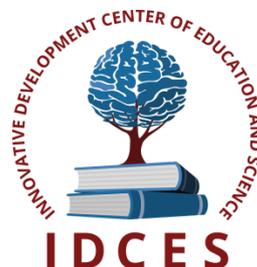


**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**Вопросы технических наук: новые подходы в решении  
актуальных проблем**

**Выпуск III**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(11 июня 2016г.)**

**г. Казань  
2016 г.**

УДК 62(06)  
ББК 30я43

Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем, / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. г.Казань, 2016. 162 с.

**Редакционная коллегия:**

доктор технических наук, профессор Аракелян Эдик Койрунович (г.Москва), доктор физико-математических наук, профессор Будагян Ирина Фадеевна (г.Москва), доктор технических наук, доцент Бунаков Павел Юрьевич (г.Коломна), кандидат технических наук Валеев Анвар Рашитович (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Лев Ильич (г.Саратов), доктор технических наук, старший научный сотрудник Галкин Александр Фёдорович (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова Валентина Викторовна (г.Пенза), кандидат педагогических наук, доцент Давлеткиреева Лилия Зайнитдиновна (г.Магнитогорск), доктор технических наук, профессор Дадашев Мирали Нуралиевич (г.Москва), доктор технических наук, профессор Денисов Валерий Николаевич (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров Алексей Борисович (г.Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов Максуд Жаббиевич (г.Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Рэм Петрович (г.Волгоград), кандидат технических наук Иванов Валерий Игоревич (г.Москва), кандидат технических наук Клюева Инна Викторовна (г.Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко Владимир Тимофеевич (г.Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский Сергей Владимирович (г.Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Юлия Анатольевна (г.Москва), кандидат технических наук Мостовой Антон Станиславович (г.Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Николай Иванович (г.Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин Владимир Валерьевич (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко Ольга Владимировна (г.Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Герман Васильевич (г.Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Яков Аркадьевич (г.Волгоград), кандидат технических наук Решетняк Сергей Николаевич (г.Москва), инженер, аспирант Рычков Евгений Николаевич (г.Пуатье), кандидат химических наук Хентов Виктор Яковлевич (г.Новочеркасск)

В сборнике научных трудов по итогам III Международной научно-практической конференции **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г.Казань, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов.

Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

© ИЦРОН, 2016г.  
© Коллектив авторов

## Оглавление

<b>СЕКЦИЯ №1.</b>	
<b>ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01) .....</b>	<b>7</b>
<b>СЕКЦИЯ №2.</b>	
<b>ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00) ....</b>	<b>7</b>
АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОГО БАЛАНСА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПОДАВАЕМОЙ В КОТЕЛЬНОЙ ЦЕХ ТЕПЛОЭНЕРГОЦЕНТРАЛИ НА ОСНОВЕ SCADA СИСТЕМ Кузовенков Л.С. ....	7
АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ И ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ Артюшков А.Ю., Филиппский А.В., Щедрин И.В. ....	12
ВЫБОР НАИЛУЧШЕЙ АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПОСРЕДСТВОМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ Буланов С.Г., Каплунов Т.Г. ....	16
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОФПРИГОДНОСТИ КАНДИДАТОВ НА ВАКАНТНЫЕ ДОЛЖНОСТИ ПО МЕТОДИКЕ КЕТТЕЛЛА Вострикова А.П., Неверова Е.Т. ....	18
РОБОТОТЕХНИКА - ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ Рудишин И.А. ....	22
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РОБАСТНОГО ХЭШИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ Козачок А.В., Копылов С.А. ....	24
<b>СЕКЦИЯ №3.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00).....</b>	<b>27</b>
ИЗМЕРЕНИЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЮМИНОФОРНЫХ SMD- СВЕТОДИОДОВ Галеева А.А., Гайнуллина Н.Р., Мальцев А.А. ....	27
<b>СЕКЦИЯ №4.</b>	
<b>МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00) .....</b>	<b>30</b>
КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ Потапов А.С., Никитин В.О. ....	30
<b>СЕКЦИЯ №5.</b>	
<b>ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00) .....</b>	<b>33</b>
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА РАБОТАЮЩЕГО НА СМЕСИ ТВЕРДОГО И ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВ Шепелева А.В. ....	33
РАЗРАБОТКА СХЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ КОНВЕРТЕРНОГО ГАЗА С ЦЕЛЬЮ СБЕРЕЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА Максимов А.А., Агапитов Е.Б. ....	36
<b>СЕКЦИЯ №6.</b>	
<b>ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00) .....</b>	<b>39</b>
НОВЫЙ ВИД АРМИРОВКИ НАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПИ Гаврильев И.М. ....	39
ОБ УСТОЙЧИВОСТИ И ДВИЖЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ МАСС И ПРОФИЛЯХ ОТКОСОВ И ОПОЛЗНЕЙ Заднепровский Р.П. ....	41
<b>СЕКЦИЯ №7.</b>	
<b>МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00).....</b>	<b>49</b>
СИЛОВЫЕ ФАКТОРЫ ЧЕТЫРЕХРОЛИКОВОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ПРАВКЕ ЛИСТА Шинкин В.Н. ....	49
УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЙ ИЗГИБ ЛИСТА ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРАВКЕ НА ЧЕТЫРЕХРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ Шинкин В.Н. ....	56

**СЕКЦИЯ №8.**

<b>ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)</b> .....	<b>64</b>
ВЛИЯНИЕ ЗАМЕДЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА СООТВЕТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ ВОДИТЕЛЯ ТРЕБОВАНИЯМ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ Тихомиров С.И. ....	64
ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ТОКСИЧНОСТЬ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ Буравлев С.С. ....	67
СУХОГРУЗНЫЕ СУДА ПРЕДВОЕННЫХ ПРОЕКТОВ В ПРОГРАММЕ МОРСКОЙ КОМИССИИ США Борисенко А.К. ....	68

**СЕКЦИЯ №9.**

<b>АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)</b> .....	<b>72</b>
---	-----------

**СЕКЦИЯ №10.**

<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)</b> .....	<b>73</b>
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ БЛАГОУСТРОЙСТВА И ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРЫШИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПО УЛИЦЕ ОКЕАНСКИЙ ПРОСПЕКТ, 83 В Г.ВЛАДИВОСТОКЕ Поправко К.А., Тлустая С.Е. ....	73
АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ Семенова Э.Е., Буданов И.А., Пискунов М.В. ....	75
ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Ковалев А.В., Заморов А.А., Лосева Ю.В., Хачатурян Ф.А. ....	78
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛЫ ЛЕГКОЙ ФРАКЦИИ Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. ....	80
ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К. ....	82
К ВОПРОСУ О ЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВАХ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ Литиков А.П., Ахмедов А.Д., Элекина Е.Н. ....	85
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО АРХИТЕКТУРНОМУ ФОРМИРОВАНИЮ РЕКРЕАЦИОННО-ДОСУГОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПАРКАХ ИСТОРИЧЕСКИХ ГОРОДОВ Колесникова Т.Н., Шульдешова О.В. ....	87
«МИЛЛИОНКА ВЛАДИВОСТОКА» - ПЕРВЫЙ ЧАЙНАТАУН РОССИИ Лю Сяокан .....	90
ОБ ОРГАНИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX В. Романова Ю.Ю. ....	92
ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПЛОТНОЙ МНОГОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ Шукуров И.С., Халилов И.Р. ....	94
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛООТРАЖАЮЩИХ ЭКРАНОВ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ Корнилов П.С., Ахметов Ф.М., Халилов И.Р. ....	95
ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОРЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА Катюк О.А. ....	98
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ Зубок К.В., Зверева М.А. ....	105
РАСЧЁТ УСИЛИЙ В СТЕРЖНЯХ ФЕРМЫ. ВЛИЯНИЕ ШПРЕНГЕЛЕЙ НА ВЫБОР СЕЧЕНИЯ СТЕРЖНЯ Пенкин А.Н., Мурсалова Д.Р., Горчаков А.О. ....	106
СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ Кулибаба А.Д., Зверева М.А. ....	109
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНО МЕТАЛИЧЕСКОЙ Заморов А.А., Лосева Ю.В., Ковалёв А.В., Хачатурян Ф.А. ....	111

**СЕКЦИЯ №11.**

<b>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)</b> .....	<b>114</b>
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ХИМИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК Маткулова Л.Ф., Мусина А.Р., Осипова А.Г. ....	114

<b>СЕКЦИЯ №12.</b>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00) .....</b>	<b>117</b>
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕСОЧНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ПИЩЕВОЙ ДОБАВКОЙ «НУТРИКОН ФИТО»	
Тефикова С.Н., Колбун А.А., Никитин И.А. ....	117
<b>СЕКЦИЯ №13.</b>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00) .....</b>	<b>119</b>
<b>СЕКЦИЯ №14.</b>	
<b>ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00) .....</b>	<b>119</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УПРАВЛЯЕМЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КОНДЕНСАТОРОВ	
Андреев С.А., Илясов Д.С. ....	119
УПРАВЛЕНИЕ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ВХОДНОГО ВОЗДУШНОГО ТРАКТА	
ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА НА ОСНОВЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОЙ	
ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУХА	
Улыбин С.В. ....	127
<b>СЕКЦИЯ №15.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....</b>	<b>130</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ В РЕЗОНАТОРЕ	
ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ	
Башкиров Д.А., Гусев Г.Г., Иванов И.О., Разницын П.А. ....	130
ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА И РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОРОШКОВЫХ МУФТ	
Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М. ....	134
ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ ЗАЖИГАНИЯ	
Гизатуллин Ф.А., Салихов Р.М., Салихова А.Р. ....	137
СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ С УПРАВЛЕНИЕМ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ И СПЕКТРОМ СВЕТОВОГО	
ПОТОКА	
Шириев Р.Р., Садыков М.Ф. ....	139
<b>СЕКЦИЯ №16.</b>	
<b>БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ,</b>	
<b>ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00) .....</b>	<b>141</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖСЛАНЦЕВОЙ ГЛИНЫ	
Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. ....	141
<b>СЕКЦИЯ №17.</b>	
<b>ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12) .....</b>	<b>144</b>
ИНЖИНИРИНГОВАЯ ПЛАТФОРМА RUP И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ВНЕДРЕНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИТ-	
КОМПАНИЙ	
Гудков А.А., Яницкая Т.С., ....	144
<b>СЕКЦИЯ №18.</b>	
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23) .....</b>	<b>147</b>
О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ХАССП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ	
ПРОДУКЦИИ	
Верлина Н.А., Рудакова Ю.О. ....	147
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ	
Тарасова О.Г., Носова А.Н. ....	149
<b>СЕКЦИЯ №19.</b>	
<b>НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08) .....</b>	<b>151</b>
<b>СЕКЦИЯ №20.</b>	
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05) .....</b>	<b>152</b>
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЧЕТА РЯДА ПАРАМЕТРОВ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОПОВ	
Ризаев И.С., Мифтахутдинов Д.И., Яхина З.Т. ....	152
ОПИСАНИЕ ОБЩЕЙ ПРОЦЕДУРНОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА СИС	
Кириленко Д.А., Кириленко А.М. ....	156

<b>СЕКЦИЯ №21.</b>	
<b>МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08) .....</b>	<b>159</b>
<b>ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД .....</b>	<b>160</b>

**СЕКЦИЯ №1.  
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)**

**СЕКЦИЯ №2.  
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)**

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОГО  
БАЛАНСА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПОДАВАЕМОЙ В КОТЕЛЬНЫЙ ЦЕХ  
ТЕПЛОЭНЕРГОЦЕНТРАЛИ НА ОСНОВЕ SCADA СИСТЕМ**

**Кузовенков Л.С.**

Сызранский филиал ФБУ «Самарский ЦСМ», г.Сызрань

Аммиачная обработка питательной воды применяется для предупреждения уголекислотной коррозии элементов пароводяного тракта и поддержания рН в питательной воде в пределах  $9,1 \pm 0,1$ . Аммиак является летучей щелочью, быстро распределяется по всему пароводяному тракту, повышая значение рН питательной воды и не изменяя ее солесодержание. Когда вода, обработанная аммиаком, попадает в котел бикарбонат и карбонат аммония разлагаются на  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , переходят из воды в пар и вместе с ним удаляются из котла, не накапливаясь в котловой воде. В перегретом паре и  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$  существуют не взаимодействуя между собой. При охлаждении и конденсации пара происходит распределение аммиака и уголекислоты между паровой и жидкой фазами. Аммиак находится в жидкой фазе, в результате чего рН воды повышается. Независимо от того, в какую точку основного цикла начали вводить аммиак, вследствие его летучих свойств по истечении 1-2 часов он распространяется по всему пароводяному тракту. Благодаря этому уголекислотная коррозия углеродистых сталей устраняется или скорость ее существенно снижается. Для поддержания в питательной воде рН необходима непрерывная подача аммиака в основной цикл. Так как отдельные элементы оборудования конденсатно-питательного тракта выполняются из медных сплавов, то создавая щелочную среду с помощью аммиака, необходимо соблюдать осторожность в отношении его дозирования. Увеличение концентрации приводит к усилению коррозии латунных трубок конденсаторов турбин и подогревателей низкого давления. Чем больше концентрация в воде кислорода и аммиака, тем быстрее протекает коррозия этих сплавов, содержание кислорода в турбинном конденсате должно быть не более 20 мкг/дм<sup>3</sup>, концентрация аммиака в питательной воде барабанных котлов не должна превышать 600 мкг/дм<sup>3</sup>. Технологическая схема дозирования аммиака представлена на Рисунке 1.

