter the international market and be competitive, Russian organizations are forced to obtain licenses from foreign institutions. But practice shows that obtaining a certificate for product specifications abroad has its own characteristics and differences from Russian GOST standards.

**Keywords:** American Petroleum Institute, standard, specification, pipes, drilling equipment.

**Американский институт нефти** (англ. *American Petroleum Institute*, сокр. *API*) – единственная национальная организация США, занимающаяся исследованиями всех аспектов и обеспечивающая деятельность по регулированию вопросов в области нефтяной и газовой промышленности. (Википедия).

Организация основана в 1919 году для решения проблем сбора и анализа статистических данных нефтегазовой промышленности, а также для решения проблем унификации требований к продукции, используемой в нефтегазовой отрасли.

В настоящий момент является крупным разработчиком стандартов на нефтегазовое оборудование, а также стандартов на требования к системам менеджмента качества для изготовителей оборудования нефтегазового сектора, а также для сервисных организаций этой отрасли.

Сегодня Американский институт нефти является собственником более 500 стандартов, охватывающих практически все сегменты нефтяной и газовой промышленности. Частично требования из этих стандартов включены в национальные нормативные акты.

Институт имеет программы сертификации систем менеджмента качества для изготовителей в нефтегазовой промышленности, а также для сервисных организаций.

С целью уменьшения вероятности аварий или нештатных ситуаций, являющихся следствием выхода из строя, поломки или разрушения оборудования, спецификации Американского Института нефти определяют требования к продукции, производству, а также подразумевают автоматизацию производства или оказания услуг.

Рассмотрим некоторые примеры.

### **Спецификация 4F издание 5 - Спецификации для бурового оборудования и буровых платформ**

#### **11.8.2 Проверка соблюдения проектного задания**

Точность проектных решений по каждой конструкции должна быть проверена максимально допустимой нагрузкой или компьютерной моделью, такой, как Finite Element Analysis. Целью такого испытания является подтверждение расчетных нагрузок. [1]

Данная спецификация определяет требования к конструкции бурового оборудования и предусматривает определение расчетным путем следующих нагрузок:

1. Ветровое и динамическое напряжение
2. Эксплуатационные нагрузки
3. Ветровые нагрузки с учетом расчетного ветра, берегового / морского ветра, скорости местного ветра, коэффициента порывов ветра
4. Динамические нагрузки
5. Сейсмические нагрузки
6. Ледовые нагрузки
7. Монтажные нагрузки
8. Нагрузки при транспортировке
9. Нагрузки для исключения опрокидывания и проскальзывания.

Методы расчетов для данных нагрузок определены, также как и метод проверки точности проектных решений, то есть полученных расчетным путем нагрузок.

Проверка точности максимально допустимой нагрузкой является достаточно затратной, поскольку требует изготовления опытного изделия, а потом применения к нему максимальной расчетной нагрузкой.

Основные изготовители бурового оборудования России применяют метод проверки данных проектирования методом моделирования бурового оборудования, который позволяет учитывать все перечисленные выше факторы.

Такое моделирование также позволяет определить критические компоненты, которые необходимы для поддержания стабильности сооружения, и которые находятся

на основных траекториях действия нагрузки сооружения, при нагрузке сооружения в соответствии с расчетной нагрузкой.

Определение критических компонентов важно с точки зрения Американского Института Нефти, поскольку к критическим компонентам, их контролю, процедуре их закупок, предъявляются дополнительные требования.

### **Спецификация 5L издание 46 – Трубы для линейных трубопроводов**

**10.2.6.2** Для обеспечения испытания каждой трубы под требуемым испытательным давлением каждая испытательная установка (кроме установок, на которых испытывают только непрерывно сварные трубы) должна быть оборудована средствами регистрации испытательного давления и длительности выдержки каждой трубы под давлением или автоматическим, или блокирующим устройством, которое гарантированно не допускает классификации трубы как проверенной, пока не будут соблюдены все требования испытания (давление и выдержка). [2]

Гидравлические испытания трубы являются фактически финальными испытаниями и являются критерием приемки нескольких производственных переделов – сварки для сварных труб, операций проката и калибровки для прошивных труб, а также качества исходного материала в части внутренних скрытых дефектов.

В настоящее время трубные заводы имеют полностью автоматизированное производство, когда труба движется непрерывно от операции к операции.

Блокировка трубы и вывод ее из линии производства в боковые карманы предусматривается на контрольных операциях. В случае обнаружения несоответствий требованиям труба подлежит осмотру в боковом кармане и, при необходимости, ремонту несоответствующего участка.

В случае браковки, не прошедшей испытания трубы, ее уникальный номер отмечается в системе как не подлежащий выпуску.

Это требование важно во внедрении производства трубы, поскольку трубное производство является непрерывным, травмоопасным и присутствие персонала на производственных линиях ограничено. Плановый контроль качества трубы возможен лишь на определенных участках и в боковых карманах для несоответствующих труб. Поэтому внедрение такой блокировки предотвратит выпуск трубы, не прошедшей испытания.

### **Спецификация 5L издание 46 – Трубы для линейных трубопроводов**

**E.2** Неразрушающий контроль, кроме визуального контроля поверхности и проверки толщины стенки, должен проводиться в соответствии со следующими стандартами или эквивалентными нормативными документами: ультразвуковой - ISO 10893-8, Неразрушающее испытание стальных труб – Часть 8: Автоматизированная ультразвуковой контроль бесшовных и сварных стальных труб для обнаружения ламинарных несовершенств. [3]

При проведении автоматического ультразвукового контроля в соответствии с требованиями ISO 10893-8, предусмотрена также автоматическая маркировка дефектного участка и вывод трубы с технологической линии в ремонтный карман.

Такая автоматическая маркировка облегчает поиск дефектного участка и определение характера несоответствия.



Как правило, в настоящий момент используется яркая желтая краска для маркировки дефектного участка, что облегчает идентификацию трубы как несоответствующей или ремонтной. Такая идентификация важна для последующей маркировки и соответствии стандарту 5L, поскольку не все виды ремонтов и дефектов допускаются в зависимости от уровня контроля качества трубы, требуемой заказчиком.

В программах лицензирования Американского Института нефти есть принципиальная составляющая – для получения лицензии на продукцию, система менеджмента качества организации заявителя должна соответствовать требованиям спецификации на системы менеджмента качества Q1.

Спецификация Q1 Системы менеджмента качества для изготовителей в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности представляет собой нормативный документ, являющийся частью программы сертификации систем менеджмента качества, а также обязательным для исполнения для лицензиатов Американского Института Нефти.

Спецификация также содержит ряд требований к процессу производства и контроля, которые подразумевают внедрение автоматизированных систем.

Рассмотрим примеры.

#### **Спецификация Q1 издание 9 - Системы менеджмента качества для изготовителей в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности**

##### **5.7.3 Идентификация и прослеживаемость**

Организация должна поддерживать в рабочем состоянии документированную процедуру по идентификации и прослеживаемости продукции, находящейся под контролем организации в соответствии с требованиями организации, заказчика и / или действующих технических условий на продукцию на протяжении всего процесса производства и реализации продукции, в том числе действующие поставки и послепродажное обслуживание. [4]

Настоящее требование относится к идентификации продукции, которая также требуется продуктовыми спецификациями Американского Института Нефти.

Такая идентификация проще всего обеспечивается автоматическими системами управления производством, какие применяются, например, на трубных заводах. Уникальный номер присваивается каждой трубе, при этом в системе по уникальному номеру определяется номер плавки трубы, соответственно, механические свойства металла и результаты химического анализа.

Идентификация статуса продукции относительно испытаний и их результатов определяется также в системе, управляющей производством труб. В отношении каждой трубы, двигающейся по производственному циклу и уже готовой, доступны результаты всех испытаний, а также статус трубы.

Еще одним требованием к системе управления качеством является требование к управлению несоответствиями и, соответственно, корректирующими действиями.

#### **Спецификация Q1 издание 9 - Системы менеджмента качества для изготовителей в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности**

##### **6.4.2 Корректирующие действия**

Организация должна поддерживать документированную процедуру устранения несоответствий и принимать корректирующие действия, как внутри компании, так и с

поставщиками, направленные на устранение причин несоответствий чтобы свести к минимуму вероятность его повторения.

Корректирующие действия должны соответствовать последствиям обнаруженных несоответствий. [4]

Процедура управления корректирующими действиями является ключевой в системах управления, разработанных в соответствии с требованиями спецификации Q1.

В некоторых Российских компаниях применяются автоматизированные системы управления несоответствиями и корректирующими действиями.

Такая система закрепляет внесенное несоответствие и, в зависимости от распределенной ответственности, извещает участников работы с данным несоответствием о необходимых действиях.

Обязательным элементом работы с несоответствиями является определение причин выявленного несоответствия, и система не пропустит никаких действий без определения причин. То есть, следующий шаг не может быть сделан при незавершенном предыдущем.

Для работы с несоответствиями, управлению проектированием и расчетами, управлению производством, используются различные программные продукты. И пожалуй, ключевым требованием спецификации Q1 обязательная его проверка до начала использования.

Таким образом, продуктовые спецификации API имеют свои особенности и нюансы в работе на российских предприятиях. На данном этапе внедрение данных спецификаций является одним из важнейших критериев для выхода на международный рынок для крупных нефтяных организаций.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Спецификация 4F издание 5 - Спецификации для бурового оборудования и буровым платформам
2. Спецификация 5L издание 46 – Трубы для линейных трубопроводов
3. Спецификация 5L издание 46 – Трубы для линейных трубопроводов
4. Спецификация Q1 издание 9 - Системы менеджмента качества для изготовителей в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности

УДК 662.6

**Шеногин Михаил Викторович**  
**кандидат технических наук,**  
**доцент кафедры «Теплогасоснабжение, вентиляция и гидравлика»**  
**Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и**  
**Николая Григорьевича Столетовых**  
**(Владимир, Россия)**

## ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА В РФ

**Аннотация.** Проанализировано производство, внутренний рынок и экспорт СУГ в РФ. Рассмотрена история использования и современная структура потребления СУГ в России, охарактеризованы основные потребители. Описаны современные российские производители технологического оборудования для СУГ. Дана краткая оценка действующей нормативно-технической базы для разработки проектных решений по объектам СУГ. Рассмотрена существующая учебная и научно-техническая литература в области СУГ, дана оценка ее актуальности. Сделаны выводы о перспективах использования СУГ в РФ, отмечены существующие проблемы подготовки кадров и нехватки современной учебной и технической литературы в области использования СУГ.

**Ключевые слова:** сжиженный углеводородный газ (СУГ); добыча, потребление и экспорт СУГ; структура потребления СУГ; оборудование для использования СУГ; нормативная база для использования СУГ; учебная литература по СУГ; подготовка инженерных кадров для отрасли СУГ.

*Mikhail Shenogin*  
*candidate of technical Sciences, associate Professor of «Heat and gas supply,*  
*ventilation and hydraulics»*  
*Vladimir state University named after Alexander Grigoryevich and Nikolay Grigoryevich*  
*Stoletov*  
*(Vladimir, Russia)*

## HISTORY AND PROSPECTS OF APPLICATION LIQUEFIED PETROLEUM GAS IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Abstract.** The production, domestic market and export of LPG to the Russian Federation are analyzed. The history of the use and current structure of LPG consumption in Russia are considered, and the main consumers are characterized. Modern Russian manufacturers of process equipment for LPG are described. A brief assessment of the current regulatory and technical framework for the development of design solutions for LPG facilities is given. The existing educational and scientific and technical literature in the field of LPG is reviewed, and its relevance is assessed. Conclusions are drawn about the prospects for the use of LPG in the Russian Federation, the existing problems of personnel training and the lack of modern educational and technical literature in the field of LPG use are noted.

**Keywords:** *liquefied petroleum gas (LPG); production, consumption and export of LPG; structure of LPG consumption; equipment for the use of LPG; regulatory framework for the use of LPG; educational literature on LPG; training of engineering personnel for the LPG industry.*

Как известно, СУГ в основном получают тремя способами [1]:

1) на предприятиях нефтедобычи во время добычи сырой нефти при переработке попутного (связанного) газа и стабилизации сырой нефти;

2) на предприятиях газодобычи при первичной переработке скважинного газа или несвязанного газа и стабилизации газового конденсата;

3) на нефтеперегонных заводах при переработке сырой нефти.

Иными словами, сырьем для производства СУГ является попутный нефтяной газ, газовый конденсат и продукты переработки нефти. Анализ объемов добычи попутного газа и переработки нефти в РФ [2...4] говорит о значительном количестве СУГ, производимом в стране и сокращение этого производства в ближайшие годы не предвидится.

Аналогичные выводы позволяет сделать график валового производства СУГ в 2010...2019 годах (см. рис. 1), представленный на сайте Министерства энергетики РФ [5].

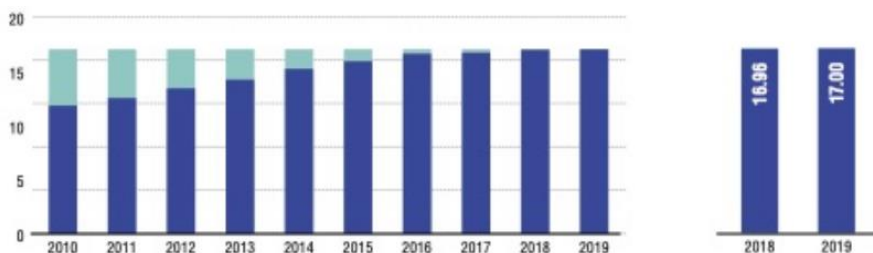


Рис. 1. Валовое производство СУГ в РФ в 2010...2019 годах, млн. тонн

2020-й «коронавирусный» год графиком не учтен, предполагаем, что учитывать его для рассмотрения тенденций некорректно.

Значительная часть производимого в России СУГ идет на экспорт и объем экспорта постоянно растет – см. рис. 2 [6].

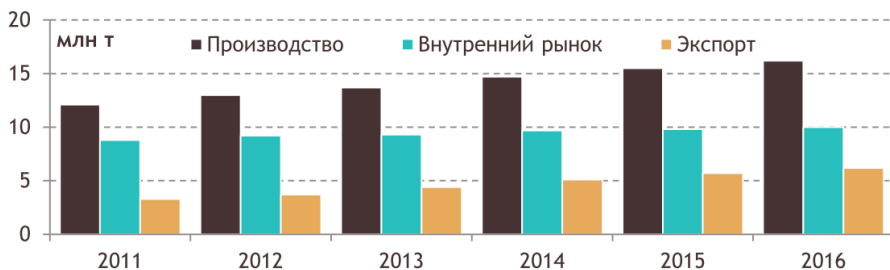


Рис. 2. Производство и отгрузка СУГ в России в 2011...2016 годах

Массовое использование СУГ в СССР на коммунально-бытовые нужды, а также централизованное снабжение населения баллонами с газом началось в конце 40-х годов прошлого века. Это было обусловлено технологическими (развитием технологий нефтепереработки), экономическими (относительно низкой стоимостью СУГ по сравнению с другими видами топлива) и социально-политическими (уставшему от военных и послевоенных лишений населению необходимо было облегчить быт) причинами.

За сравнительно короткий промежуток времени СУГ к началу 60-х годов превратился в основное топливо для приготовления пищи практически по всей стране. Начиная с 60-х годов до 1991 г., по мере освоения газовых месторождений западной Сибири, основная масса потребителей в южной, западной и центральной частях СССР была переведена с «баллонного» сжиженного на «трубный» природный газ. В современной России процесс широкомасштабной газификации природным газом продолжается, успешно действует курируемая ПАО «Газпром» «Программа газификации регионов России», однако, несмотря на это, огромная часть территории страны до сих пор остается без природного газа. Например, полностью отсутствует природный газ в Мурманской и Амурской областях, процент газификации Карелии составляет 6,8%, Томской области 12,3%, Архангельской области 13,2%, Новосибирской области 29,68%, Омской области 31,2%, Сахалинской области 34,7%, Кировской области 39,6%, Псковской области 43,6%, Республики Коми 45,6%, Курганской области 51,7% [6]. Очевидно, что значительная часть коммунально-бытовых потребностей в топливе в этих огромных по площади регионах удовлетворяется и еще долго будет удовлетворяться СУГ.

Диаграмма, отражающая структуру потребления СУГ в РФ в 2013 г. [8] представлена на рис. 3.

Из диаграммы видно, что соответственно 19% и 21% потребляемого СУГ в стране приходится на долю соответственно коммунально-бытовых нужд и нужд автотранспорта.

Под коммунально-бытовыми нуждами населения понимается использование газа для нужд отопления, приготовления пищи и горячей воды. Эти нужды удовлетворяются как путем наполнения резервуаров заказчиков при помощи автомобилей-газовозов, так и путем наполнения бытовых газовых баллонов населения на газонаполнительных станциях (ГНС) и газонаполнительных пунктах (ГНП).

Главной альтернативой бензину СУГ стал в 90-х годах прошлого века, когда в России началось массовое строительство автомобильных газовых заправочных станций (АГЗС) и перевод автомобильного транспорта на СУГ получил мощный импульс. Именно тогда в стране сложилась сеть АГЗС СУГ, активно действующая и растущая до настоящего времени.

Таким образом, сегодня в стране существует устойчивый рынок производителей и потребителей СУГ, причем производство, экспорт и внутреннее потребление СУГ постоянно растут.



Рис. 3. Структура валового потребления СУГ в РФ в 2013 г.

Вспоминая историю газификации СССР, необходимо отметить высокий уровень организации и внедрения современных (на тот момент времени) технических решений, подкрепленных передовыми научно-исследовательскими разработками. В конце 40-х годов XX века была в минимальный срок решена задача газоснабжения населенных пунктов, включавшая в себя создание инфраструктуры для доставки, хранения и реализации СУГ. Кроме того, послевоенной советской промышленностью было освоено массовое производство всей цепочки необходимого технологического оборудования. Одновременно с этим было налажено серийное производство бытового газового оборудования: проточных и емкостных водонагревателей, отопительных аппаратов, газовых плит. Отметим, что с инженерной точки зрения, значительно более серьезной выглядела задача технического оснащения строящихся ГНС СУГ. Научно-исследовательскими институтами были разработаны типовые проекты ГНС (в то время их называли «кустовые базы СУГ») на основе передовых отечественных технологических разработок. ГНС СУГ являлись сложными инженерно-техническими комплексами, предназначенными для приема, хранения и реализации СУГ. ГНС СУГ включала в себя: резервуары для хранения больших объемов газа, оснащенные запорно-предохранительной арматурой; насосно-компрессорное оборудование для перемещения газа; наполнительное оборудование для реализации газа; станки для ремонта и освидетельствования газовых баллонов и многое другое. Именно в те годы в стране началось массовое производство оборудования для ГНС СУГ, сформировался промышленный и научно-технический потенциал, который позволил обеспечить успешное развитие масштабному газоснабжению практически всей территории страны. Многие из созданных тогда промышленных предприятий функционируют до сих пор,

выпуская современную продукцию на основе собственных разработок. Перечислим некоторые из них.