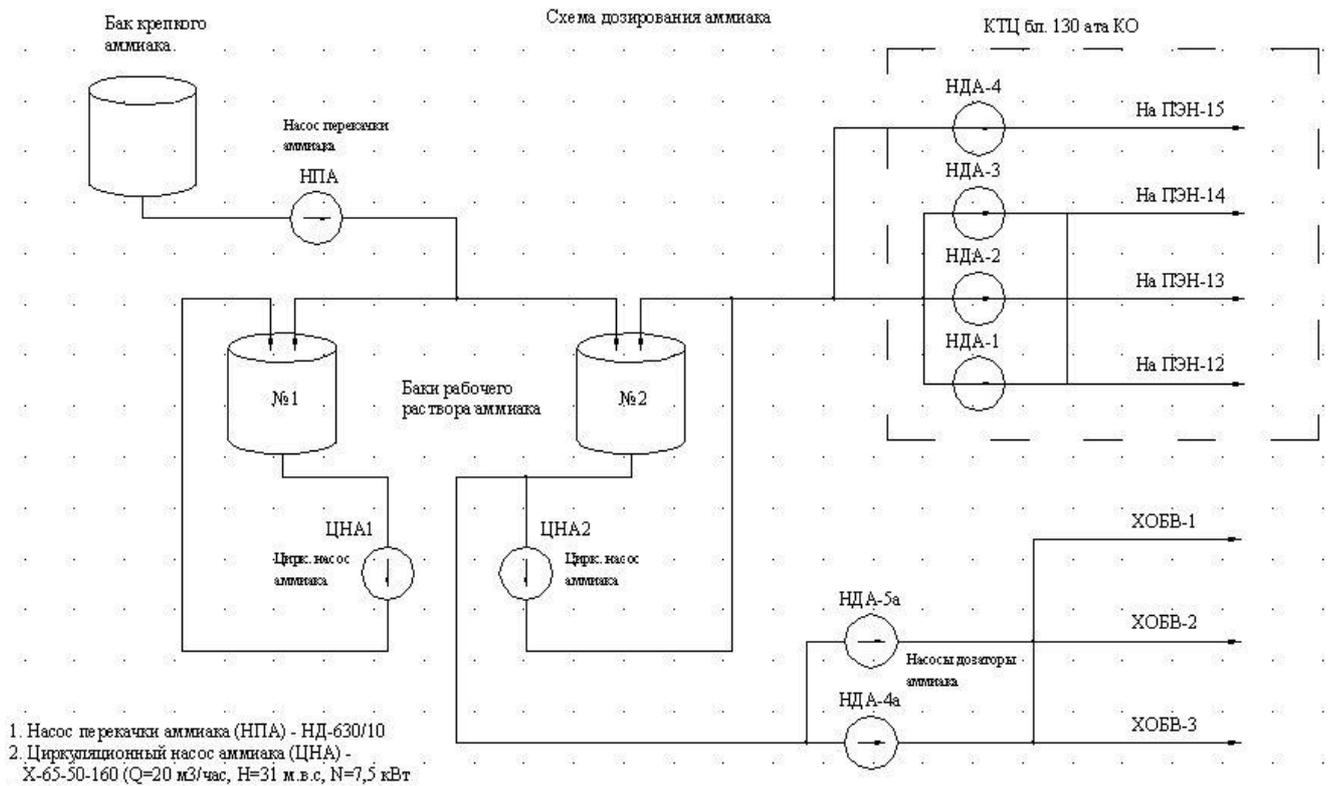


Рис.1. Технологическая схема дозирования аммиака

Из бака крепкого аммиака (БКА) нужное количество, насосом перекачки аммиака(НПА), перекачивается в любой из баков рабочего раствора аммиака (БРРА), затем разбавляется химически обессоленной водой до концентрации 0,1% - 1,0%, перемешивается циркуляционным насосом аммиака (ЦНА) и циркулирует от ОУ-2 до НДА № 1,2,3, находящихся в КТЦ под ПЭН № 12 и НДА № 4 под ПЭН № 15. В аварийных случаях, раствор аммиака может дозироваться в трубопроводы ХОБВ № 1,2,3, в здании ОУ-2, насосами-дозаторами НДА № 4а или НДА № 5а.

В первую очередь необходимо спроектировать структурную схему комплекса технических средств автоматического регулирования на основе SCADA систем. Основным исполнительным элементом разрабатываемой системы регулирования является автоматизированный электропривод управляемый программируемым логическим контроллером. Структурная схема комплекса технических средств автоматизации представлена на Рисунке 2.

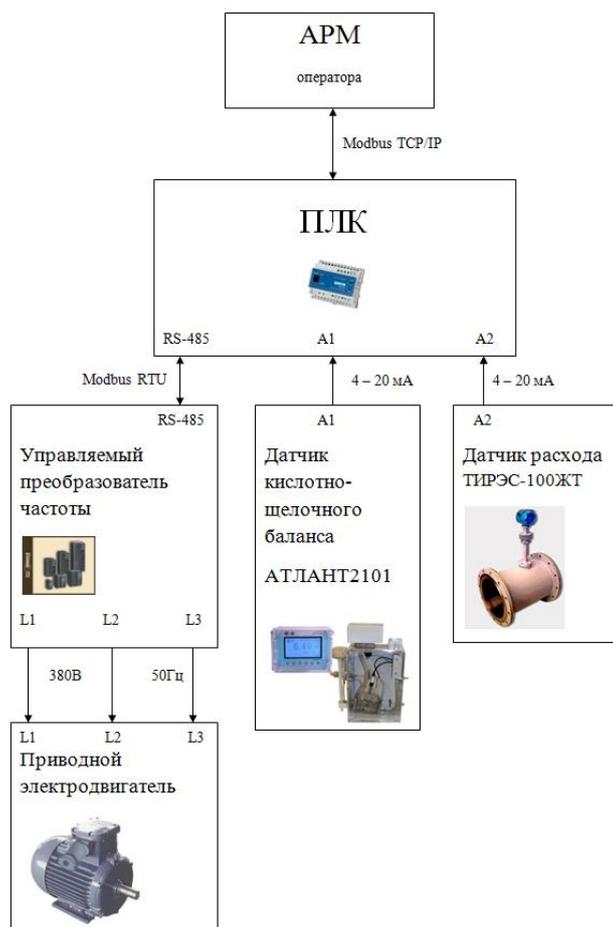


Рис.2. Структурная схема комплекса технических средств

После чего можно переходить к разработке программ контроля и управления разрабатываемой АСУ ТП. Система разработки TRACEMODE при проектировании АСУТП имеет преимущество перед другими SCADA-системами, заключающееся в возможности обеспечения единых инструментальных средств как для разработки операторских станций, так и для программирования контроллеров. Основным элементом разработки является блок схема. Входными данными для программы регулирования кислотно-щелочного баланса питательной воды являются уставка  $pH_{сп}$  и измеренное значение  $pH_E$ . В результате вычисления рассогласования, определяемого как разность между требуемым  $pH_{сп}$  и измеренным  $pH_E$  значениями, по ПИД-закону регулирования ( $f(\Delta pH)$ ) производится расчет требуемого расхода аммиака в трубопровод  $F_p$ , далее измеряется текущий расход аммиака  $F_E$ . Вычисляется рассогласование  $\Delta F$  и по функции ( $f(\Delta F)$ ) определяется требуемая скорость двигателя  $\omega_r$ . Соответственно, выходным аргументом программы является расчетная (требуемая) частота вращения двигателя, Рисунок 3.

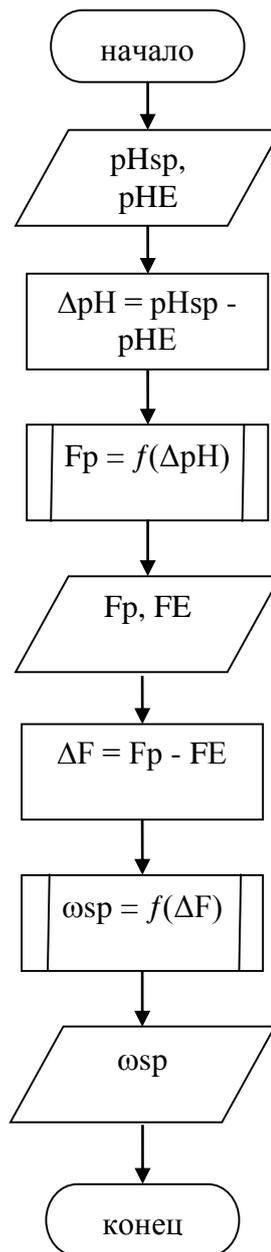


Рис.3. Блок-схема разрабатываемой АСУ ТП

В TRACEMODE 6 написание необходимых программ можно осуществлять на любом из языков: IL, ST, FBD, SFC, LD. Наиболее популярными среди них являются язык FBD-диаграмм и язык структурированного текста ST. Более удобным для реализации программ управления, является язык FBD. В составе прикладного программного обеспечения разрабатываемой САП можно выделить программу регулирования подачи аммиака в трубопровод, написанную на языке функциональных блоков FBD. Программа предназначена для регулирования по ПИД-закону кислотно-щелочного баланса питательной воды, Рисунок 4.

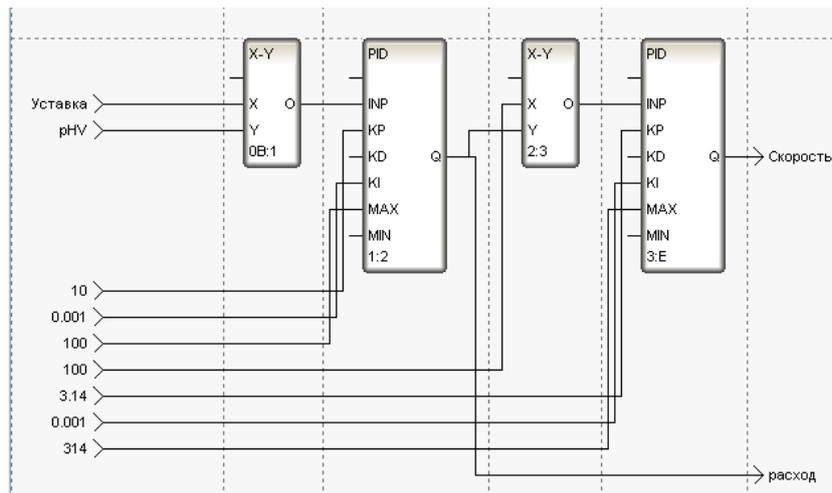


Рис.4. Программа регулирования кислотно-щелочного баланса питательной воды

Программа функционирует следующим образом. Блок вычитания «X-Y» служит для вычисления рассогласования по уставке и pH. Затем, по вычисленному значению рассогласования, блоком ПИД-регулятора «PID» с заданными коэффициентами пропорциональной (П), интегральной (И) и дифференциальной (Д) составляющих выполняется расчет требуемого расхода аммиака. Блоком «t%» выходной сигнал ПИД-регулятора формирует в процентах максимальное и минимальное значение. Блок «OBJ» моделирует объект управления для отладки алгоритмов регулирования. Входы K, Ti, N используются для задания соответственно коэффициента усиления, постоянной времени и времени запаздывания. Выполним настройку данных аппаратных тегов в соответствии с документацией и перенесем данные группы тегов в соответствующие узлы, что приведет к созданию в них каналов с привязкой к аппаратным тегам. Каналы, используемые для обмена данными между контроллером и АРМ оператора (передача уставок, параметров настройки регулятора и т.д.) создаются методом автопостроения по аргументам экранов и программ.

В разработанном проекте человеко-машинный интерфейс представлен одним экраном - основной мнемосхемой процесса, Рисунок 7.

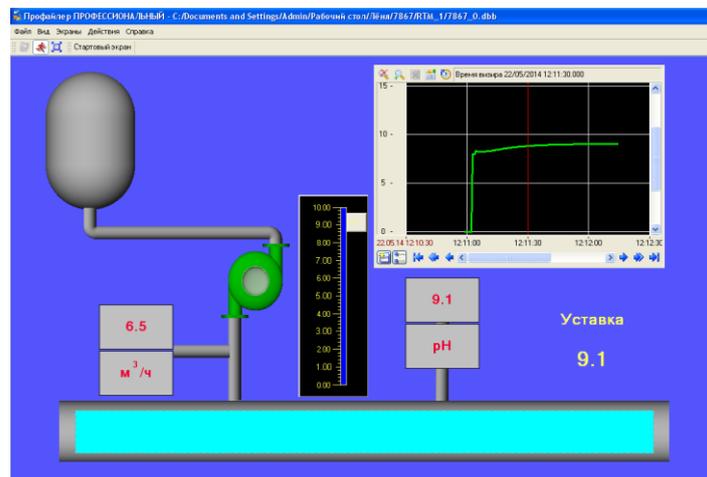


Рис.7. Основная мнемосхема процесса (главный экран)

По предварительно разработанному алгоритму функционирования на языке FBD международного стандарта МЭК 61131-3 были созданы управляющие и регулирующие программы. Диспетчерский контроль и управление были реализованы в виде экрана оператора с мнемосхемой процесса, средствами задания и отображения текущих параметров (и их трендов) и визуализацией аварийных ситуаций. На главном экране отображается мнемосхема процесса, его основные параметры и состояние устройств. В результате чего процесс регулирования кислотно-щелочного баланса питательной воды благодаря автоматизированной системе регулирования протекает с полным соответствием всех технологических параметров прописанных в техническом регламенте технологического процесса. Это ещё раз доказывает всем нам огромную роль информатики и вычислительной техники в управлении технологическими процессами.

### Список литературы

1. Автоматизированное управление технологическими процессами: Учеб. пособие для вузов. Под ред. Яковлева В.Б. Л.: Изд - во ЛГУ, 1988. - 224с.
2. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления / Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов: В 2 кн. - М.: Химия, 1995.
4. Кангин В.В. Аппаратные и программные средства систем управления: промышленные сети и контроллеры: учеб. пособие для вузов/ В.В.Кангин,В.Н.Козлов.-М.:Бином. Лаборатория знаний, 2010.-418с.:ил.
5. Молчанов А.Ю. Системное программное обеспечение: учебник для вузов.-3-е изд.- СПб.:Питер,2010.-400с.:ил.
6. Емельянов А.И., Капник О.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами. М.,1984.
7. Орлов С.А. Технологии разработки программного обеспечения: Разработка сложных программных систем: Учебник для вузов.- 3- е изд.-СПб.:Питер,2004.-527с.:ил.
8. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М., 1980.
9. Щагин А.В. Основы автоматизации техпроцессов: учеб.пособие для вузов/А.В. Щагин, В. И. Демкин, В.Ю.Кононов,А.Б. Кабанова.- М.: Выш.образование,2009.- 163с.

## АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ И ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

**Артюшков А.Ю., Филиппский А.В., Щедрин И.В.**

ЮЗГУ, РФ, г.Курск

Многоагентные (мультиагентные) системы (МАС) представляют собой одно из направлений разработки интеллектуальных систем, предназначенные для организации функционирования сложных систем, основанные на синтезе нескольких интеллектуальных систем, которые принято называть «агентами» [2,3,5,8]. В общем случае, синтез нескольких интеллектуальных систем позволяет эффективно распределить вычислительную нагрузку между различными модулями системы [4,6,7]. Как правило, в каждом конкретном случае агенты выполняют только строго определенные функции такие как: предварительная обработка входной информации, классификация, распознавание, принятие решений и т. д. Обобщенная схема агента может быть проиллюстрирована на Рисунке 1.

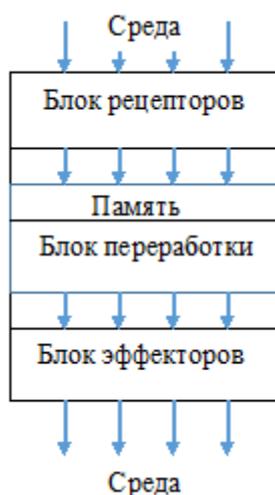


Рис.1. Обобщенная модель агента

При этом следует отметить основополагающие требования, предъявляемые к архитектуре агентов, применяемые при разработке многоагентных систем:

- 1) автономность – способность функционирования агента без вмешательства человека или компьютерных средств, при этом агент осуществляет контроль над своими действиями и состояниями;
- 2) общественное поведение – возможность агента взаимодействовать с другими агентами посредством протокола;
- 3) реактивность – способность агента воспринимать состояние среды и реагировать на её изменение;
- 4) целенаправленность – возможность агента не только реагировать на состояние внешней среды, но и выражать инициативу, проявляя целенаправленное поведение.

Используя приведенную стратегию синтеза агентов, необходимо учитывать возможность агентов воспринимать и обрабатывать неточную, нечеткую и противоречивую информацию.

Как правило, при разработке интеллектуальных систем может быть реализована одна из двух основных, используемых на практике моделей многоагентных систем, представленных на Рисунках 2 и 3:

- децентрализованная многоагентная система, называемая также системой равноправных агентов;
- централизованная многоагентная система.

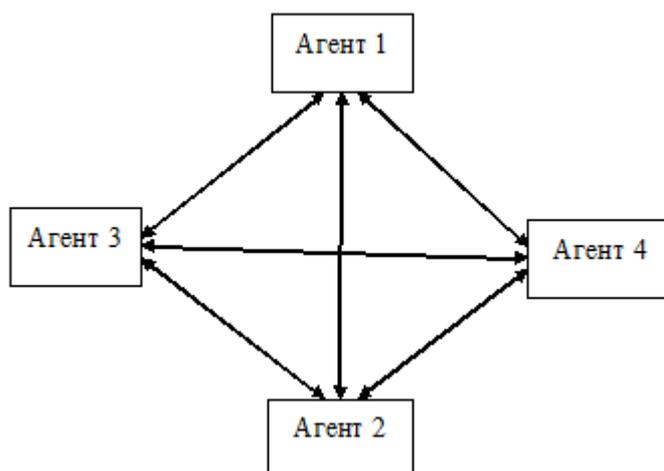


Рис.2. Децентрализованная многоагентная система

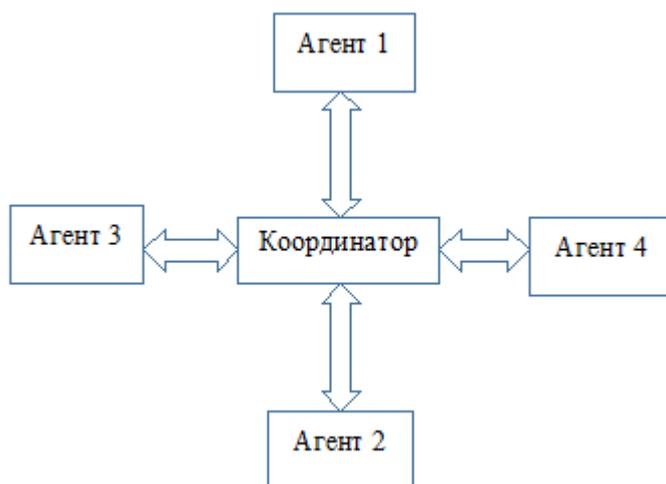


Рис.3. Централизованная многоагентная система

В системе равноправных агентов все агенты взаимодействуют между собой автономно, поддерживая взаимосвязь внешней и внутренней среды в состоянии равновесия. Многоагентные системы такого типа принято называть самоорганизующимися.

В централизованной многоагентной системе присутствует координатор, которые управляет всеми агентами и координирует их действия, сохраняя состояния внутренней и внешней среды в равновесии.

В настоящее время разрабатываются МАС как с целью изучения и моделирования природных, социальных и технологических процессов, так и для решения прикладных задач: системы жизнеобеспечения, системы слежения и охраны, системы управления недетерминированными технологическими процессами и т.д.

Одним из важнейших направлений развития информационных технологий является моделирование искусственной жизни. В качестве возможной модели реализована система MANTA [2], ориентированная на создание программной среды для исследования социальных систем и основана на поведении муравьиной колонии. Система MANTA состоит из трех типов агентов:

- 1) агенты-сотрудники: матка, рабочие муравьи, мужские особи;
- 2) зависимые агенты: личинки на различных стадиях развития и коконы;
- 3) агенты, моделирующие физические объекты: свет, влажность, мусор и погибшие особи.

Свойства агентов объединены в иерархическую структуру классов таким образом, что класс, который расположен ниже по иерархии, наследует свойства класса-родителя.

Модель MANTA является удачной попыткой объединить биологию и физику искусственного мира в рамках агента-ориентированного подхода, где сообщество муравьев реализовано как иерархия реактивных агентов.

Так же в качестве примера MAC можно рассмотреть систему моделирования эволюции искусственных организмов на уровне генома Tierra [3]. В данной MAC создается среда, в которой моделируется эволюция по Ч. Дарвину без вмешательства человека. Автором данной MAC является Т. Рэй. Организмами в Tierra являются компьютерные программы, написанные на машинном языке, который содержит 32 пятиразрядные команды.

Главной особенностью модели Tierra является то, что программы изменяются путем случайных мутаций и перестановок, но остаются выполнимыми, хотя могут потерять свои функциональные характеристики и полезность. Это свойство изменчивости используется моделью Tierra для управления процессом эволюции: вводятся случайные мутации, которые приводят к созданию других особей, не способных к размножению, либо к потомству, которое воспроизводится чаще и быстрее своих предков. Если количество особей достигает максимального количества, то модель Tierra производит удаление организмов, наименее приспособленных к дальнейшей эволюции и размножению.

Модель Tierra – типичный пример восходящего подхода к реализации MAC и моделированию искусственной жизни.

В начале XXI века начала проявляться тенденция перехода от академических исследовательских проектов в области разработки MAC к созданию действующих MAC для применения в промышленности, информационной безопасности, в системах государственного и организационного управления, в медицине и т.д.

Аналогичные исследования проводятся в Великобритании, где на основе MAC разработана и внедрена система управления электрическими подстанциями ARCHOTM [1], которая используется для устранения ошибок идентификации и сервисного восстановления электросети. Предложенная система MAC состоит из семи агентов, которые находятся на различных уровнях управления (SCADA, EMS, SAS). В этой MAC каждый агент отвечает за свою специфическую функцию, например, идентификация неизвестной сети или интерфейса системы управления.

Исследования по разработке интеллектуальных систем на основе MAC получили развитие и в России [1,4,5]. В последние годы разработка интеллектуальных систем поддержки принятия решений наблюдается в различных областях науки и техники. В качестве примера можно привести MAC, предназначенную для построения системы интеллектуальной поддержки принятия решений на основе анализа и классификации рентгеновских снимков грудной клетки (МКРС) [1], структура которой представлена на Рисунке 4.

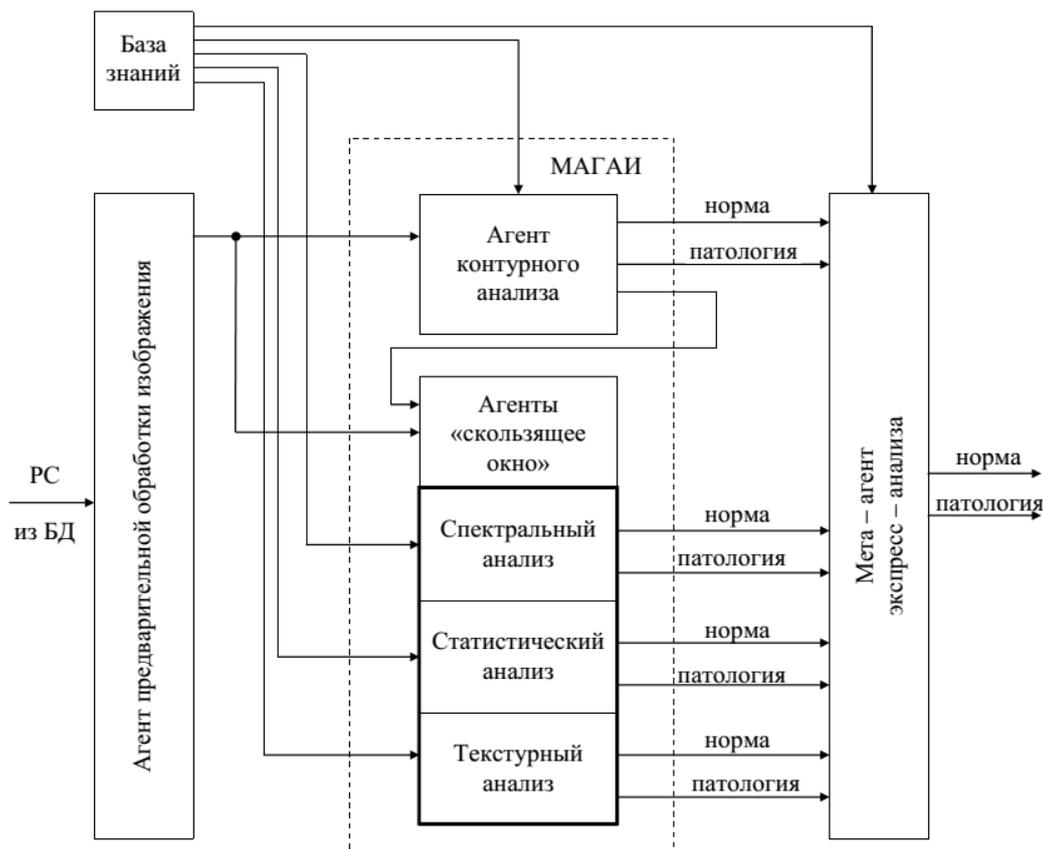


Рис.4. Структура МКРС

Ядром МКРС является многоагентный гибридный анализатор изображений (МАГАИ). МАГАИ, в свою очередь, состоит из четырех интеллектуальных агентов, которые ориентированы на анализ рентгеновских снимков. Входными данными этих агентов являются рентгеновские снимки, которые прошли обработку в агенте предварительной обработки изображений (АПОИ).

Цель работы этого агента – минимизировать различия в изображениях, которые связаны с аппаратурой, процессом получения рентгеновского снимка и конституционными особенностями пациента. Выходными данными агентов МАГАИ являются два показателя, находящиеся в диапазоне от 0 до 1:

- а) уверенность, что результат исследования – норма;
- б) уверенность, что результат исследования – патология.

Агенты МАГАИ включают в себя формирователи пространства информативных признаков и блоки принятия решений, которые основаны на нейронной сети, нечеткой нейронной сети и гибридной нейронной сети. Структуры этих нейронных сетей хранятся в базе знаний и при необходимости могут быть использованы агентами МАГАИ.

Входными данными мета-агента экспресс-анализа являются результаты вычислений МАГАИ. Эти данные обрабатываются нейронной сетью, конфигурация которой храниться в базе знаний. Выходными данными мета-агента экспресс-анализа являются два числа в диапазоне от 0 до 1, которые характеризуют вероятность нормы и вероятность патологии.

В заключение следует отметить, несмотря на то, что МАС слабо изучены, в настоящее время имеются первые практические реализации данных систем. МАС применяются в имитационном моделировании, медицине, промышленности, в системах автоматического контроля и т. д.

Приведенные факты свидетельствуют о том, что МАС являются одним из наиболее перспективных направлений в области изучения и разработки интеллектуальных систем.

#### Список литературы

1. Дегтярев, С.В. Многоагентный подход построения системы интеллектуальной поддержки принятия решений анализа и классификации флюорограмм / С.В. Дегтярев, Филист С.А., Дюдин М.В. //Биомедицинская радиоэлектроника, 2014, №9. - С.17-21.
2. Модель искусственной жизни MANTA [Электронный ресурс] // Портал искусственного интеллекта. Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/articles/multiagent-systems/model-of-artificial-life-manta.html>.

3. Модель искусственной жизни Tierra [Электронный ресурс] // Портал искусственного интеллекта. Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/articles/multiagent-systems/model-of-artificial-life-tierra.html>.
4. Томакова, Р.А. Гибридные методы и алгоритмы для интеллектуальных систем классификации сложноструктурируемых изображений: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.17/ Томакова Римма Александровна. – Белгород, 2013. – 42с.
5. Томакова, Р.А. Многоагентные системы классификации на основе нелинейных моделей импеданса в биоактивных точках/ Р.А. Томакова, А.А. Мухаммед, Л.В. Плесканос//Биомедицинская радиоэлектроника. 2014. –№9. – С. 51-55.
6. Томакова, Р.А. Структурно-функциональные решения нечетких нейронных сетей для интеллектуальных систем анализа разнотипных признаков/ Р.А. Томакова, С.А. Филист, В.В. Жилин, С.А. Горбатенко//Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2011. –№1. –С.85-91.
7. Томакова, Р.А. Универсальные сетевые структуры в задачах классификации многомерных данных/ Р.А. Томакова, А.А. Насер, О.В. Шаталова, Е.В. Рудакова// Современные наукоемкие технологии. 2012. –№8. – С.48-49.
8. Швецов, А.Н. Агентно-ориентированные системы: от формальных моделей к промышленным приложениям / Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению "Информационно-телекоммуникационные системы", 2008. - 101 с.

## ВЫБОР НАИЛУЧШЕЙ АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПОСРЕДСТВОМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

**Буланов С.Г., Каплунов Т.Г.**

Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)», РФ, г. Таганрог

Одной из современных областей применения генетических алгоритмов (ГА) является задача выбора архитектуры нейронной сети. Задача заключается в определении количества слоев и нейронов. При помощи ГА можно одновременно настраивать структуру и веса сети. Данный подход позволяет получать готовые решения, имея только данные из обучающей выборки. Применять эти методы имеет смысл только тогда, когда не применимы градиентные методы, так как ГА очень требовательны к ресурсам оперативной памяти. Генетические операторы в такой задаче работают с закодированными строками различной длины, потому что сети с большим числом нейронов будут иметь больше весов и большую длину строки. Помимо этого, необходимо предусмотреть возможность использования нулевых весов для представления сети с меньшим числом нейронов. При эволюции ГА те сети, которые имеют наименьшие средние ошибки предсказания, будут доминировать в популяции, и последняя будет сходиться к оптимальной архитектуре сети [1].

Для решения задач такого класса ГА имеет ряд достоинств [2]:

1. Изучение пространства поиска решений осуществляется с помощью множества решений, а не одного.
2. ГА не чувствительны к росту размерности множества оптимизации по времени.

Так же существенным плюсом использования ГА является то, что при реализации этого алгоритма можно управлять практически любым его параметром.

Будем называть субоптимальным набором весов синаптических связей такой набор весов, при котором многослойный персептрон решает вторую задачу с ошибкой меньшей наперед заданной. Набор называется субоптимальным, а не оптимальным, потому – что всегда можно найти другой набор весов, который будет решать эту же задачу с меньшей ошибкой, но поиск «лучшего» набора, возможно займет гораздо больше времени [2].

Архитектура системы, использующей ГА представлена на Рисунке 1. Работа любой нейронной сети начинается с обучающей выборки, которая описывает решаемую задачу. Здесь предлагается использовать базу данных временных рядов. На Рисунке 1 показана топология системы, которая при помощи ГА ищет только общую структуру нейронной сети.