ООО «Саратовский резервуарный завод» (ООО «САРРЗ») – современное промышленное предприятие, деятельность которого сосредоточена на проектировании и изготовлении стальных резервуаров (в том числе двустенных), сосудов работающих под давлением и емкостей промышленного назначения.

Саратовское предприятие ООО «СИНТЭК» – современное производственное предприятие, которое занимается разработкой технических решений и изготовлением большого спектра оборудования, рассчитанного на эксплуатацию с СУГ, синтетическим природным газом, сжатым природным газом (СПГ) и криогенными жидкостями. Номенклатура изделий ООО «СИНТЭК» включает в себя: наземные, подземные, одностенные, двустенные, обвалованные резервуары и газгольдеры для хранения сжиженного газа и криогенных жидкостей под высоким давлением; испарители и испарительные установки для сжиженных газов и криогенных жидкостей; насосное и компрессорное оборудование для слива/налива газа СУГ или криожидкостей в/из авто- или железнодорожных цистерн; оборудование для АГЗС и АГНКС; смесительные установки различных принципов действия для получения синтетического природного газа; компрессоры и компрессорные установки для перекачивания сжиженного газа; комплексные модульные системы заправки газовых баллонов и баллонных установок.

Компания «СмартВес», г. Санкт-Петербург производит электронные весы различного назначения с 2000 г.: автомобильные, вагонные (железнодорожные), платформенные, конвейерные, а также весовые дозаторы и посты наполнения бытовых газовых баллонов СУГ на базе электронных платформенных весов.

Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «БЕЛГАЗТЕХНИКА» – крупнейшее в Республике Беларусь по разработке и производству контрольно-измерительных приборов, оборудования для безопасной эксплуатации и строительства систем газоснабжения. Предприятие производит современное технологическое оборудование для ГНС, в частности для наполнения, контроля и освидетельствования бытовых баллонов СУГ и баллонов грузовых и легковых автомобилей.

Компания ООО «СпецТехноГаз» производит оборудование для АГЗС, многопливных автомобильных заправочных станций (МТАЗС) и систем бытового газоснабжения с 2001 г. Главным преимуществом является изготовление полнокомплектных быстромонтируемых блоков и технологических систем заводской готовности в комплекте с резервуарами СУГ. Возможно различное исполнение заправочных станций, в том числе: наземное и подземное; блочное или стандартное; с применением одно- или двустенных сосудов, предназначенных для размещения СУГ.

Оценивая результаты советского этапа развития газификации страны, хочется отметить, что в стране сформировалось несколько научно-исследовательских и проектных институтов, способных качественно выполнять проекты газоснабжения СУГ. Указанными институтами были созданы типовые проекты основных элементов системы газоснабжения, что позволило существенно сократить время и количество ошибок при создании проектной документации.

Современная практика газификации СУГ показывает, что чаще всего используются системы автономного газоснабжения объектов с минимальной протяженностью газораспределительных сетей. Из всех применяемых на сегодняшний день систем автономного газоснабжения (СПГ, КПГ) системы газоснабжения СУГ наиболее удобны для потребителя и поэтому широко распространены. Отметим причины распространенности систем автономного газоснабжения СУГ:

- 1) нормативно-техническая база для разработки проектных решений хорошо известна и допускает типовые проектные решения, зарекомендовавшие себя как надежные и безопасные за несколько десятилетий эксплуатации;
- 2) все необходимое оборудование для реализации проектных решений серийно производится на отечественных предприятиях и хорошо известно монтажным и эксплуатационным организациям;
- 3) стоимость оборудования и строительно-монтажных работ относительно невелики, причем качество, выпускаемого отечественного оборудования не уступает зарубежным аналогам;
- 4) для реализации СУГ в стране существует развитая инфраструктура, производство СУГ позволяет полностью удовлетворить потребности всех категорий потребителей.

Советскими научно-исследовательскими и проектными институтами активно проводились исследования, нацеленные на поиск инновационных технических решений в области газификации. Например, помимо насосно-компрессорных схем, изучались тепловые схемы перемещения газа, изучалась возможность перекачки СУГ, используя энергию природного газа. Институтом «Мосгазпроект» 1950...60-х годах были созданы экспериментальные стационарные станции смешения СУГ с воздухом предназначенные для газоснабжения населенных пунктов с числом жителей 5, 13 и 25 тысяч человек соответственно [9]. Упомянутые установки опередили время, на момент создания они оказались невостребованными. Современный же рынок газоиспользующего оборудования предлагает нам сегодня аналогичное оборудование, реализующее технологию «Proran-Air» от ведущих мировых производителей и позиционирует его как инновационные разработки. В СССР были созданы и испытаны жидкофазные горелки СУГ, опубликованы общие положения по методике расчета этих горелок [10].

Для подготовки инженерных кадров во времена СССР было издано значительное количество специальной литературы и учебников по СУГ таких авторов как: С.В. Рубинштейн, Е.П. Щуркин, А.П. Клименко, Н.Л. Стаскевич, Г.Н. Северинец, Д.Я. Вигдорчик, А.А. Ионин и многих других. Перечисленные учебники массово издавались в 60...80-х годах прошлого века, но сейчас, в силу возраста, они утратили актуальность, поскольку большая часть оборудования, описанного в них, уже не производится. Современным и качественным учебником можно считать книгу Б.С. Рачевского [11], однако для подготовки современных специалистов одного издания (особенно, с учетом небольшого в масштабах России тиража) явно недостаточно. Отметим также еще одно современное издание – справочник «Оборудование для сжиженных углеводородных газов» [12]. Справочник, на наш взгляд, является самым полным и актуальным изданием, посвященным оборудованию СУГ, однако он изначально не предназначался для образовательных целей. Очевидно, сегодня



наблюдается явный недостаток актуальной учебной и технической литературы по тематике использования СУГ.

Подведем итоги. Сегодня в стране существует устойчивый рынок производителей и потребителей СУГ, причем производство, экспорт и внутреннее потребление СУГ постоянно растут.

Отечественная промышленность выпускает практически все необходимое оборудование и приборы для газификации СУГ, причем качество изделий не уступает мировым аналогам, а цена позволяет успешно конкурировать с ними.

Для успешного проведения автономной газификации разработана современная нормативная база, которая успешно используется проектными организациями.

Изданные 30...50 лет назад учебные пособия по СУГ устарели и не соответствуют современным требованиям подготовки специалистов-газовиков. Инновационные технологии, появившихся в последние десятилетия и активно применяемые в практике проектирования, строительства и эксплуатации, необходимо рассматривать на теоретическом и практическом уровне во время подготовки молодых специалистов в учебных заведениях, для чего необходимы новые учебники. Современные учебные пособия должны охватывать все актуальные тенденции в отрасли на основе качественно изложенной теоретической базы – так, как это было сделано в советских учебниках.

Таким образом, оценивая перспективы использования СУГ в РФ как хорошие, отмечаем существующие проблемы с профессиональной подготовкой молодых инженеров, связанные с недостатком актуальной учебной и технической литературы.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Клименко, Александр Петрович. Сжиженные углеводородные газы. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1974. – 366 с.
2. Добыча природного и попутного нефтяного газа: [Электронный ресурс] // Министерство энергетики РФ – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1215> (Дата обращения: 21.03.2021 г.).
3. Добыча нефтяного сырья. Основные показатели. Мониторинг и контроль: [Электронный ресурс] // Министерство энергетики РФ – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1209> (Дата обращения: 21.03.2021 г.).
4. Попутный нефтяной газ в России: состояние и перспективы рационального применения: [Электронный ресурс] // NEFTEGAZ.RU – URL: [https://neftegaz.ru/analysis/oil\\_gas/328553-poputnyy-neftyanoy-gaz-v-rossii-sosto-yanie-i-per-spektivy-ratsionalnogo-primeneniya](https://neftegaz.ru/analysis/oil_gas/328553-poputnyy-neftyanoy-gaz-v-rossii-sosto-yanie-i-per-spektivy-ratsionalnogo-primeneniya) (Дата обращения: 21.03.2021 г.).
5. Производство и поставки сжиженных углеводородных газов: [Электронный ресурс] // Министерство энергетики РФ – URL: <https://minener-go.gov.ru/node/4852> (Дата обращения: 21.03.2021 г.).
6. Энергетический бюллетень № 54, ноябрь 2017 г. «Новые прогнозы мировой энергетики и место России в ней»: [Электронный ресурс] // Аналитический центр при правительстве РФ: <https://ac.gov.ru/files/publicati-on/a/15318.pdf> (Дата обращения: 21.03.2021 г.).

7. Газификация в России по регионам: [Электронный ресурс] // Министерство энергетики РФ – URL: [http://newsruss.ru/doc/index.php/Газификация\\_России\\_по\\_регионам](http://newsruss.ru/doc/index.php/Газификация_России_по_регионам) (Дата обращения: 21.03.2021 г.).
8. Баллон под давлением: [Электронный ресурс] // Деловой журнал «Эксперт Урал» № 5 (542) от 4 февраля 2013 г. – URL: <http://www.acexpert.ru/archive/5-542/ballon-pod-davleniem.html> (Дата обращения: 21.03.2021 г.).
9. Преображенский, Николай Иванович. Сжиженные углеводородные газы – Л.: Недра. Ленинградское отделение, 1975. – 279 с.
10. Газовые сети и оборудование для сжиженных газов / С.В. Рубинштейн, Е.П. Щуркин. – Л.: Недра: Ленинградское отделение, 1991. – 251 с.
11. Рачевский, Борис Семенович. Сжиженные углеводородные газы. – М.: Нефть и газ, 2009. – 640 с.
12. Справочник «Оборудование для сжиженных углеводородных газов». Под ред. Е.А. Карякина. – Саратов: Научно-исследовательский центр промышленного газового оборудования «Газовик», 2015. – 736 с.

УДК 519.684.6

Шокиров Шодмон Шойимович  
ТУИТ  
(Ташкент, Узбекистан)

## СРАВНЕНИЕ СКОРОСТИ PYTHON И C++

**Аннотация.** Есть миллион причин любить Python (особенно если вы дата-сайентист). Но насколько Python отличается от низкоуровневых языков, таких как Си и C++? В этой статье я собираюсь сделать сравнение скорости Python и C++, на очень простом примере. Мы будем генерировать все возможные  $k$ -меры ДНК, для фиксированного значения « $k$ ». О том, что такое  $k$ -меры, я расскажу чуть позже. Этот пример был выбран потому, что многие задачи обработки и анализа данных связанные с геномом, считаются ресурсоёмкими. Поэтому, многие дата-сайентисты связанные с биоинформатикой, интересуются C++ (в дополнение к Python).

Важное замечание: цель этой статьи не сравнить скорость C++ и Python когда они наиболее эффективны. Код предлагаемых программ можно сделать гораздо более быстрым. Цель этой статьи – сравнить два языка, используя один и тот же алгоритм и код.

**Ключевые слова:** Python, C++, Homo Sapiens, алгоритм, программы

Shokirov Shodmon Shoyimovich  
TUIT  
(Tashkent, Uzbekistan)

## PYTHON AND C++ SPEED COMPARISON

**Annotation.** There are a million reasons to like Python (especially if you're a data scientist). But how does Python differ from low-level languages like C and C++? In this article, I'm going to do a speed comparison of Python and C++, using a very simple example. We will generate all possible  $k$ -measures of DNA, for a fixed value of " $k$ ". I'll talk about what  $k$ -measures are later. This example was chosen because many genome-related data processing and analysis tasks are considered resource-intensive. Therefore, many data scientists associated with bioinformatics are interested in C++ (in addition to Python).

Important note: The purpose of this article is not to compare the speed of C++ and Python when they are most efficient. The code of the proposed programs can be made much faster. The purpose of this article is to compare two languages using the same algorithm and code.

**Keywords:** Python, C++, Homo Sapiens, algorithm, programs

### Введение в $k$ -меры ДНК

ДНК – это длинная цепь нуклеотидов. Эти нуклеотиды могут быть четырёх типов: А, С, G и Т. У вида Homo Sapiens около 3 миллиардов пар нуклеотидов. Вот небольшой кусок ДНК человека:

ACTAGGGATCATGAAGATAATGTTGGTGTTTGTATGGTTTTACAGACAAT

Чтобы получить из него k-меры нужно разбить строку на части:

ACTA, CTAG, TAGG, AGGG, GGGA и т. д.

Эти последовательности из четырех символов называются k-меры длина которых равна четырём (4-меры).

### Задача

Мы сгенерируем всё возможные 13-меры. Математически – это перестановка с проблемой замены. Следовательно мы имеем 4 в степени 13 (67 108 864) вариантов 13-меров.

Сравнение скорости Python и C++

Мы будем использовать один и тот же алгоритм для двух языков. Код на обоих языках намеренно написан аналогично и просто. Я не использовал сложные структуры данных и сторонние библиотеки. Вот код программы на Python:

```
1 def convert(c):
2     if (c == 'A'): return 'C'
3     if (c == 'C'): return 'G'
4     if (c == 'G'): return 'T'
5     if (c == 'T'): return 'A'
6
7 print("Start")
8
9 opt = "ACGT"
10 s = ""
11 s_last = ""
12 len_str = 13
13
14 for i in range(len_str):
15     s += opt[0]
16
17 for i in range(len_str):
18     s_last += opt[-1]
19
20 pos = 0
21 counter = 1
22 while (s != s_last):
23     counter += 1
24     # Следующая строка выводит результаты
25     # print(s)
26     change_next = True
27     for i in range(len_str):
28         if (change_next):
29             if (s[i] == opt[-1]):
30                 s = s[:i] + convert(s[i]) + s[i+1:]
31                 change_next = True
32             else:
33                 s = s[:i] + convert(s[i]) + s[i+1:]
34                 break
35
36 # Следующая строка выводит результаты
37 # print(s)
38 print("Number of generated k-mers: {}".format(counter))
39 print("Finish!")
```

Выполнение этой программы займет 61.23 секунды. За это время сгенерируется 67 миллионов 13-меров. Чтобы не увеличивать время работы программы я закомментировал код выводящий результаты (25 и 37 строки). Если вы захотите запустить этот код и отобразить результаты, имейте ввиду, что это будет очень долго. Чтобы остановить выполнение программы вы можете нажать на клавиатуре CTRL+C.

Теперь посмотрим тот же алгоритм на языке C++:

```
#include
#include

using namespace std;

char convert(char c)
{
    if (c == 'A') return 'C';
    if (c == 'C') return 'G';
    if (c == 'G') return 'T';
    if (c == 'T') return 'A';
    return ' ';
}

int main()
{
    cout << "Start" << endl;

    string opt = "ACGT";
    string s = "";
    string s_last = "";
    int len_str = 13;
    bool change_next;

    for (int i=0; i<len_str; i++)
    {
        s += opt[0];
    }

    for (int i=0; i<len_str; i++)
    {
        s_last += opt.back();
    }

    int pos = 0;
    int counter = 1;
    while (s != s_last)
    {
        counter ++;
        // Следующая строка выводит результаты // cout << s << endl; change_next
```

K-mer	Number of Combinations	Python Runtime (sec)	C++ Runtime (sec)	Ratio
13	67,108,864	61.23	2.42	25.30
14	268,435,456	224.07	8.38	26.74
15	1,073,741,824	919.24	31.62	29.07

В таблице указаны результаты тестов для 13, 14, и 15-меров.

После компиляции, этот код выполнится за 2.42 секунды. Получается что Python требуется в 25 раз больше времени на эту задачу. Я повторил эксперимент с 14 и 15-мерами (это можно указать на 12 строке в Python и на 22 в C++) Теперь мы видим, что производительность этих двух языков, при выполнении одной и той же задачи, значительно различается. Я повторяюсь, обе программы далеки от идеала и могут быть значительно оптимизированы. Например, мы не использовали параллельные вычисления на CPU или GPU. Но для таких задач это необходимо. Также мы не храним результаты. Хотя управление памятью в Python и C++ значительно влияет на производительность. Этот пример и тысячи других задач, подтверждают, что дата-сайентистам стоит обращать внимание на C++ и подобные ему языки, когда нужно работать с большими массивами данных или требующими большой производительности процессами.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. <https://tproger.ru/>
2. Марк Лутц, «Python. Карманный справочник»
3. Марк Лутц, «Изучаем Python»

УДК 625

Эшкабилов Напас Бекназарович, Хайдаров Шухрат Рустамович,  
Примкулов Шерзод Шарифович  
Самаркандский государственный университет  
(Самарканд, Узбекистан)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИОНИЗАЦИИ РИДБЕРГОВСКИХ АТОМОВ В ИМПУЛЬСНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

**Аннотация.** В данной работе изучалось влияние импульсного электрического поля на атомы, находящиеся в бодрствующем состоянии Ридберга. Исследование процессов возбуждения и ионизации ридберговских атомов позволит нам оценить возможности селективного создания высоковозбужденных атомов в заданных состояниях а также возможность их использования в различных научных и практических исследованиях. Например, весьма перспективно применение высоковозбужденного атома для процесса лазерного разделения изотопов

**Ключевые слова** ионизация, атом, лазер, чистых веществ, фотоионизаци, галлия и ионы.

*Napas Beknazarovich Eshkabilov, Shukhrat Rustamovich Khaydarov,  
Sherzod Sharifovich Primkulov  
Samarkand State University  
(Samarqand, Uzbekistan)*

## INVESTIGATION OF THE IONIZATION OF RYDBERG ATOMS IN A PULSED ELECTRIC FIELD

**Abstract.** In this paper, we studied the effect of a pulsed electric field on atoms required in the Rydberg waking state. The study of the processes of excitation and ionization of Rydberg atoms will allow us to evaluate the possibilities of selective creation of highly excited atoms in given states, as well as the possibility of their use in various scientific and practical studies. For example, the use of a highly excited atom for the process of laser isotope separation is very promising

**Keywords:** ionization, atom, laser, pure substances, photoionization, gallium and ions.

Исследование процессов возбуждения и ионизации ридберговских атомов позволит нам оценить возможности селективного создания высоковозбужденных атомов в заданных состояниях а также возможность их использования в различных научных и практических исследованиях. Например, весьма перспективно применение высоковозбужденного атома для процесса лазерного разделения изотопов [1].

Один из основных недостатков лазерного разделения изотопов или получения особо чистых веществ в промышленном масштабе методом селективной ступенчатой фотоионизации атомов является сравнительно низкое сечение фотоионизации атомов. Поэтому поиски путей повышения сечение фотоионизации атомов лазерным излучением по-прежнему остаются актуальными в экспериментальной физике. [2]

Ранее было измерено сечение фотоионизации атома галлия из возбужденных состояний. В этих экспериментах [3] значение сечения фотоионизации лежат в пределах  $(1 \div 5)10^{-17} \text{ см}^2$ . Однако эти значения довольно низки для решения вышеуказанных задач.