В предложенной топологии имеется база знаний, задача которой сохранение необходимой информации о результатах предыдущих итераций ГА. Это позволяет в разы сократить время поиска адекватной модели.

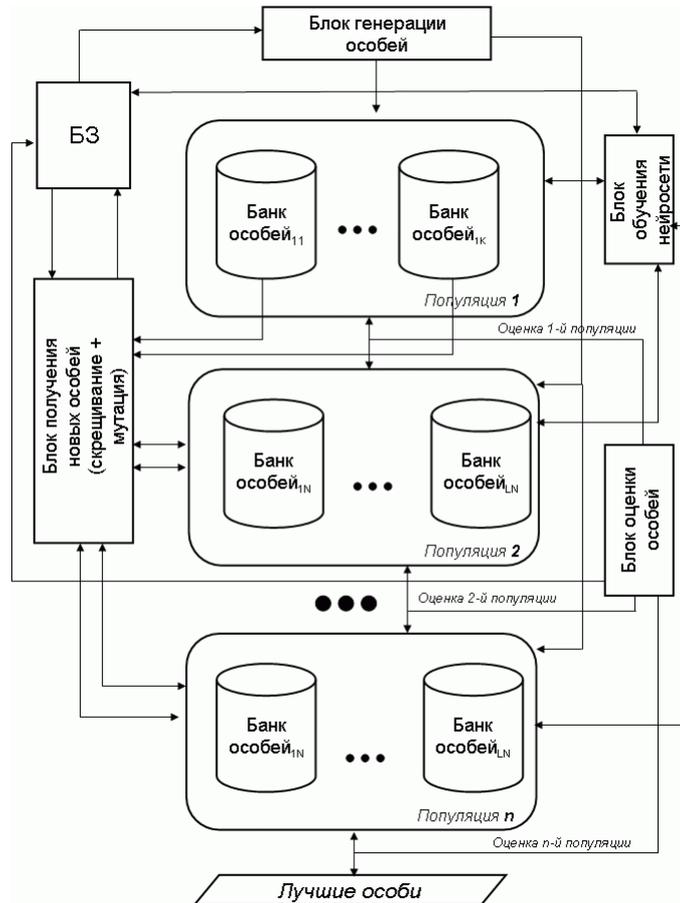


Рис.1. Архитектура системы, использующей ГА для поиска наилучшей нейронной сети

Так же в топологии присутствует блок оценки особей. Он оценивает фитнес-функцию каждой особи, а так же производит отбор особей для следующего поколения.

Обучение нейронной сети происходит в специальном блоке. В этот блок поступает общая хромосома с параметрами для конструктора и рекомендации к процессу обучения (метод, скорость и т.д.).

Для работы данного ГА необходима целевая функция. В качестве такой можно использовать функцию, оценивающую качество обучения нейронной сети:

$$GF = \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{i=1}^k |y_j^i - y_j^{i'}|}{k m},$$

где  $k$  – количество выходов нейронной сети;  $m$  – количество примеров в валидационной выборке;  $y$  – желательное значение выхода;  $y'$  – реальное значение выхода.

Особь необходимая для работы такой сети будет иметь вид представленный на Рисунке 2. Каждый ген такой особи содержит информацию об индексах начального и конечного нейрона связи, а так же ее вес.

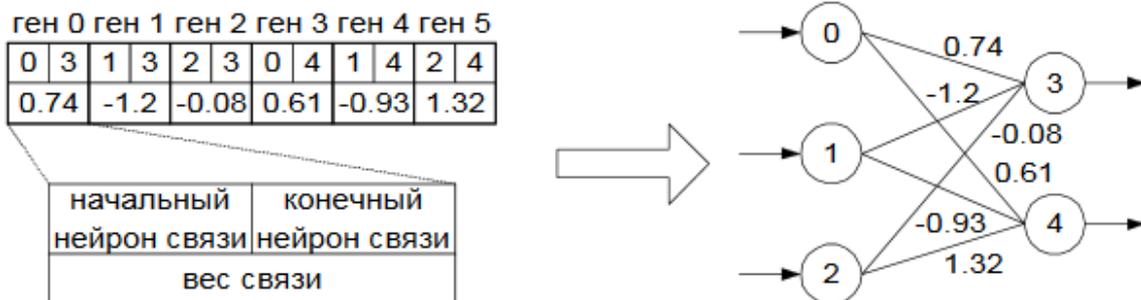


Рис.2. Кодирование информации о сети

Для работы с такими генами необходимы специальные генетические операторы.

Скращивание происходит между двумя случайными родителями, которые производят двух потомков, при этом общие нейроны и связи наследуются обоими потомками, значения связей формируются при помощи двухточечного кроссовера. Остальные элементы родителей случайным образом распределяются между потомками.

Мутацию в нейронной сети можно проводить несколькими способами: добавление скрытого нейрона, удаление скрытого нейрона, добавление связи, удаление связи.

При этом необходимо помнить, что беспорядочное добавление и удаление нейронов и связей рано или поздно приведет к ситуации, когда в сети например много нейронов, но мало связей. Отсюда логично сделать вывод, что при работе ГА целесообразно применять разные типы мутации, основывая выбор типа на текущем состоянии сети. Для этого вводятся два коэффициента, которые регулируют размер и направление развития сети.

Первый устанавливает степень «связности сети» и вычисляется по формуле:

$$f_C = \frac{N_C}{2^{FB-1} [N_N(N_N - 1) - N_I(1 - FB) - (1 - FB)N_O(N_O - 1)]},$$

где  $N_C$  – количество связей в сети,  $N_I$ ,  $N_O$ ,  $N_N$  – количество входных, выходных нейронов и общее число нейронов в сети,  $FB$  – флаг логического типа, обозначающий возможность добавления в сеть обратных связей.

Таким образом, чем меньше  $f_C$ , тем с большей вероятностью будет добавлена новая связь.

Использование второго коэффициента основано на предположении, что чем больше элементов во входном и выходном векторах обучающей выборки, тем более сложная сеть необходима для решения поставленной задачи. Второй коэффициент вычисляется по формуле:

$$f_N = \frac{N_I + N_O}{N_N}.$$

Чем больше нейронов в сети, тем меньше  $f_N$ , тем меньше вероятность добавления в сеть нового нейрона.

Представленный алгоритм можно использовать для расчета оптимальной структуры нейронной сети тогда, когда градиентные методы не дают приемлемого результата. Данный алгоритм можно так же модифицировать для использования не только при поиске архитектуры сети, но и метода обучения для поставленной задачи.

#### Список литературы

1. Кричевский М.Л. Интеллектуальный анализ данных в менеджменте: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб. – 2005. – 208 с.
2. Божич В.И., Лебедев О.Б., Шницер Ю.Л. Разработка генетического алгоритма обучения нейронных сетей // Известия ТРТУ. Тематический выпуск. 2001. Т. 22. №4. – С. 170-174.

### РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОФПРИГОДНОСТИ КАНДИДАТОВ НА ВАКАНТНЫЕ ДОЛЖНОСТИ ПО МЕТОДИКЕ КЕТТЕЛЛА

**Вострикова А.П., Неверова Е.Т.**

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, РФ, г.Самара

Данная работа посвящена разработке информационной системы на основе шестнадцатифакторного личностного опросника Кеттелла.

Актуальность подобного рода систем обусловлена тем, что при подборе кадров организация затрачивает много времени и ресурсов на обработку и анализ полученных данных. Облегчить работу поможет информационная система.

Цель работы – разработать функционирующую информационную систему, которая позволит проверить профпригодность кандидатов на вакантные должности и основывается на наиболее популярной методике.

В качестве среды разработки была выбрана Visual Studio Community 2015. Также использовалась программная платформа Microsoft .NET Framework 4. Информационная система была разработана на языке программирования C#.

В связи с особенностями предметной области было решено реализовать регистрацию пользователей (Рисунок 1) и назначение прав.

База данных в разработанной системе - это текстовый файл кодировки Unicode, в котором хранятся логины, пароли, права пользователей и ответы на вопросы, если это не администратор.

Стоит обратить внимание на то, что пароль шифруется (Рисунок 2) со стороны клиента по алгоритму хеширования (MD5). Это сделано для того, чтобы нельзя было посмотреть пароли других пользователей в базе данных. Таким образом, прописать его там самостоятельно невозможно.

Когда кандидат выполняет вход в программу, перед ним возникает инструкция к предстоящему тестированию. Далее появляются вопросы, поочередно сменяющие друг друга (Рисунок 4).

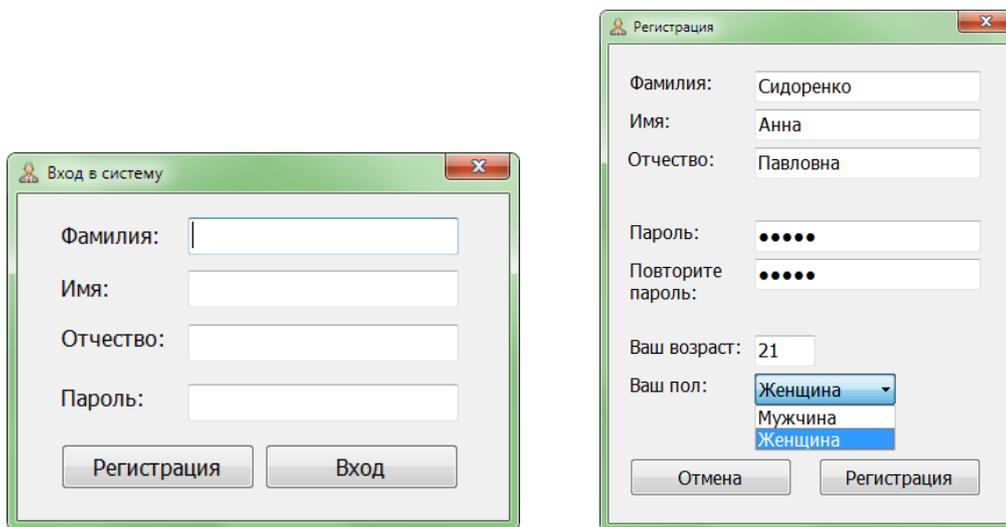


Рис.1. Формы входа и регистрации пользователей

```

/// <summary>
/// Класс, форматирующий текст в MD5
/// </summary>
public static class MD5
{
    /// <summary>
    /// Это хеш в байтах
    /// </summary>
    /// <param name="data">Это хеш первоначального string</param>
    /// <returns>Возвращает хеш в string</returns>
    public static byte[] Hash(byte[] data)
    {
        System.Security.Cryptography.MD5 md5 = new System.Security.Cryptography.MD5CryptoServiceProvider();
        return md5.ComputeHash(data);
    }
    /// <summary>
    /// Эта функция будет возвращать хэш при string
    /// </summary>
    /// <param name="str">Текст, который надо шифровать</param>
    /// <param name="encd">Кодировка, которую мы используем для шифрования</param>
    /// <returns>Возвращает готовый хэш</returns>
    public static string Hash(string str, Encoding encd)
    {
        var hash = encd.GetString(Hash(encd.GetBytes(str)));
        hash = hash.Replace("-", String.Empty);
        return hash;
    }
}

```

Рис.2. Принцип шифрования паролей в базе данных

Когда пользователь отвечает на вопросы, в программе идет дальнейший анализ ответов по методике Кеттелла. Первым шагом является подсчет первичных оценок.

В зависимости от вопроса, тому или иному фактору прибавляется определенный балл. Были введены все 187 вопросов с указанием, на какой фактор они влияют (Рисунок 3).

```
new FormData("Вопрос 103 из 187.\n\nАБ так относится к ГВ, как СР к:", "П0", "ОП", "ТУ", type_score.B, "010"),
```

Рис.3. Пересчет первичных оценок (на примере 103 вопроса)

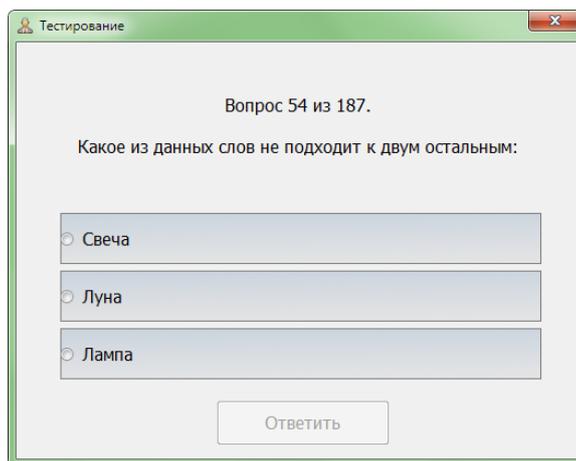


Рис.4. Форма с вопросами

Далее переводятся полученные баллы в нормированную оценку от 1 до 10 с учетом возраста и пола кандидата (Рисунок 5). Источником являются специальные таблицы. Должен быть произведен пересчет по шестнадцати факторам, каждый из которых может принимать значение от одного до десяти, поэтому для одной группы потребовалось 160 условий. Так как групп десять, использовалось 1600 условий для реализации данного шага.

```
#region Мужчины 34-45 лет
switch (SelectScore)
{
    case Form_Test.type_score.A:
        {
            if (score <= 4) result = 1;
            else if (score <= 6) result = 2;
            else if (score <= 8) result = 3;
            else if (score <= 9) result = 4;
            else if (score <= 11) result = 5;
            else if (score <= 13) result = 6;
            else if (score <= 15) result = 7;
            else if (score <= 17) result = 8;
            else if (score <= 18) result = 9;
            else result = 10;
        } break;
    case Form_Test.type_score.B:
```

Рис.5. Перевод первичных оценок в нормированные (на примере группы «мужчины 34-45 лет», фактор А)

Когда имеются нормированные оценки, информационная система в состоянии рассчитать четыре дополнительных фактора. Реализация расчета данных факторов на примере F<sub>1</sub> показана на Рисунке 6.

В том случае, когда логин и пароль принадлежит администратору, он попадает в панель управления.