В настоящей работе мы с целью увеличения сечения фотоионизации сначала ступенчатым образом возбуждали атомы галлия в ридберговское состояние, а потом ионизовали высоковозбужденные атомы коротким импульсом электрического поля. Такой метод предложен в работе. Преимущество этого метода заключается в том, что в этом методе нерезонансный процесс фотоионизации заменяется резонансным процессом возбуждения. В таком процессе сечение фотоионизации в целом определяется сечением возбуждения на последней ступени, так как эффективность ионизации электрическим полем близка к единице. Обычно сечение возбуждения ридберговских состояний лежит в области  $= 10^{-13} \div 10^{-15} \text{ см}^2$ . Таким образом, использование импульсного электрического поля позволяет на четыре-пять порядков увеличить сечение фотоионизации атома.

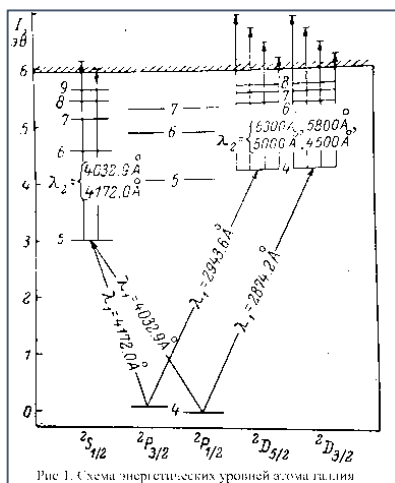


Рис. 1. Схема энергетических уровней атома галлия

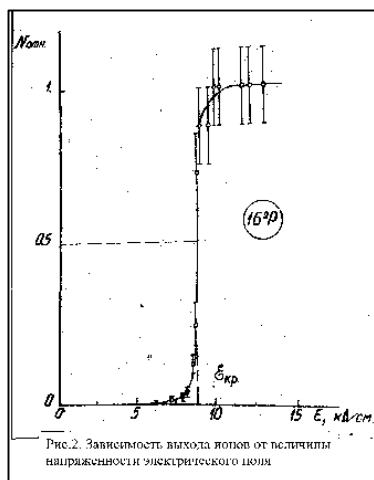
Экспериментальная установка и методика эксперимента описаны. Для атома галлия использовали двухступенчатую схему возбуждения (см.рис.1) лазер первой ступени с  $\lambda = 4172 \text{ \AA}$  переводил атомы галлия из основного  $4p^2P_{3/2}$  состояния в  $5s^2S_{1/2}$  состояние перестраивая длину волны излучения второго лазера в области  $4200 \text{ \AA} + 4400 \text{ \AA}$  мы возбуждали атомы галлия в  $n^2P_{1/2}$  состояния с  $n=14 \div 70$ .

Для высоколежащих состояния атома галлия  $n^2P_{1/2}$  были ( $n=14 \div 70$ ) исследована зависимость выхода ионов от напряженности электрическом поля.

На рис 2. представлена эта зависимость при возбуждения  $16^2P_{1/2}$  состояний атома галлия. Зависимость имеет явно выраженный пороговый характер. В отсутствие поля регистрируется слабый ионный сигнал, селективный по частоте лазеров в обеих ступеней



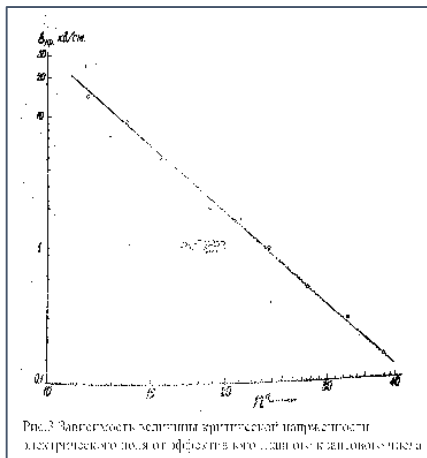
возбуждения. С увеличением напряженности поля до критического значения сигнал слабо увеличивается. При достижении критического значения сигнал резко возрастает более чем на порядок. Дальнейшее увеличение напряженности электрического поля приводит к насыщению ионного сигнала. Слабый селективный ионный сигнал, наблюдаемый в отсутствие электрического поля, связан с ионизацией атомов галлия лазерным излучением через канал  $4p^2P_{1/2} \rightarrow 5s^2S_{1/2} \rightarrow n^3P$  континуум. Резкое возрастание сигнала при переходе напряженности через критическое значение обусловлено очень сильной зависимостью вероятности ионизации от напряженности электрического поля. Насыщение сигнала возникает при ионизации практически всех возбужденных в данное состояние атомов за время, равное длительности импульса электрического поля значения критического поля для  $16^2P_{1/2}$  состояния равнялось  $E_{\text{крит}} = 8,8 \text{ кВ/см}$ .



Аналогичные пороговые зависимости были получены для  $nr^2P_{1/2}$  состояний с главным квантовым числом  $n=14 \div 40$ . Из полученных кривых были определены критические значения напряженности электрического поля. В качестве критического значения применялась напряженность поля, при которой ионизовалась половина высоковозбужденных атомов, что соответствовало ионному сигналу в два раза меньшему, чем при насыщении. В таблице 3 представлены значения критического поля для различных значений главного квантового числа.

На рис.3 приведена зависимость критической напряженности электрического поля от эффективного главного квантового числа  $n^*$  рассчитанная по формуле (1). На этом рисунке приведены значения критической напряженности, полученные для атома галлия. Как видно из рисунка, экспериментальные значения хорошо согласуются с

теоретической зависимостью. Величина расхождения экспериментальных и теоретических результатов составляет в среднем  $10 \div 15\%$ .



Таким образом, в электрического поле, большем критического высоковозбужденные атомы ионизируются с выходом, ионов, равным единице. При этом величина эффективного сечения всего процесса ионизация определяется величиной поперечного сечения возбуждения высоколежащего состояния. Поэтому для определения эффективности всего процесса ионизации необходимо знать поперечные сечения возбуждения ридберговских состояний.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. А.Т. Турсунов, Н.Б. Эшкobilов. Лазерная фотоионизационная спектроскопия ридберговских состояния атома галлия. г. Троицк, 1983.
2. А.Т. Турсунов, Н.Б. Эшкobilов. Оптика и спектроскопия, 1984, т. 56, в. 3 стр. 393-396.
3. Л.Н. Иванов, В.С. Летохов. Квантовая электроника, 1975, т.2, №3, стр. 585-590.

УДК 664.734.2:620.179.17

Яблоков Александр Евгеньевич, Генералов Александр Сергеевич,  
Жила Таисия Михайловна  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский государственный  
университет пищевых производств»  
(Москва, Россия)

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

**Аннотация.** *Зерноперерабатывающие предприятия из-за наличия горючей органической пыли относятся к высокой категории пожарной опасности. Оборудование, в процессе эксплуатации изнашивается и выходит из строя. Это приводит к авариям, которые могут привести к возгоранию и взрывам. Для технического мониторинга состояния оборудования в МГУПП разработана многофункциональная стационарная система мониторинга и защиты технологических машин. В качестве диагностических признаков неисправностей используются параметры вибрации, потребляемого тока, излучаемого шума, температуры подшипников, обороты вала.*

**Ключевые слова:** *технический мониторинг, диагностика оборудования, система технического мониторинга, зерноперерабатывающее оборудование.*

Yablokov Alexander Evgenievich, Generalov Alexander Sergeevich,  
Zhila Taisiya Mikhailovna  
Federal State Budgetary Educational Institution  
higher education "Moscow State University of Food Production"  
(Moscow, Russia)

## INCREASING PRODUCTION SAFETY BY DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF PROCESS MACHINE MONITORING SYSTEMS

**Annotation.** *Grain processing enterprises, due to the presence of combustible organic dust, belong to a high category of fire hazard. The equipment wears out and breaks down during operation. This leads to accidents that can lead to fires and explosions. For technical monitoring of the state of equipment, MGUPP has developed a multifunctional stationary system for monitoring and protecting technological machines. Parameters of vibration, current consumption, radiated noise, bearing temperature, shaft speed are used as diagnostic signs of malfunctions.*

**Key words:** *technical monitoring, equipment diagnostics, technical monitoring system, grain processing equipment.*

Зерноперерабатывающие предприятия пожаро-взрывоопасны, категория пожароопасности – Б [1] т.к. зерновая органическая пыль воспламеняется подобно газозвоздушной смеси. По данным [2] ежегодно по миру произошло 400-500

чрезвычайных происшествий (ЧП) на зерноперерабатывающих предприятиях. Одним из основных источников возгорания служит неисправное оборудование, аварии связанные с внезапной поломкой оборудования. Для поддержания оборудования в работоспособном состоянии на предприятиях отрасли применяется система плановых ремонтов (система ППР). Но практика эксплуатации оборудования показала, что система ППР недостаточно эффективна т.к. не гарантирует безаварийную работу оборудования в межремонтный период.

Методы и средства технического мониторинга и диагностики оборудования призваны повысить надежность оборудования и безопасность производства за счет непрерывного технического контроля работы машин аппаратными и алгоритмическими средствами с минимальным участием человека-оператора. Системы технического мониторинга разрабатываются различными компаниями как в нашей стране, так и за рубежом. Мировым лидером в области измерительных систем и диагностики оборудования является компания Brüel & Kjær (Дания) [3]. Продукция компании безусловно качественная, но высокая стоимость приборов и отсутствие методик для диагностирования пищевого оборудования не позволяет использовать подобные системы на пищевых предприятиях.

Отечественные разработчики оборудования в области неразрушающего контроля и диагностики механического оборудования представлены на российском рынке компаниями «Диамех», «Виброцент», «БАЛТЕХ» и др. Т.к. измерительная аппаратура достаточно дорогая (стоимость одного прибора для измерения вибрации по двум каналам превышает 150 тыс. рублей) данные разработчики идут по пути создания переносных систем сбора и анализа диагностической информации. При этом предполагается, что оператор должен по графику (один-два раза в неделю) обходить контролируемое оборудование, устанавливать датчики, проводить измерения диагностических параметров, а затем перегружать данные в специализированную программу на ПК для дальнейшего анализа и классификации состояния контролируемого оборудования [4]. Такой подход не применим на пищевых предприятиях т.к. обслуживающий персонал не обладает достаточной квалификацией для проведения диагностических измерений, расшифровки измеренной информации и обеспечения процедуры диагностирования.

В Московском государственном университете пищевых производств (МГУПП) на кафедре ПИиИТС проводится НИР по разработке и созданию доступной и адаптированной под конкретный тип диагностируемого оборудования стационарной автоматизированной системы технического мониторинга и диагностики. Целью исследований является повышение безопасности производства и повышение эффективности мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) оборудования. Задачей исследований является разработка и создание доступной, стационарной системы технического мониторинга технологических машин.

Предварительный анализ технологических машин зерноперерабатывающих предприятий показал, что на производстве используются машины преимущественно роторного типа (молотковые дробилки, вальцовые станки, обочные машины, смесители и пр.) [5]. Ротор таких машин установлен на подшипниках качения. Характерными дефектами являются: неуравновешенность ротора, дефекты подшипников, дефекты

монтажа, перекос валов, дефекты муфт, механических передач и пр. [6]. Обзор современных методов неразрушающего контроля показал, что в качестве диагностических признаков подобных дефектов могут быть использованы параметры вибрации, температуры, акустического шума, потребляемого тока. В этом случае задача мониторинга сводится к контролю предельно-допустимых значений диагностических признаков, а в случае превышений – информировать персонал предприятия с помощью световой/звуковой сигнализации, аварийным отключением машины. В результате обзора сформулированы технические требования к системе мониторинга оборудования отрасли.

Дальнейшие исследования связаны с разработкой конструктива и микропрограммного обеспечения измерительной системы. Конструктивно прибор состоит из двух элементов: измерительной системы на базе микропроцессора dsPIC30F6012 с микропрограммой, написанной на языке C++ и интерфейсной системы на базе одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi с операционной системой Raspbian. Разделение функционала прибора на две системы позволило повысить надежность системы т.к. ПО измерительной системы реализовано по принципу «конечный автомат» и позволяет опрашивать все датчики по непрерывному циклу, не зависящему от работы интерфейса оператора. Программный код зарегистрирован и получено свидетельство на программу №2020614100 [7]. На конструктивное решение системы мониторинга получен патент на полезную модель РФ № 195763 [8]. Для отображения текущей информации и настройки системы использован цветной сенсорный 5” дисплей с разрешением 800x480.

Функциональная схема разработанной системы мониторинга (на примере молотковой дробилки) представлен на рис. 1. Система в режиме реального времени позволяет измерять и обеспечивать пороговый контроль ПДЗ диагностические параметры по 12 каналам: четыре канала вибрации, пять каналов температуры, канал звука, тока оборотов. Система имеет гибкие настройки и позволяет для каждого из контролируемых параметров устанавливать ПДЗ для двух уровней тревоги: «требуется осмотр» и «аварийное состояние». В случае превышения текущих значений над ПДЗ предусмотрено включение световой/звуковой сигнализации, имеется возможность автоматического отключения машины. Кроме допускового контроля система обеспечивает передачу данных на FTP-сервер для хранения и статистической обработки собранной информации.

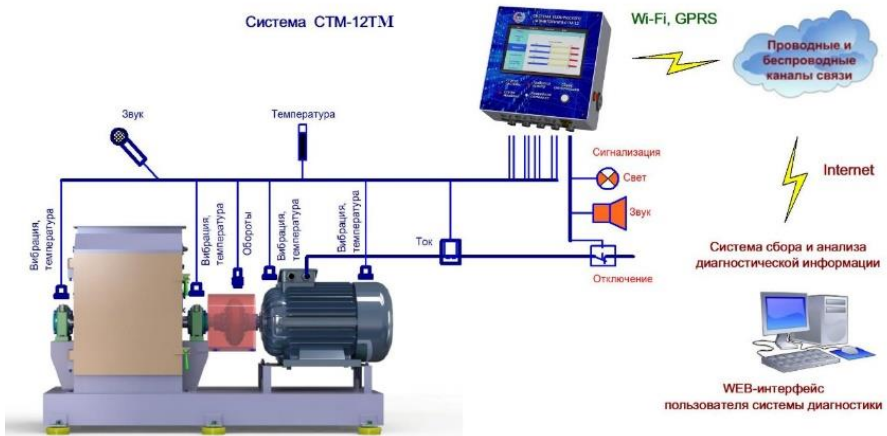


Рисунок 1. Функциональная схема системы технического мониторинга и диагностики оборудования

Измерительный прибор имеет графический интерфейс с сенсорным экраном. Главный экран (рис. 2, а) отображает схему установки датчиков, содержит вкладки «Установки», «Мониторинг», «Анализ», «Диагностик», «Сервис», «Превышение», «Причина». Текущие значения с датчиков, уровни превышений, статус машины, ошибки системы мониторинга и время наработки машины отражается в разделе «Мониторинг» (рис. 2, б).

В разделе «Анализ» отображаются тренды (история изменения диагностических признаков за последние 200 часов контроля) (рис. 2, в) и спектры (рис.2, г) различных диагностических признаков в разных точках контроля.

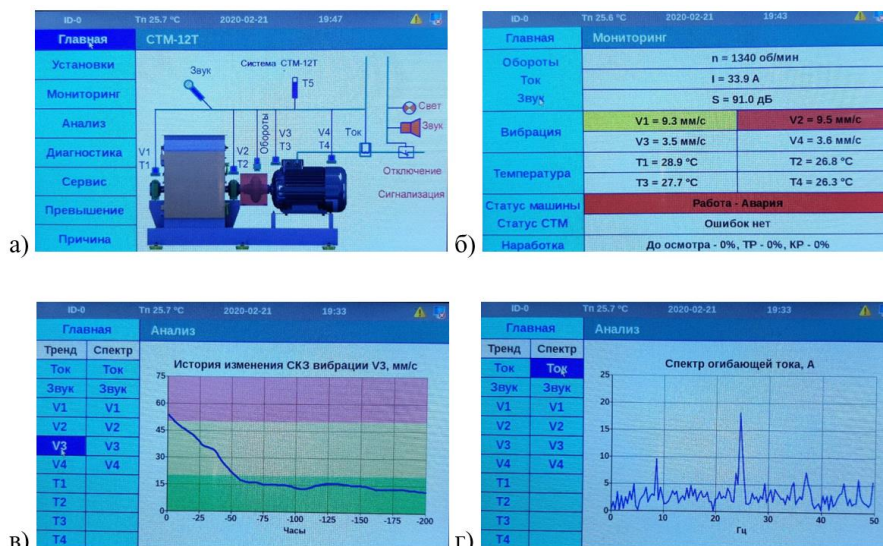


Рисунок 2. Функциональная схема системы технического мониторинга и диагностики оборудования

В результате НИР были выявлены потребности зерноперерабатывающих предприятий в системе технического мониторинга оборудования. В результате анализа различных источников сформулированы требования к системе, основными из которых является стационарное исполнение, доступная стоимость и простота в применении. Разработана концепция измерительной системы, в качестве аппаратной части использована специально разработанная измерительная плата и доступный по стоимости одноплатный компьютер Raspberry Pi. Система получила графический интерфейс с сенсорным дисплеем. Развитое меню прибора позволяет настраивать прибор, просматривать и анализировать измеренную информацию, вести учет аварийных ситуаций, времени наработки машины и пр. Созданный опытный образец STM-12TM прошел предварительные испытания в лаборатории кафедры ПМИИТС на промышленных образцах оборудования мукомольного производства. В настоящее время система готова к внедрению на промышленных предприятиях отрасли. Применение системы мониторинга позволит снизить вероятность внезапных поломок (аварий) на производстве, оптимизировать мероприятия по ТОиР оборудования.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. СП 108.13330.2012. Свод правил. Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200094157>

2. Сайт компании «НПФ Скарабей». Зерновая пыль. Статистика пылевых взрывов. URL: <http://www.fumigaciya.ru/zernovaya-pyl-statistika-pylevykh-vzryvov> (дата обращения: 22.03.2021).
3. Сайт компании ООО «КТМ». Страница продукции компании Brüel & Kjær Vibro. URL: <https://kiptm.com/bryul-i-k-er-vibro> (дата обращения: 22.03.2021).
4. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009. Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200077663> (дата обращения: 22.03.2021).
5. Глебов, Л.А. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна: учебник / Л.А. Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев, А.Е. Яблоков. - М.: Дели принт, 2010. - 696 с.
6. Яблоков А.Е. Техническая диагностика оборудования: перспективные методы и средства. / Комбикорма. 2013. № 5. С. 57-59.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020614100. Программа для мониторинга и технической диагностики технологических машин. Яблоков А. Е. Латышев М.А., Терехин С. Ю. опубли. 26.03.2020.
8. Патент 195763 U1 Российская Федерация МПК7 G05B 23/00. Устройство мониторинга и технической диагностики дробилки ударного действия. / Яблоков А.Е., Латышев М.А., Федоренко Б.Н., Быков А.В., Костин А.М.; опубли. 05.02.2020.