На Рисунке 7 продемонстрирован процесс управления базой данных. Пользователей можно удалять, редактировать. Если сохранить свой результат, тогда изменения будут видны не только в данном меню, но и в отчетах.

```
case Form_Test.type_score.F1:
{
    int L = ConvertInPut(UserData, Form_Test.type_score.L);
    int O = ConvertInPut(UserData, Form_Test.type_score.O);
    int Q4 = ConvertInPut(UserData, Form_Test.type_score.Q4);
    int C = ConvertInPut(UserData, Form_Test.type_score.C);
    int H = ConvertInPut(UserData, Form_Test.type_score.H);
    int Q3 = ConvertInPut(UserData, Form_Test.type_score.Q3);
    return (38 + ((2 * L) + (3 * O) + (4 * Q4)) - (2 * C) - (2 * H) - (2 * Q3)) / 10;
}
```

Рис.6. Расчет вторичного фактора F<sub>1</sub>

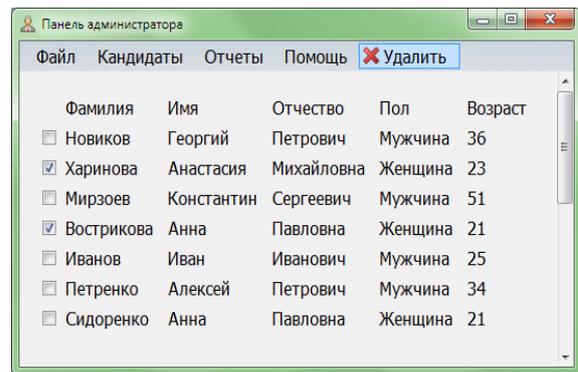
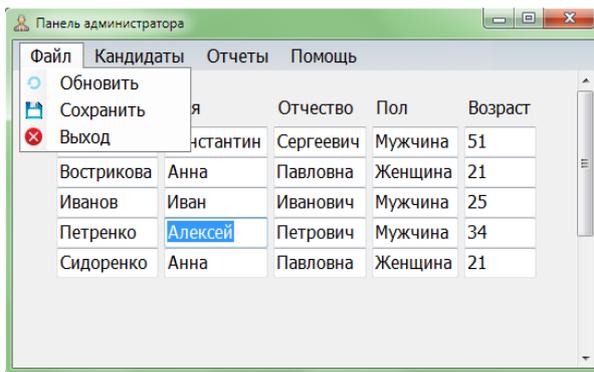


Рис.7. Работа с базой данных

Система имеет три отчета (Рисунках 8-10), которые присутствуют в методике Кеттелла.

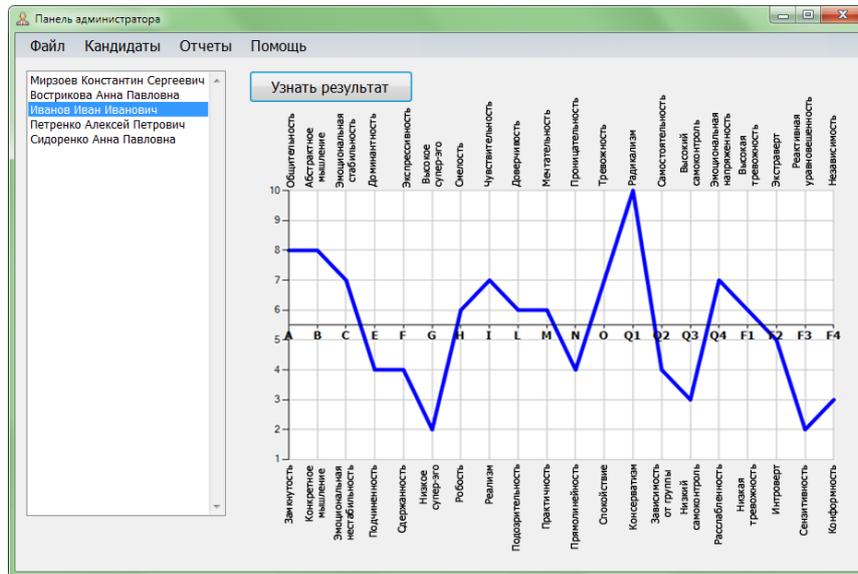


Рис.8. Психография

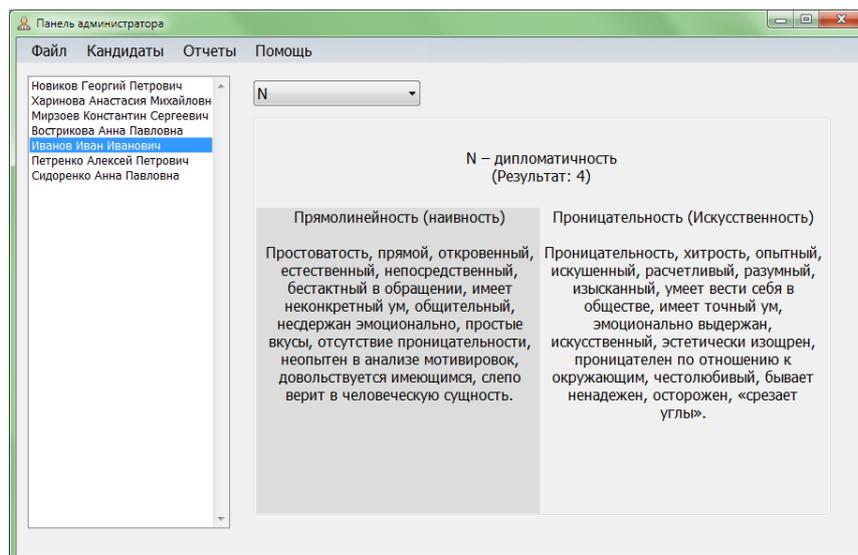


Рис.9. Отчет по отдельным факторам

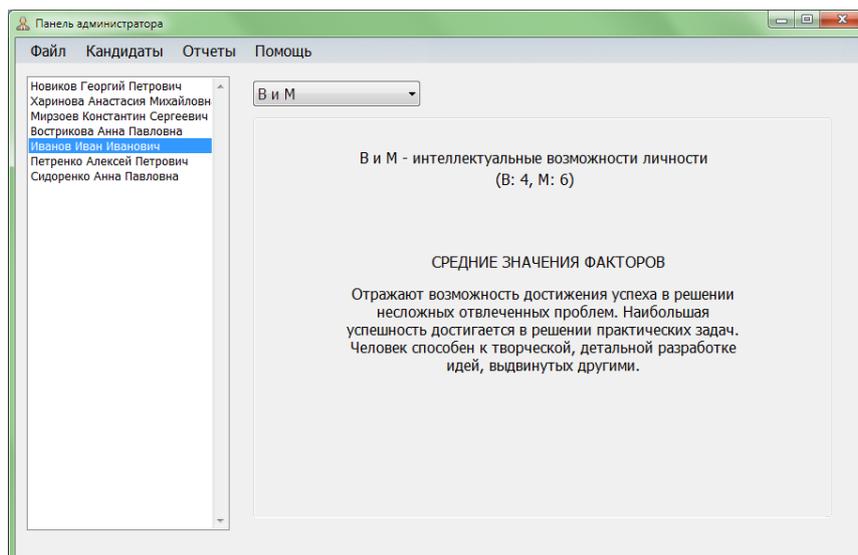


Рис.10. Отчет по нескольким факторам

Стоит отметить, что программа проста в эксплуатации и не требует мощной техники.

Метод Кеттелла, несмотря на его содержательность, трудоемкий в расчетах и анализе. Информационная система делает расчеты мгновенно и безошибочно, устраняется человеческий фактор. Учитывается пол, возраст, автоматически присваиваются баллы, они же переводятся в нормированные оценки, считаются дополнительные факторы. Информационная система сама формирует отчеты, к которым можно обратиться.

Поставленная цель работы была достигнута.

#### Список литературы

1. Агеев В.С., Базаров Т.Ю., Скворцов В.В. Методика составления социально-психологической характеристики для аттестации кадров. - Москва: МГУ, 2003. – 234 с.
2. Васильев А. Н. С#. Объектно-ориентированное программирование. Учебный курс. - Санкт-Петербург: Питер, 2012. - 320 с.
3. Зайцева И. А. Большая книга тестов. Узнай себя и своих близких. – Москва: Книга по требованию, 2007. – 256 с.
4. Климов Е.А. Психология профессионального самоопределения. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 468 с.
5. Колосова С. Н. Популярные психологические тесты. – Воронеж: Научная книга, 2009. - 168 с.
6. Магура М.И. Поиск и отбор персонала. – Москва: Журнал «Управление персоналом», 2003. – 304.

## РОБОТОТЕХНИКА - ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

**Рудишин И.А.**

ФГБОУ ВО «БрГУ», МБОУ «СОШ №13», РФ, г.Братск

Робототехника - область науки и техники, ориентированная на создание роботов и автоматизированных технических систем. Роботы и робототехнические системы предназначены для выполнения точных рабочих операций от микро- до макро размерностей, в том числе с заменой человека на тяжелых, монотонных и опасных работах.

Робототехника проникла в различные области человеческой деятельности. Развитие технологий требует новых новшеств и усовершенствований, автоматизации технологических процессов, которые основаны на работе автоматизированных технических систем.

С развитием технологий возникает проблема в нехватке квалифицированных кадров, которые могут создавать и управлять роботизированными системами. Решить эту проблему можно. Необходимо развивать процессы обучения на всех этапах формирования таких кадров и начинать нужно с раннего возраста.

Школьное и высшее образование должно соответствовать целям опережающего развития. Внедрение в учебный процесс предметов изучающих науку робототехника в университете и в средней школе, поможет

эффективнее усвоить и усовершенствовать технологии 21 века.

Для студентов вузов внедрение предметов изучающих роботизированные технологии и автоматизированные системы позволит изучить основы проектирования сложных конструкций, языки программирования и процесс работы сложных технических устройств.

Для учащихся школ предмет робототехника способствует развитию коммуникативных навыков за счет активного взаимодействия детей в ходе групповой проектной деятельности, развивает навыки взаимодействия, развивает техническое мышление, самостоятельности при принятии решений, так же обучает начальным навыкам программирования, раскрывает творческий потенциал. Подростки лучше понимают, когда они что-либо самостоятельно создают или изобретают. При проведении специализированного курса по робототехнике этот факт не просто учитывается, а реально используется на каждом занятии. Также программы по робототехнике обладают профориентационной направленностью.

Образовательные конструкторы LEGO Education WeDo и LEGO MINDSTORMS EV3 (Рисунок 1) и все комплектующие наборы, и модификации являются оборудованием позволяющим изучить основы робототехники.

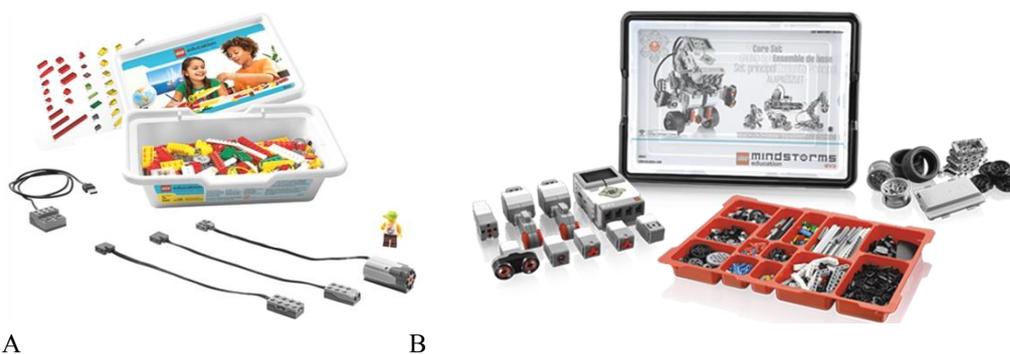


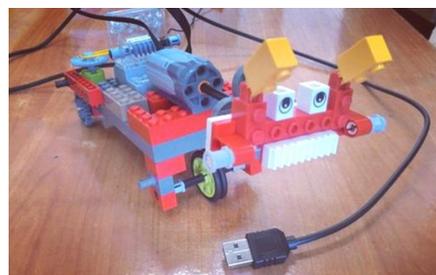
Рис.1. Робототехническая платформа: LEGO Education WeDo – А; LEGO MINDSTORMS EV3 – В

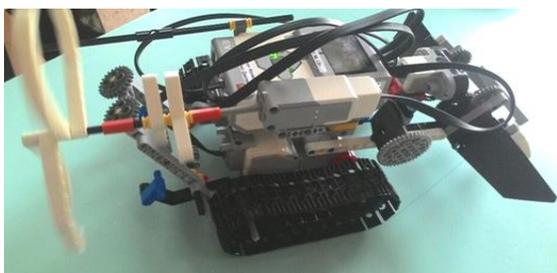
Робототехническая платформа LEGO Education WeDo и LEGO MINDSTORMS EV3 – это увлекательное и простое в использовании образовательное средство, которое позволяет учащимся узнавать новое об окружающем нас мире, создавая и "оживляя" различные модели и конструкции (Рисунок 2). Конструктор робототехнической платформы Lego помогает людям понять, какую важную роль технология играет в нашей повседневной жизни.

Предполагаемые результаты.

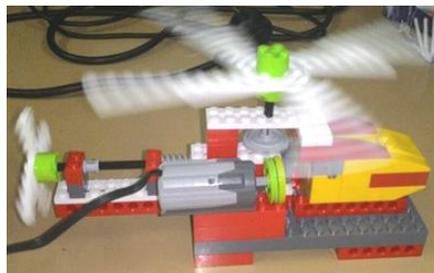
1. Личностные результаты:

- Формирование способностей обучающихся к саморазвитию, самообразованию и самоконтролю на основе мотивации к робототехнической и учебной деятельности;
- Формирование современного мировоззрения соответствующего современному развитию общества и науки;
- Формирование коммуникативной и ИКТ-компетентности для успешной социализации и самореализации в обществе.





A



B

Рис.2. Модели: A - LEGO MINDSTORMS EV3; B - LEGO Education WeDo

## 2. Метапредметные результаты:

- Умение ставить и реализовывать поставленные цели;
- Умение самостоятельно планировать свою деятельность;
- Умение выполнять и правильно оценивать результаты собственной деятельности;
- Умение создавать, разрабатывать и реализовывать схемы, планы и модели для решения поставленных технических задач;
- Умение устанавливать причинно-следственные связи и логически мыслить.

В ходе изучения курса выпускник научиться:

- Методам и формам обработки и анализа данных;
- ИКТ - компетентности и информационной культуры;
- Основам программирования;
- Языкам программирования;
- Умениям автоматизировать и решать поставленные задачи, используя компьютер и технические устройства как инструмент.

В ходе обучения по данным курсам, учащиеся смогут определить свои склонности к инженерно-техническому конструированию и моделированию, которые помогут в дальнейшем самоопределении и правильном выборе будущей профессии и специфики работы, что позволит вырастить квалифицированные кадры для работы по созданию и управлению роботизированными системами.

## Список литературы

1. Параскевов А. В., Левченко А. В. Современная робототехника в России: реалии и перспективы / А. В. Параскевов. – К.: Научный журнал КубГАУ, 2014. – 136с.
2. Предко М., Устройства управления роботами. Схемотехника и программирование. – М: ДМК Пресс, 2004. – 187с.
3. Юрьев Е. И. Основы робототехники: Учебник для вузов. – С-П.: БХВ-Петербург, 2005. – 271с.
4. Чехлова А. В., Якушкин П. А. «Конструкторы LEGO DAKTA в курсе информационных технологий. Введение в робототехнику». - М.: ИНТ, 2001. – 265с.
5. Корпорация «Lego Group». Lego Education – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.lego.com/education/> (дата обращения: 25.05.2016).