УДК 625

**Yakubova Nafisa Odiljanovna**  
**o'qituvchisi,**  
**Omonqulov A'zamjon Shodmon o'g'li**  
**talabasi,**  
**Hayitboyeva Munajat Berdimurot qizi**  
**talabasi**  
**Guliston davlat universiteti**  
**(Guliston, O'zbekiston)**

### **O'QUVCHILARDA – QIRQIMLAR HAQIDA TASAVVURINI OSHIRISHDA GRAFIK MAKETLARNING O'RNI VA AHAMIYATI**

**Annotatsiya.** Qirqimlarning turlarini o'rganish, ularni chizmalarda qo'llanishini ko'rib chiqish hamda ularning qanchalik ahamiyatga ega ekanligini tushinish, o'quvchilarda qirqimlar haqida tasavvurini shakillantirish, shu orqali fikrlash doirasini kengaytirish va ularni tahlil qilish.

**Kalit so'zi:** Oddiy qirqim, frontal qirqim, gorizontol qirqim, profil qirqim, grafik faoliyat, diqqat, grafik maketlar, chizmalar.

*Якубова Нафиса Одильжановна*  
*преподаватель,*  
*Аманкулов Азамжон Шодмон угли*  
*студент,*  
*Хайитбаева Муножат Бердимурот кизи*  
*студент*  
*Гулистанский государственный университет*  
*(Гулистон, Узбекистан)*

### **РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ У СТУДЕНТОВ - ПОВЫШЕНИЕ ВООБРАЖЕНИЯ РЕЗАНИЯ**

**Аннотация.** В статье анализируется важность изучения типов графики и рисунков их использования в преподавании. В статье описаны методы формирования у учащихся компетентностей в том числе восприятия и самоанализа.

**Ключевые слова:** Нормальный сдвиг, фронтальный сдвиг, горизонтальный сдвиг, профильный сдвиг, графическая активность, графические макеты, рисунки.

*Yakubova Nafisa Odiljanovna*  
lecturer,  
*Amankulov Azamjon Shodmon oglu*  
student,  
*Hayitboyeva Munajat Berdimurot kizi*  
student  
*Gulistan State University*  
(Gulistan, Uzbekistan)

#### THE ROLE AND IMPORTANCE OF GRAPHIC MODES IN STUDENTS - INCREASING THE IMAGINATION OF CUTTING

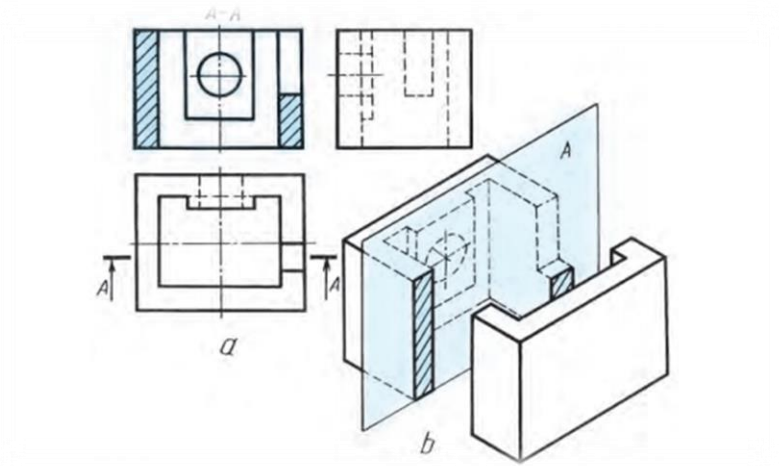
**Annotation.** *Studying the types of haircuts, analyzing their use in drawings and understanding their importance, forming students' perception of haircuts, thereby expanding their horizons and analyzing them.*

**Key words:** *Normal shift, frontal shift, horizontal shift, profile shift, graphic activity, attention, graphic layouts, drawings.*

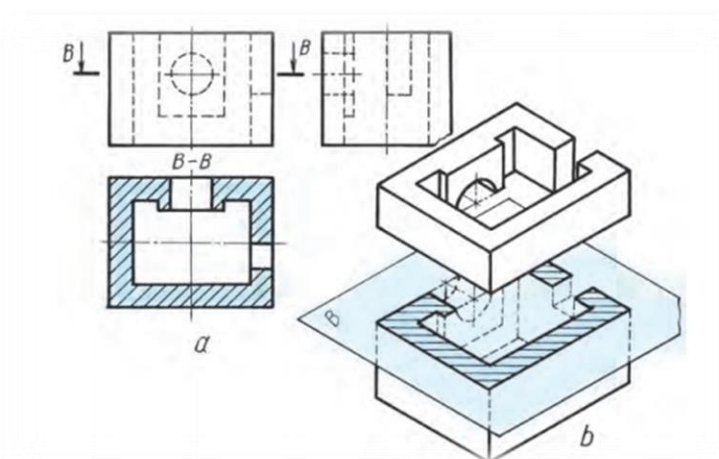
Xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida qo'llaniladigan mashina va mexanizm datallarining ichki tuzilishi prizma, piramida, silindir, konus va shunga o'xshash geometrik jismlarning o'zaro birikmasidan iborat bo'lib, ularning sodda va murakkab chiziqlar hosil qiladi. Chizma geometriyada geometrik sirtlarning kesishish chiziqlarini oddiy va murakkablarga ajratib ko'rsatish qabul qilinganidek, detallarning ichki qismlarini tashkil qiluvchi kovaklar ham oddiy va murakkablarga ajratish mumkin. Shu sababli ta'lim jarayonida o'quvchilarga qirqimlarning oddiy va murakkablarga bo'lib o'rgatiladi. Texnik chizmachilikda qirqimlarning tasvirlash usullarini shakillantirish metodikasi, o'qituvchining doimo diqqat markazida turmoqda. O'quvchilarda qirqimlarni tasvirlash usullarini tarkib toptirish zarur. Chunki bunday tasvirlar texnik chizmachilikda katta ahamiyatga ega ekanligi va tajribalarning ko'rsatishicha qirqimlarni yasash jarayonida o'quvchilar ma'lum qiyinchiliklarga duch keladilar. Shu boisdan ham detallarning ichki qismlarini aniqlash bilan bog'liq bo'lgan grafik faoliyatdagi asosiy o'quv ishlarini belgilab olishi zarur.

Avvalo dars jaroyini tashkil etishda o'qituvchi darsga puxta tayyorgarlik ko'rish juda muhimdir. Chunki o'quvchilarini hozirgi davrda biron narsaga qiziqtirish yoki o'qitishda zamonaviy o'quv texnikalar, yangidan yangidan dars ishlanmalari, ko'rg'amali qurollar, darsga oid takrorlanmas grafik maketlarni o'rni kattadir. O'quvchilarga qirqimlar haqida ma'lumot berishda avvalo ularning darsga qay darajada tayyor ekanligini bilish zarur. Ya'ni psixologiyada o'quvchi darsni yaxshi o'zlashtirishda, yaxshi qabul qilishda uning ruyixiyatini o'rganish ham juda zarurdir. Bola darsni o'zlashtirishda ya'na bir muhim narsa, uning diqqat darajasi, fikrlashi, idrok etishi va tahlil qila olishi kabi xususiyatlarini bilish kerak. Ularda diqqat qanchalik yaxshi rivojlanganini uni to'g'ri yo'naltira olishi, ongiga qabul qilgan ma'lumotlarni qay darajada tasavvur qilishi, tahlil qila olishi juda ham muhimdir. Chunki qirqimlarni o'rganishda shu kabi xususiyatlar katta ro'l o'ynaydi. Endi o'qituvchi, o'quvchilarga qirqim haqida ma'lumot berishidan avval, qirqim o'zi nima? Qirqim – bizga nima uchun kerak? degan savollar bilan darsni tashkil etishi kerak. Nima uchun darsni bu tarzda olib borishning o'ziga hos sabablari mavjud.