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РОБАСТНОГО ХЭШИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**Козачок А.В., Копылов С.А.**

ФГКВОУ ВО Академия ФСО России, г.Орёл

Развитие информационных технологий в последнее десятилетие привело к появлению больших объемов цифровой информации (Big Data). Одним из примеров такого роста является увеличение пользователей социальных сетей и систем общения, в связи, с чем с каждым днем повышается количество изображений загружаемых в данные системы и сети. Стандартные средства индексации и поиска не позволяют обеспечить точный и быстрый поиск изображений не только из-за большого объема изображений, но и из-за наличия искажений и преобразований, которым подвергаются данные изображения. Поэтому необходимо внедрение новых технологий, способных обеспечить повышение точности поиска и своевременную выдачу результатов,

удовлетворяющих исходным запросам. Одной из таких технологий является технология, основанная на методах робастного хэширования изображений.

Робастное хэширование представляет собой альтернативу криптографическому хэшированию и осуществляет генерацию одинакового значения хэш-кода при наличии незначительных изменений в исходных данных. Методы робастного хэширования изображений основываются на методах распознавания образов. Алгоритм робастного хэширования включает в себя следующие этапы: извлечение характеристик, рандомизация, квантование и бинарное кодирование для выработки конечного хэш-кода.

Основная сложность в практической реализации методов робастного хэширования изображений состоит в выявлении и определении неизменяемых характеристик изображения, которые сохраняются при внесении в изображение искажений и осуществлении определенных преобразований.

Для решения данной проблемы предложен определенный ряд подходов, основанных на математическом аппарате, позволяющем выделить из изображения характеристики стойкие как к различным геометрическим преобразованиям, так и к преобразованиям формата изображения. Описанные подходы основаны на дискретном вейвлет преобразовании, дискретном косинусном преобразовании, преобразовании Фурье, на моменте Цернике и других математических функциях.

Исходной точкой в применении методов робастного хэширования является исследование М. Шнайдера [10], которое основывалось на извлечении неизменяемых характеристик из гистограммы изображения. Последующие исследования показали, что полученные значения хэш-функции не способны обеспечить стойкость к изменению содержимого изображения, которое может быть осуществлено без изменения гистограммы.

Извлечение неизменяемых характеристик посредством дискретного вейвлет преобразования на этапе создания робастной функции хэширования применяется в исследованиях Р. Венкатесана [13], Р. Норсена [7], К. Ли [5] и Дж. Мингуиллона [6]. В исследовании [13] результат функции хэширования обеспечивает устойчивость к следующим геометрическим преобразованиям: поворот не более чем на 2 градуса, обрезка не более 10% изображения, масштабирование до 10% изображения и к таким преобразованиям изображения, как сжатие изображения по стандарту JPEG. Исследования [7], [5], [6] построены на использовании стандарта сжатия изображения JPEG2000, который основан на дискретном вейвлет преобразовании. Результат хэш-функции в исследовании [7] обеспечивает стойкость к преобразованию изображения в виде сжатия изображения по стандарту JPEG и JPEG2000, однако не обеспечивает стойкости к глобальным и локальным изменениям изображения, включая "атаки стирмарка" [2] и подмену локальных областей изображения. Результат функции хэширования исследования [5] обеспечивает стойкость к таким преобразованиям изображения, как сжатие изображения по стандарту JPEG и JPEG2000, при качестве сжатия не более 60%, внесении Гауссовского шума и фильтрации при указанном уровне качества изображения. Результат хэш-функции в исследовании [6] обеспечивает стойкость к следующим преобразованиям изображения: фильтрация, включая увеличение четкости изображения, сжатие изображения по стандарту JPEG, JPEG2000, а также к таким геометрическим преобразованиям изображения как: обрезка, поворот и масштабирование изображения, но не способен обеспечить стойкость к остальным геометрическим преобразованиям изображения и внесениям искажений в изображение.

Извлечение неизменяемых характеристик посредством дискретного косинусного преобразования на этапе создания робастной функции хэширования применяется в исследованиях В. Китановски [4], Фа Хин Ю [14] и Дж. Фридрича [3]. В исследовании [4] используются локальные характеристики изображения в виде значений коэффициентов DC дискретного косинусного преобразования для создания робастной функции хэширования. Результат хэш-функции обеспечивает стойкость к такому преобразованию изображения как сжатие по стандарту JPEG, но не обеспечивает стойкость к подмене локальных областей пространства изображения. В исследовании [14] неизменяемые характеристики основаны на статистических неизменяемых коэффициентах дискретного косинусного преобразования. Результат функции хэширования обеспечивает стойкость к таким преобразованиям изображения как: сжатие изображения по стандарту JPEG, фильтрация изображения, увеличение яркости изображения, выравнивание гистограммы изображения и поворот изображения на небольшие углы. Недостатком данного хэш-кода является отсутствие стойкости к подмене содержимого изображения. В исследовании [3] неизменяемые характеристики извлекаются из низкочастотных коэффициентов дискретного косинусного преобразования. Результат функции хэширования обеспечивает стойкость к таким простым геометрическим преобразованиям изображения как вращение и масштабирование. К недостаткам относится то, что данное исследование применимо только для серых изображений.

Извлечение неизменяемых характеристик полученных из преобразования Фурье на этапе создания робастной функции хэширования применяется в исследованиях А. Шваминатана [12], Д. Оюянга [8] и Р. Ридзона [9]. Результат функции хэширования в исследовании [12] обеспечивает стойкость к таким преобразованиям изображения как: сжатие изображения и фильтрация, а также к общим геометрическим преобразованиям – поворот

изображения не более чем на 10 градусов и обрезка не более 20 процентов изображения. К недостаткам данного исследования относится процесс кругового суммирования, который позволяет проводить атаки подмены содержимого областей изображения и наличие коллизий в результатах вычисления значений функции хэширования. В исследовании [8] извлечение неизменяемых характеристик основано на сочетании кватерниона дискретного преобразования Фурье с логарифмически полярным преобразованием изображения. Результат функции хэширования обеспечивает стойкость к таким преобразованиям изображения как: сжатие по стандарту JPEG, корректировка яркости, нормальная и медианная фильтрация и к поворотам на большие углы. Недостатком разработанного алгоритма хэширования является неспособность обнаружения изменений локальных областей изображения. В исследовании [9] извлечение неизменяемых характеристик основано на дискретном преобразовании Фурье совместно с логарифмически полярным преобразованием изображения. Результат функции хэширования является стойким к геометрическим преобразованиям, однако не обеспечивает стойкости к атакам перемещения и может быть применен только к серым изображениям.

Извлечение неизменяемых характеристик на основе момента Цернике в процессе создания робастной функции хэширования используется в исследованиях Ю. Зао [15], Л. Себастьяна [11] и С. Дипа [1]. В исследовании [15] неизменяемые характеристики извлекаются посредством вычисления момента Цернике, вписанного круга в предварительно обработанное изображение. Результат хэш-функции устойчив к таким преобразованиям изображения как: фильтрация, сжатие изображения по стандарту JPEG и внесение незначительного шума. Недостатком является отсутствие стойкости к корректировке яркости и поворотам на различные углы, помимо этого не вошедшие в круг края изображения уязвимы к различным искажениям. В исследовании [11] неизменяемые характеристики извлекаются из текстур Харалик и усовершенствованных локальных двоичных шаблонов совместно с глобальными свойствами изображения, вычисленными из момента Цернике. Результат функции хэширования является стойким к следующим преобразованиям изображения: сжатие по стандарту JPEG, внесение шума, увеличение яркости и контрастности изображения, а также к геометрическим преобразованиям – масштабирование, поворот на небольшие углы и обрезке не более чем 10% изображения. Однако хэш-код не обеспечивает стойкости к подделке содержимого изображения. В исследовании [1] неизменяемые характеристики извлекаются из глобальных свойств изображения, основанных на моменте Цернике и локальных свойствах, а также гистограммы изображения.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что применение методов робастного хэширования изображений в системах индексации и поиска позволяет повысить точность и скорость поиска изображений, за счет создания хэш-кодов изображений, стойких к определенным преобразованиям и искажениям. Однако недостатком рассмотренных методов является то, что реализация математического аппарата в рассмотренных исследованиях имеет ряд ограничений, не позволяющих обеспечить стойкость хэширования ко всем возможным преобразованиям. Таким образом, задача по разработке новых и модификации существующих методов робастного хэширования изображений является несомненно актуальной в современных условиях.

#### Список литературы

1. S. Deepa, A. Nagajothi “A secure hashing scheme for image authentication using Zernike moment and local features with histogram features”, American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics, 2014;
2. A. Fabien, P. Petitcolas “Watermarking schemes evaluation” (<http://petitcolas.net/fabien/publications/ieeespm00-evaluation.doc>), IEEE Signal Processing, Vol. 15, 2000;
3. J. Fridrich, M. Goljan “Robust Hash Functions for Digital Watermarking”, International Symposium on Information Technology, 2000;
4. V. Kitanovski, D. Taskovski, S. Bogdanova “Combined hashing/watermarking method for image authentication”, World Academy of Science, Engg and Tech 6, 2007;
5. K. Li, X. Zhang “Reliable Adaptive Watermarking Scheme Integrated with JPEG2000”, Journal of Electronic Imaging Vol. 14, 2005;
6. J. Minguillon, J. Herrera-Joancomarti, D. Megias “A Robust Watermarking Scheme based on the JPEG2000 Standard”, Journal of Electronic Imaging, Vol. 14, 2005;
7. R. Norcen, A. Uhl “Robust visual hashing using JPEG 2000”, 8th IFIP TC-6 TC-11 Conference on Communications and Multimedia Security, 2004;
8. J. Ouyang, G. Coatrieux, H. Shu “Robust hashing for image authentication using quaternion discrete Fourier transform and log-polar transform”, Digital Signal Processing, Elsevier, 2015;
9. R. Ridzon, D. Levicky “Robust Digital Watermarking Based on the Log-Polar Mapping”, Radioengineering, Vol. 16, 2007;

10. M. Schneider, S. Fu "A robust content based digital signature for image authentication", IEEE International Conference of Image Processing, 1996;
11. L. Sebastiana, A. Varghesea "Image Authentication by Content Preserving Robust Image Hashing Using Local and Global Features", International Conference on Information and Communication Technologies, 2014;
12. A. Swaminathan, Y. Mao, M. Wu "Robust and Secure Hashing for Images," IEEE Trans. on Info. Forensics and Security, 2006;
13. R. Venkatesan, S. Koon, M. Jakubowski, P. Moulin "Robust image hashing", IEEE International Conference of Image Processing, 2000;
14. Fa-Xin Yu "Robust Image Hashing Based on Statistical Invariance of DCT Coefficients", Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2010;
15. Y. Zhao, S. Wang, G Feng, Z. Tang "A robust image hashing method based on Zernike moments", Journal of Computational Information Systems, 2010.

### **СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)**

#### **ИЗМЕРЕНИЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЮМИНОФОРНЫХ SMD-СВЕТОДИОДОВ**

**Галеева А.А., Гайнуллина Н.Р., Мальцев А.А.**

КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, РФ, г.Казань

В настоящее время для освещения используется два основных типа белых светодиодов [1]. Первый тип – светодиоды с открытым кристаллом, так называемые многокристальные светодиоды, чаще — трёхкомпонентные (RGB-светодиоды), имеющие в своём составе три полупроводниковых излучателя красного, зелёного и синего свечения, объединённые в одном корпусе. И второй тип светодиодов – это переизлучающие светодиоды - люминофорные светодиоды, создаваемые на основе ультрафиолетового или синего светодиода, имеющие в своём составе слой специального люминофора, преобразующего в результате фотолюминесценции часть излучения светодиода в свет в относительно широкой спектральной полосе с максимумом в области жёлтого (наиболее распространённая конструкция). Излучение светодиода и люминофора, смешиваясь, дают белый свет различных оттенков.

Современные сверх яркие светодиоды имеют множество преимуществ перед традиционными источниками освещения, но они также имеют и один серьёзный недостаток. Основной причиной выхода светодиодов из строя является их перегрев [3], поэтому так важно точно знать температуру кристалла. Для определения температуры  $p$ - $n$ -перехода используется четыре основных метода: физический, химический, оптический и электрический. Наиболее перспективным считается оптический метод, но высокая стоимость аппаратуры заставляет искать новые методы измерения. Также стоит отметить, что данный метод подходит для измерения температуры светодиодов с открытым кристаллом, но при этом не применим к люминофорным (переизлучающим) светодиодам, так как из-за наличия люминофора погрешность измерения сильно возрастает.

В работе [2] был зафиксирован линейный эффект зависимости яркости SMD-светодиода с открытым кристаллом от температуры при аномально малых токах. Задачей нашего исследования являлось обнаружение подобного эффекта у люминофорных светодиодов.

В качестве объекта исследования были выбраны люминофорные SMD светодиоды нового поколения SOL2013LEDQB с низким прямым напряжением, производства фирмы Ningbo SOL-LED lightning, с кристаллом на основе InGaN.

Для проведения измерений параметров светодиодов была разработана экспериментальная установка. Измерительным ядром установки был выбран микропроцессорный модуль на аппаратной платформе Arduino Uno, построенной на микроконтроллере ATmega 328. Для измерения светотехнических параметров был использован датчик освещённости BH1750FVI, обладающий широким диапазоном измерения (0 – 65535 лк). Функциональная схема установки представлена на Рисунке 1.

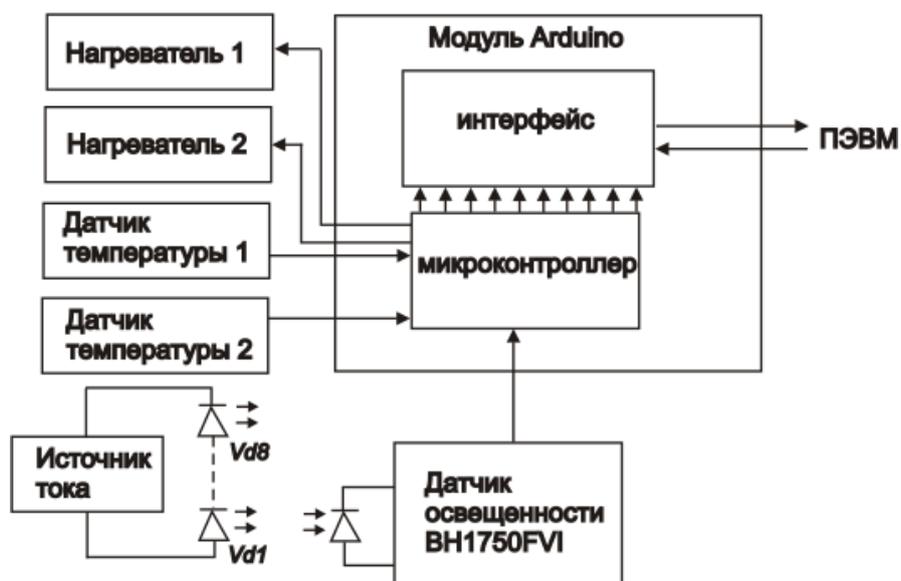


Рис.1. Функциональная схема установки для исследования светодиодов

Светодиодный модуль, собранный на полоске из алюминия, был расположен на термостабилизированном столике, представляющем собой радиатор с системой нагревателей и цифровых датчиков температуры DS18B20, разнесенных по поверхности столика. Диапазон измерений DS18B20 составляет от  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ . Разрешающая способность температурного преобразователя может быть изменена и составляет 9, 10, 11, или 12 битов, соответствуя приращениям (дискретности измерения температуры)  $0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $0.25^{\circ}\text{C}$ ,  $0.125^{\circ}\text{C}$ , и  $0.0625^{\circ}\text{C}$ , соответственно. Для удобства анализа измерений, разрешающая способность была установлена в 10 бит ( $0,25^{\circ}\text{C}$ ). Вся система датчиков и нагревателей подключена к микропроцессорному модулю и управляется специально разработанной программой, позволяющей считывать показания датчиков, передавать их в компьютер и сохранять в виде файла. Установка позволяет исследовать параметры светодиодов при различных температурах. Точность поддержания температуры по поверхности термостолика составляет  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ . Температурный гистерезис в пределах  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ .

С помощью разработанной установки были исследованы светотехнические и тепловые параметры SMD светодиодов SOL2013LEDQB. Во-первых, была исследована зависимость яркости (освещенности) светодиода от тока в диапазоне от 2 до 150 мА (Рисунок 2).

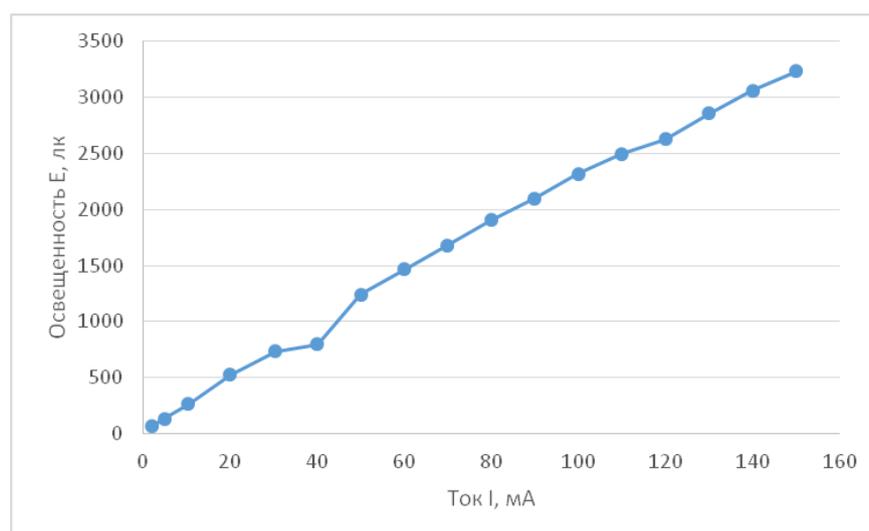


Рис.2. Зависимость освещенности от тока

Как следует из графика, с увеличением тока растет и величина освещенности. Зависимость имеет приближенно линейный характер.

Полученная зависимость освещенности от частоты широтно-импульсной модуляции (ШИМ) представлена на Рисунке 3. При увеличении значения частоты ШИМ более  $150\text{ кГц}$ , величина освещенности резко уменьшается.

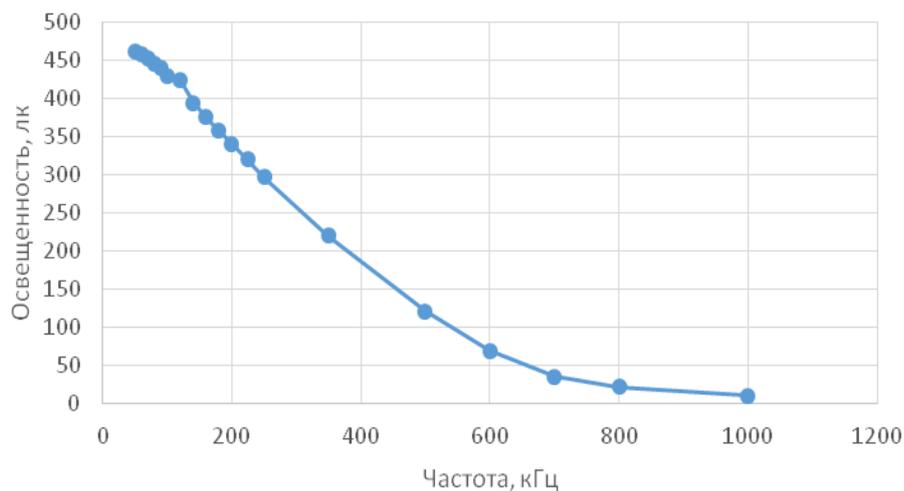


Рис.3. Зависимость освещенности от частоты сигнала

Для исследования зависимости яркости (освещенности) светодиода от температуры *p-n*-перехода был проведен следующий эксперимент.

С помощью термостоллика светодиодный модуль нагревался до 60 °С. При этом проводились измерения температуры при различных начальных значениях освещенности (как при нагреве, так и при охлаждении светодиодного модуля). На Рисунке 4 приведены результаты измерения при температурах от 25 до 60°С.

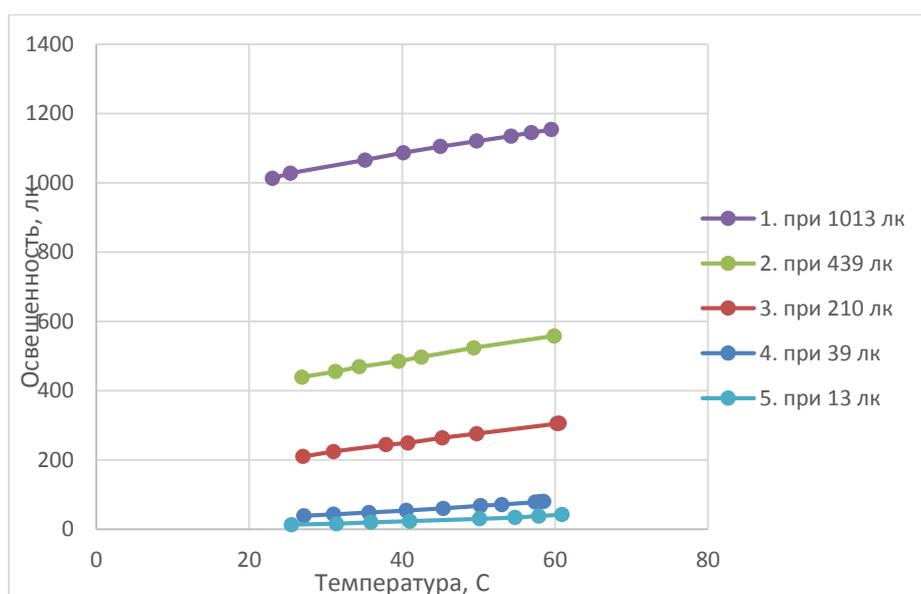


Рис.4. Зависимость освещенности от температуры *p-n*-перехода

Для того, чтобы более наглядно проследить характер зависимости при различных значениях освещенности, приведен нормированный график зависимости освещенности от температуры *p-n*-перехода (Рисунок 5).

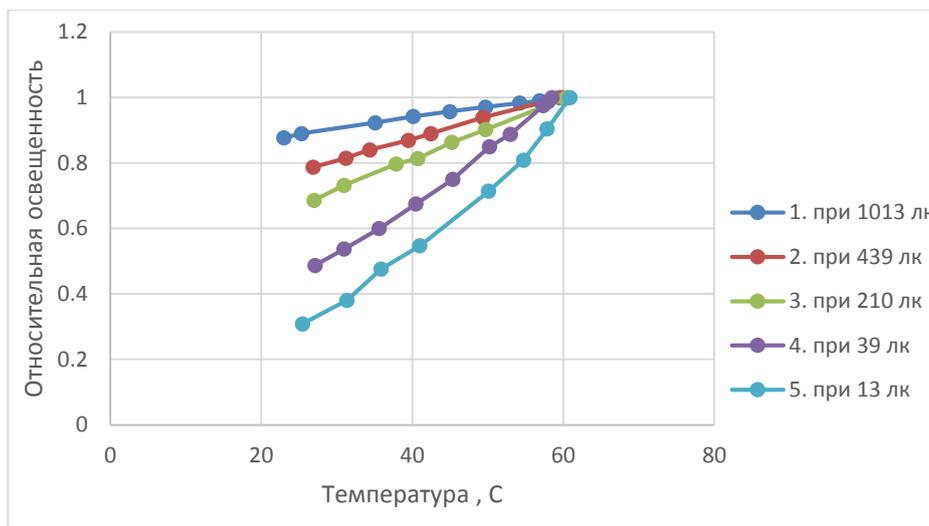


Рис.5. Зависимость освещенности от температуры *p-n*-перехода (нормированный график)

Согласно полученным результатам, зависимость яркости (освещенности) от температуры близка к линейной, причем при малых значениях освещенности, эта зависимость проявляет более выраженный характер. В перспективе, полученную зависимость можно будет использовать для определения температуры *p-n*-перехода светодиода оптическим методом, по яркости светодиодов без использования дорогостоящих тепловизоров.

#### Список литературы

1. Белый светодиод [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://ru.wikipedia.org/wiki/Белый\\_светодиод](https://ru.wikipedia.org/wiki/Белый_светодиод). – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 21.04.2016).
2. Беринцев, А.В. Исследование яркости SMD светодиодов при повышенных температурах в режиме стабилизации напряжения. А.В. Беринцев, С.Г. Новиков, И.С. Федоров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – 4-4. – С. 1005-1009.
3. Гайнуллина, Н.Р. Исследование тепловых свойств наноматериалов для создания радиаторов нового поколения. Н.Р. Гайнуллина, А.А. Мальцев, Р.Ш. Загидуллин // Нелинейный мир. – 2015. – 8. – С. 59-63.

## СЕКЦИЯ №4.

### МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

#### КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

**Потапов А.С., Никитин В.О.**

Набережночелнинский институт (филиал) КФУ, РФ, г.Набережные Челны

Введение. Большинство современных планетарных коробок передач автоматических трансмиссий построено по одной из двух планетарных систем:

- системе Симпсона;
- системе Равиньо (со сцепленными сателлитами).

Эти планетарные системы позволяет реализовать четыре передачи при одновременном включении двух управляющих элементов, что определяет данные системы как трехстепенные с полным использованием управляющих элементов: - две понижающие передачи; - прямая передача; - задний ход, при использовании пяти управляющих элементов, в том числе - две фрикционные блокирующие муфты, два фрикционных тормоза и муфта свободного хода. Предварительный анализ планетарных систем при числе передач равным четырем отдает предпочтение применению автоматических коробок передач (АКП) с тремя степенями свободы, несмотря на то, что число элементов управления таких коробок передач то же, что и у АКП с двумя степенями свободы. Дело в том, что в АКП с тремя степенями свободы для получения четырех передач достаточно двух дифференциальных механизмов, а в АКП с двумя степенями свободы трех дифференциальных механизмов. Однако при числе передач

равным четыре АКП с тремя степенями свободы является более сложным объектом по сравнению с АКП с двумя степенями свободы в виду конструктивной сложности двух фрикционов (в АКП с двумя степенями свободы применяют один фрикцион) и существенного усложнения системы управления

Универсальный дифференциальный механизм. Разработанный дифференциальный механизм представляет собой универсальный дифференциальный механизм (УДМ), водило которого с тремя парами сцепленных сателлитов является общим для первого, второго и третьего планетарных рядов, образуемых двумя независимыми солнечными центральными шестернями и тремя коронными зубчатыми колесами (эпициклами).



Рис.1. Структурная схема ПС УДМ

Число  $W$  степеней свободы ПС УДМ определяется на основе структурной формулы  $n_0 - \kappa_M - W = 0$ , откуда:

$$W = n_0 - \kappa_M, (1)$$

где  $n_0 = 6$  – число основных звеньев;

$\kappa_M = 4$  – число планетарных дифференциальных механизмов.

$$W = 6 - 4 = 2.$$

Таким образом, планетарная система обладает двумя степенями свободы ( $W = 2$ ), имеет шесть основных звеньев ( $n_0 = 6$ ), четыре из которых являются тормозными звеньями ( $t = 4$ ), два звена являются ведущим и ведомым. Число передач ( $Z = 5$ ) равняется числу элементов управления.

Все звенья УДМ равнозначны в смысле распределения функций (каждое звено может быть входным, выходным или тормозным). Таким образом, полное число возможных схемных решений УДМ найдется как число сочетаний из 6 по 2 (вход и выход) или из 6 по 4 (тормозные звенья):

$$G = C_{n_0}^2 = C_{n_0}^4 = \frac{n_0 \cdot (n_0 - 1)}{2!} = \frac{n_0 \cdot (n_0 - 1) \cdot (n_0 - 2) \cdot (n_0 - 3)}{4!} = \frac{6 \cdot (6 - 1)}{1 \cdot 2} = \frac{6 \cdot (6 - 1) \cdot (6 - 2) \cdot (6 - 3)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} = 15. (2)$$

Дифференциальные механизмы, используемые при создании ПС УДМ, изображены на Рисунке 2.

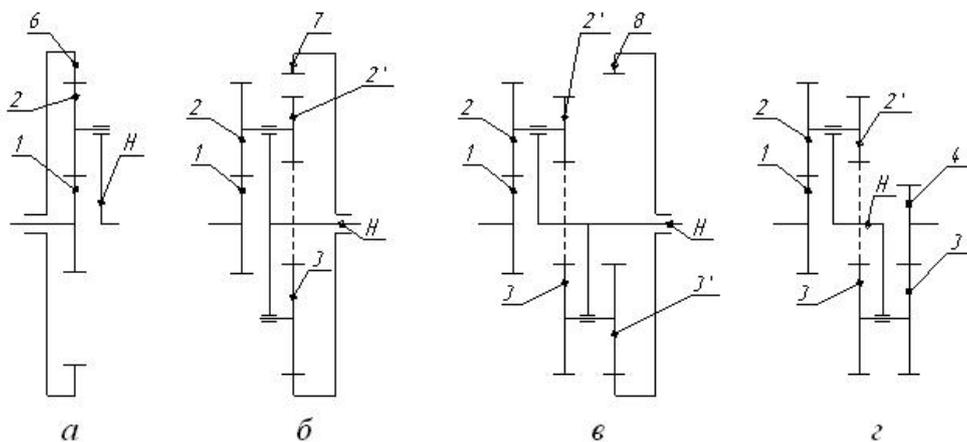


Рис.2. Дифференциальные механизмы, входящие в структуру ПС УДМ

На основании структурной схемы и вышеизложенного кинематическая схема ПС УДМ изображена на Рисунке 3.