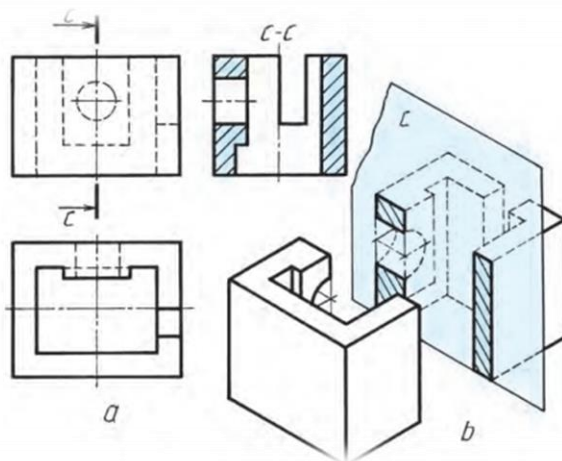
Psixologiyda shunday takidlab o'tilgan, ong juda g'ayri tabiiy xususiyatlarga ega. Ongga savol bilan murojaat qilinganda, ong avtomatik tarzda savolga javob qidira boshlaydi. Bu xususiyat esa o'quvchilarda fikrlash doirasini yanda kengaytirish va idrok qilishga olib keladi. Qirqimlar – detalning ichki qisimini aniqlash maqsadida “qirqim” deb ataluvchi shartli tasvirlash usuli qo'llaniladi. Detalning ichki ko'rinishi murakkabroq, ya'ni bir qancha sirtlardan tashkil topgan bo'lsa, chizmani o'qishni osonlashtirish maqsadida qirqimlar tatbiq qilinadi. Qirqimlar detalning ichki va tashqi qiyofasiga qarab qo'llaniladi. Detallarga qirqim qo'llash orqali ularning qanday xom ashyodan tayyorlanganligini ham bilib olish mumkin. O'quvchilarni detallarga qirqim berishga o'qitishdan oldin, ularga detalning qay tarzda tuzilganligi haqida o'rgatish lozim. O'quvchi detalni o'rgangandan so'ng, unga qirqim berish zarur yoki zarur emasligini aniqlab olishi kerak. Chunki detallarning tuzilishi har – xil bo'lgani sababli, qirqimlarning ham har – xil turlari mavjuddir. Bular oddiy qirqimlar (frontal qirqim, gorizontal qirqim, profil qirqim), og'ma qirqim, mahalliy qirqim, ko'rinishning yarmi bilan qirqimning yarmini birlashtirish, ko'rinishning qismini qirqimning qismi bilan birlashtirib tasvirlash, murakkab qirqim (pog'onali qirqim, siniq qirqim) lar kabi turlarga bo'linadi. Keling biz hozir oddiy qirqim va uning turlariga to'xtalib o'tsak. Detalning ichki tuzilishini aniqlash maqsadida bitta kesuvchi tekislik qo'llanilishidan hosil bo'lgan qirqim “oddiy qirqim” deyiladi. Kesuvchi tekislik, proyeksiya tekisliklaridan biriga parallel qilib o'tkazilsa, qirqim o'sha proyeksiyalar tekisligida tasvirlansa, o'sha proyeksiya tekisligi nomi bilan ataladi. Misol uchun kesuvchi tekislik frontal proyeksiyalar tekisligiga parallel bo'lsa bu tarzda qirqim o'z nomi bilan “frontal qirqim” deb ataladi. Shu kabi kesuvchi tekislik profil yoki gorizontal proyeksiyalovchi tekisligiga parallel bo'lsa bunday qirqim “profil qirqim” va “gorizontal qirqim” deb ataladi. O'quvchilaraga har bir qirqim turlari haqida ma'lumot berayotganda shu qirqimlarning grafik maketlari ko'rsatib o'tilishi lozim. Chunki o'quvchilar qirqimlarga endigina murojat qilmoqdalar, shuning uchun bu jarayonda grafik maketlarning ahamiyat kattadir. Ma'lumot eshitayotgan o'quvchi, eshitgan ma'lumoti haqida yanada tasavvurga ega bo'lishida, ma'lumotlarining hayotda qanchalik tog'ri qo'llay olishida grafik maketlarning o'rni kattadir. Shu orqali ularda qirqimlar haqida to'liq tushincha va tasavvur paydo bo'ladi. O'quvchilarning ayrimlari eshitish yoki ko'rgan narsasini tahlil qilish orqali tushinishi mumkin, shuning uchun ham dars jarayonini olib borishda o'qituvchining ijodkorlik qobiliyati ham talab qilinadi. Misol uchun oddiy qirqimlar uchun yaratilgan maketlarni 1 – chizma, 2 – chizma, 3 – chizmalarda ko'rib chiqishimiz mumkin. Bu chizmalarning V, H, W proeksiyalovchi tekislik a) da, hamda yaqqol tasviri b) da qirqim ko'rsatilgan holatda berilgan. Ko'rinib turibdiki detallarni markazidan parallel holatda kesuvchi tekislik kesayotgani, ko'zga ko'rinalli darajada ajarlib turibdi. Kesuvchi tekislik, detalning ma'lum bir qismlariga ya'ni kesgan joyga qirqim qo'llanilgan. Bundan ko'zlagan maqsad o'quvchilarning tekislikda qirqim qay tarzda qo'llanilishi, yaqqol tasvirida esa qo'llanilgan qirqim to'g'ri yoki nato'g'ri bajarilganligini ko'rsatib beradi.



1 – chizma



2 – chizma



3 – chizma

O'quvchilarda qirqimlar haqida tushincha shakillangandan so'ng, ularga shu kabi qirqim talab qiladigan detallarni vazifa qilib berilsa ularda oddiy qirqimlar turlari haqida yanada yaxshi tasvur shakillandi. Bu tushintirishlar orqali o'quvchilarda qirqim nima ekanligini va qay hollatlarda qo'llanilish kerakligini o'rgatish mumkin. Endi o'quvchilar qirqim haqida tushinchaga ega bo'lgandan so'ng, ularga asta – sekin boshqa qirqim turlari haqida ma'lumot bersa bo'ladi. Chunki o'quvchilar qirqim nima ekanligi haqida ma'lumotga ega bo'lganligi sababli boshqa qirqim turlari tushintirilayotganda ular darsni qinlayman tushina olishi va yaxshi o'zlashtirib ketishiga turtki bo'ladi. Grafik maketlardan foydalanish orqali darsning sifati va samarasini oshirishiga yana bir bor iqror bo'ldik.

Xulosa o'rnida shuni aytib o'tish lozimki har bir dars jarayonida grafik maketlarning o'rni borligini, ular orqali o'quvchilarga sifatli va samarali bilim berish mumkinligi, hamda ulardagi darsga bo'lgan qiziqishini oshirishga katta hizmat qilishini ko'rdik. Grafik maketlar o'quvchilarning yanada fikrlash doirasini kengaytirishga darsni to'la qonli o'zlashtirishga, asosiysi ulardagai qirqimlar haqida tushinchasini shakillantirishga erishildi. Ularga darsni to'la qonli tushintira olganimiz sababli o'z oldimizga qo'ygan maqsadimizga erishdik deb ayta olishimiz mumkin.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zA – O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning Oliy Majlisga Murojatnomasi. 2020 – yil 24 – yanvar
2. U. Abdullayev. Chizmageometriya va chizmachilik asoslari. 1999 – y.
3. “Umumiy o'rta ta'lim maktablarida chizmachilik ta'limi konsepsiyasi” 1995 – yil.
4. A. Umronxo'jayev. “Maktabda chizmachilik o'qitishni takomillashtirish” 1995 – yil.
5. I. Rahmonov A. Valiyev “Chizmachilik” 2011 – yil.
6. V. O. Gordon “Texnik chizmachilik asoslari” 1934 – yil.
7. V. I. Kuzmenko S. I. Dembinskiy “ O'rta maktablarda chizmachilik o'qitish metodikasi” 1965 – yil.

## ИНФОРМАЦИЯ О СЛЕДУЮЩЕЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Уважаемые научно-педагогические работники учебных заведений, аспиранты, соискатели и студенты. Приглашаем Вас принять участие в

**LXXIII Международной научной конференции  
«Актуальные научные исследования в современном мире»  
(26-27 мая 2021 г.)**

Для участия в конференции необходимо до **25 мая 2021 г. (включительно)** отправить статью на электронную почту оргкомитета: [iscience.in.ua@gmail.com](mailto:iscience.in.ua@gmail.com).

**Рабочие языки конференции:** *українська, русский, english, қазақша, o'zbek, limba rotână, Հայերեն*

### Планируется работа следующих секций:

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. АРХИТЕКТУРА                 | 16. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ |
| 2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ         | 17. СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ                 |
| 3. ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ          | 18. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ                     |
| 4. ВОЕННЫЕ НАУКИ               | 19. ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИЯ                    |
| 5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ        | 20. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ                |
| 6. ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ            | 21. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ           |
| 7. ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ          | 22. ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И СПОРТ         |
| 8. КУЛЬТУРОЛОГИЯ               | 23. ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ                  |
| 9. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ           | 24. ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ                     |
| 10. МЕНЕДЖМЕНТ И МАРКЕТИНГ     | 25. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ                      |
| 11. НАУКИ О ЗЕМЛЕ              | 26. ЭКОЛОГИЯ                              |
| 12. ПЕДАГОГИКА                 | 27. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ                   |
| 13. ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ         | 28. ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ                     |
| 14. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ      |   |
| 15. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ |   |

### УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ

Для участия в конференции необходимо до **25.05.2021 г. (включительно)** отправить на электронный адрес: [iscience.in.ua@gmail.com](mailto:iscience.in.ua@gmail.com):

1. Текст статьи (оформлен в соответствии с нижеприведенными требованиями);
2. заявку участника;
3. копию документа об оплате орг. взноса в электронном виде или (СНГ. Отправить на email № перевода и название системы перевода. Украина (сума, дата, время и ФИО плательщика);
4. личную фотографию в формате.jpeg (по желанию).

# АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Апрель 2021 г.

ВЫПУСК 4(72)

Часть 2

Ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования несут авторы

Ответственный за выпуск: Водяной О.  
Дизайн и верстка: Вовкодав А.

Учредитель: ООО "Институт социальной трансформации"  
свидетельство о государственной регистрации №1453789 от 17.02.2016 г.

Подписано к печати 04.05.2021.  
Формат 60x84 1/16.  
Тираж 300 шт. Заказ №042  
Изготовитель: ФЛП "Кравченко Я.О."  
свидетельство о государственной регистрации В01 №560015  
Адрес: 03039, Украина, Киев, просп. В. Лобановского, 119  
тел. +38 (044) 561-95-31

Адрес ред. коллегии:  
08400, Украина, Киевская обл., г. Переяслав,  
ул. Богдана Хмельницкого, 18  
тел.: +38 (063) 5881858  
сайт: <https://iscience.in.ua>  
e-mail: [iscience.in.ua@gmail.com](mailto:iscience.in.ua@gmail.com)