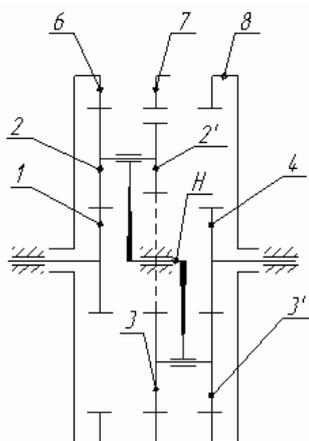


Рис.3. Кинематическая схема ПС УДМ: 1, 4 – солнечные центральные шестерни, 2-2', 3-3' – сцепленные двухвенцовые сателлиты, 5 – водило, 6, 7, 8 – коронные колеса

ПС УДМ состоит из трех планетарных рядов, включающих в себя четыре основных типа дифференциальных механизмов с общим водилом.

Первый планетарный ряд состоит из солнечной центральной шестерни 1, водила 5 сателлитов 2 и коронного колеса 6. Второй планетарный ряд состоит из водила 5, сцепленных сателлитов 2', 3 и коронного колеса 7. Третий планетарный ряд состоит из солнечной центральной шестерни 4, водила 5 сателлитов 3' и коронного колеса 8.

В то же время первый планетарный ряд, сцепленные сателлиты 2-2', 3-3' и коронное колесо 8 представляет собой дифференциальный механизм с отрицательным значением передаточного отношения между коронными колесами 6 и 8.

Солнечная центральная шестерня 1, второй планетарный ряд, сателлиты 3', коронное колесо 8 представляет собой дифференциальный механизм с положительным значением передаточного отношения между коронными колесами 7 и 8.

Солнечная центральная шестерня 1, водило 5, сцепленные сателлиты 2-2', 3-3', солнечная центральная шестерня 4 представляет собой дифференциальный механизм с отрицательными значениями передаточных отношений между солнечными центральными шестернями 1, 4.

Солнечная центральная шестерня 1, водило 5, сцепленные сателлиты 2-2', 3-3', коронное колесо 8 представляет собой дифференциальный механизм с положительным значением передаточного отношения между шестерней 1 и коронным колесом 8.

Таким образом, многопоточный дифференциальный механизм представляет собой совокупность четырех дифференциальных механизмов с общим для всех четырех дифференциальных механизмов водилом 5.

Заключение. Компактность ПС УДМ определяется тем, что при трех планетарных рядах число дифференциальных механизмов равно четырем, а число основных звеньев равно шести. При этом ПС УДМ, в отличие от вышеуказанных схем, при постоянном ведущем звене обеспечивает получение на ведомом звене пяти передач: - три понижающих передач; - прямая передача; - задний ход.

#### Список литературы

1. Фасхиев Х.А., Волошко В.В., Салахов И.И. «Универсальный многопоточный дифференциальный механизм – модуль автоматических коробок передач» // Грузовик. – М.: Изд-во Машиностроение: – 2010. – №8. – С. 8-12.
2. Мавлеев И.Р. Разработка рациональных схем и конструкций высокомоментных гидромеханических вариаторов для транспортных средств: дис. ...канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2007. — 147 с.
3. Салахов И.И. Разработка рациональных схем автоматических коробок передач на основе планетарной системы универсального многопоточного дифференциального механизма: дис. ...канд. техн. наук. – Ижевск: ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2013. – 177 с.
4. Волошко В.В., Галимянов И.Д., Салахов И.И., Мавлеев И.Р. Кинематический и силовой анализ универсального многопоточного дифференциального механизма автоматических коробок переада [Текст] //

Известия Московского государственного технического университета «МАМИ». – М: МГТУ «МАМИ», 2012. – Т. 1. №2(14). – С. 318-328.

5. Фасхиев Х.А., Волошко В.В., Салахов И.И. Алгоритм проектирования коробок передач на базе новой планетарной системы // «Журнал ААИ» Журнал автомобильных инженеров – 2014. – №1 (84) – С 20–23.
6. Мавлеев И.Р., Сафин Д.Ф., Салахов Н.И. Проектирование автомобильной многоступенчатой коробки передач для транспортных средств // В сборнике: Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия Материалы X международной научной конференции. 2016. – С. 77-81.

## **СЕКЦИЯ №5.**

### **ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)**

#### **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА РАБОТАЮЩЕГО НА СМЕСИ ТВЕРДОГО И ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВ**

**Шепелева А.В.**

Научный руководитель: Д.Т.Н. Профессор Сеницын Н.Н.  
ЧГУ, РФ, г.Череповец

Развитие современной цивилизации ведет к всё более нарастающему потреблению энергии, так по прогнозам к 2020 году её потребление в мире составит около  $6 \cdot 10^8$  ТДж.

С ростом энергопотребления обостряются мировые проблемы, обусловленные ограниченными запасами ископаемого топлива, их крайней неравномерностью распределения по регионам мира и ухудшением экологического состояния на Земле.

Общими задачами эксплуатации ТЭЦ и котельных являются бесперебойное обеспечение потребителей тепловой и электрической энергией, повышение надежности, безопасности и экономичности работы энергетического оборудования путем организации его эксплуатации и обслуживания в соответствии с действующими нормативными документами [1-3].

Поэтому для повышения экономичности работы котла процесс горения необходимо вести с наименьшим допустимым коэффициентом избытка воздуха, обеспечивая максимальную плотность обмуровки и максимально допустимое охлаждение дымовых газов, путем регулярной очистки поверхностей нагрева от загрязнений золой и сажей.

Оптимальное значение коэффициента избытка воздуха в топке определяют в ходе промышленно-эксплуатационных испытаний, ему соответствует минимальная величина суммарной потери теплоты с уходящими газами от химической неполноты сгорания топлива.

Основными причинами потерь теплоты с механическим недожогом являются: провалы мелких частиц несгоревшего топлива; удаление со шлаком частиц несгоревшего топлива и унос мелких частиц топлива в газоходы котла и дымовую трубу. Причинами уноса являются:

- недостаточная высота топки;
- неправильно выбранный режим её работы;
- сжигание несортированного (рядового) угля.

Загрязнение поверхностей нагрева приводит к росту температуры уходящих газов и потерям теплоты с уходящими газами. Одним из главных критериев, указывающих на необходимость чистки поверхностей нагрева, является повышение температуры дымовых газов на выходе из котла (при той же нагрузке) более чем на  $40 \div 50^\circ\text{C}$ , по сравнению с той, что была зарегистрирована сразу после удаления сажевых и золowych частиц.

При изменении нагрузки котла тепловые потери и его КПД изменяются. Каждый котел имеет оптимальную нагрузку, при которой обеспечивается наибольшая экономичность и, как правило, наименьшее воздействие на окружающую среду. Эксплуатация котла должна быть организована так, чтобы наибольшую часть времени он работал в максимально экономичном режиме или близком к нему.

Необходимость поверочных тепловых расчетов возникает при переводе котлоагрегатов на другой вид топлива, при изменении производительности котла или его параметров, реконструкции топчного устройства или

поверхностей нагрева. Цель поверочного расчета – определение параметров, характеризующих работу котлоагрегата принятой конструкции на заданном топливе и режиме работы. При проведении поверочного расчета вначале стараются сохранить без изменений существующие поверхности нагрева. Если это не удастся, то реконструируют их, используя конструкторский метод расчета.

После теплового расчета выполняют аэродинамический расчет котлоагрегата.

При сжигании смеси топлив объемы и энтальпии продуктов сгорания рекомендуется рассчитывать для каждого топлива отдельно, на 1 кг твердого топлива и на 1 м<sup>3</sup> сухого газа [4].

По полученным для каждого топлива значениям: объемов воздуха V<sup>0</sup> и продуктов сгорания V<sub>RO2</sub>, V<sub>N2</sub><sup>0</sup>, V<sub>H2O</sub><sup>0</sup> определяют объемы воздуха и продуктов сгорания смеси для смеси твердого топлива с газообразным

$$V^0 = V^{0'} + x * V^{0''}, \text{ м}^3/\text{кг},$$

где x – количество газа на 1 кг твердого топлива, м<sup>3</sup>.

Соответственно дальнейший расчет ведется на 1 кг твердого топлива.

Для смеси двух газообразных топлив расчет ведут по формуле смешения

$$V^0 = g' * V^{0'} + (1 - g') * V^{0''}, \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

где g' - массовая доля первого топлива в смеси, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Энтальпия продуктов сгорания смеси вычисляется по следующим формулам [4]

а) Для смеси двух однородных топлив (газообразных)

$$I_{RO2} = [g' * V_{RO2}' + (1 - g') * V_{RO2}'] * (C * v)_{CO2}, \text{ Ккал/м}^3$$

б) Для смеси твердого топлива с газообразным

$$I_{RO2} = [V_{RO2}' + x * V_{RO2}'] * (C * v)_{CO2}, \text{ Ккал/кг и т.д.}$$

Объемные доли трехатомных газов  $\Gamma_{RO2}$  и  $\Gamma_{H2O}$  для смеси топлив подсчитывают по формулам:

а) Для смеси газообразных топлив

$$\Gamma_{RO2} = [g' * V_{RO2}' + (1 - g') * V_{RO2}'] / V_{\Gamma};$$

$$\Gamma_{H2O} = [g' * V_{H2O}' + (1 - g') * V_{H2O}'] / V_{\Gamma};$$

б) Для смеси твердого топлива с газообразным

$$\Gamma_{RO2} = [V_{RO2}' + x * V_{RO2}'] / V_{\Gamma};$$

$$\Gamma_{H2O} = [V_{H2O}' + x * V_{H2O}'] / V_{\Gamma};$$

Плотность продуктов горения при 0°C и 760 мм рт. ст. для смеси топлив находится по формулам [4]

а) Для смеси газообразных топлив

$$\rho = [g' * \rho' * V_{\Gamma}' + (1 - g') * \rho'' * V_{\Gamma}'] / V_{\Gamma}; \text{ кг/м}^3$$

б) Для смеси твердого топлива с газообразным

$$\rho = [\rho' * V_{\Gamma}' + x * \rho'' * V_{\Gamma}'] / V_{\Gamma}; \text{ кг/м}^3.$$

Если смесь топлив задана не в массовых или объемных долях, а долях тепловыделения каждого топлива q' и (1 - q''), соответствующие массовые или объемные доли определяют по формулам:

а) при сжигании смеси двух топлив, твердого и газообразного, расчет для удобства ведется на 1 кг твердого топлива с учетом количества газа, м<sup>3</sup>, приходящегося на 1 кг твердого топлива.

В этом случае условная теплота сгорания смеси топлив x, м<sup>3</sup>, газа на 1 кг твердого топлива подсчитывается по формуле

$$Q_{H^p} = Q_{H^p}' + x * Q_{H^p}'', \text{ Ккал/кг},$$

где Q<sub>H<sup>p</sup>'</sub> и Q<sub>H<sup>p</sup>''</sub> - низшая теплота сгорания твердого топлива, Ккал/кг и газа, Ккал/кг.

Если смесь задана по долям тепловыделения каждого топлива (доля твердого топлива в суммарном тепловыделении g' и доля газа (1 - g')), то количество газа приходящегося на 1 кг твердого топлива составляет:

$$x = (1 - g') / g' * Q_{H^p}' / Q_{H^p}'', \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Расчет объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания.

Все объемы и энтальпии воздуха и продуктов сгорания рассчитываются на 1 кг твердого или 1 м<sup>3</sup> газообразного топлива при нормальных условиях.

Потери теплоты от механического недожога q<sub>н</sub> учитываются при определении расчетного расхода топлива:

$$B_p = (100 - q_n) / 100 * B, \text{ кг/час},$$

где B – полный расход топлива на котельный агрегат, кг/час.

Объемы и массу воздуха и продуктов сгорания при сжигании твердого топлива определяют по приведенным ниже формулам [4].

Теоретическое количество сухого воздуха, необходимого для полного сгорания топлива (коэффициент избытка воздуха α=1) [4].

$$V^0 = 0,0889 * (C^p + 0,375 * S_{op+k}^p) + 0,265 * H^p - 0,0333 * O^p, \text{ м}^3/\text{кг}$$

Теоретические объемы продуктов сгорания, полученные при полном сгорании топлива с теоретически необходимым количеством воздуха ( $\alpha=1$ ):

теоретический объем азота

$$V_{N_2}^0 = 0,79 * V^0 + 0,8 * N^p / 100, \text{ м}^3/\text{кг}$$

объем трехатомных газов

$$V_{RO_2} = 1.866 * ((C^p + 0.3759 * S_{op+k}^p)/100), \text{ м}^3/\text{кг}$$

Теоретический объем водяных паров

$$V_{H_2O}^0 = 0,111H^p + 0,0124 * W^p + 0,0161 * V^0, \text{ м}^3/\text{кг}.$$

При избытке воздуха ( $\alpha > 1$ ) расчет ведется по следующим формулам:

Объем водяных паров

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 * (\alpha - 1) * V^0, \text{ м}^3/\text{кг}$$

Объем дымовых газов

$$V_r = V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + V_{RO_2} + (\alpha - 1) * V^0, \text{ м}^3/\text{кг}$$

Объемные доли трехатомных газов, равные парциальным давлениям газов при общем давлении 1 кгс/см<sup>2</sup>:

$$r_{RO_2} = V_{RO_2} / V_r;$$

$$r_{H_2O} = V_{H_2O} / V_r;$$

безразмерная концентрация золы в дымовых газах

$$\mu_{зл} = A^p * v_{ун} / 100 * G_r, \text{ кг/кг},$$

где  $v_{ун}$  - доля золы топлива, уносимая газами.

Масса дымовых газов

$$G_r = 1 - A^p / 100 + 1,306 * \alpha * V^0, \text{ кг/кг},$$

Объемы и масса воздуха и продуктов сгорания при сжигании 1 м<sup>3</sup> сухого газообразного топлива определяется по следующим формулам [4]:

Теоретическое количество воздуха

$$V^0 = 0,0476 * [0,5 * CO + 0,5 * H_2 + 1,5 * H_2S + \sum(m + n/4) * C_mH_n - O_2], \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Теоретический объем азота

$$V_{N_2}^0 = 0,79 * V^0 + N_2 / 100, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Объем трехатомных газов

$$V_{RO_2} = 0,01 * [CO_2 + CO + H_2S + \sum m * C_mH_n], \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Теоретический объем водяных паров

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 * [H_2S + H_2 + \sum n/2 * C_mH_n + 0,124 d_{г.фл}] + 0,0161 * V^0, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

где  $d_{г.фл}$  – влагосодержание газообразного топлива, отнесенное к 1 м<sup>3</sup> сухого газа, г/м<sup>3</sup>.

Объемы и объемные доли газов при  $\alpha > 1$ , рассчитываются по формулам:

Объем водяных паров

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 * (\alpha - 1) * V^0, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Объем дымовых газов

$$V_r = V_{RO_2}^0 + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + (\alpha - 1) * V^0, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Объемные доли трехатомных газов, равные парциальным давлениям газов при общем давлении 1 кгс/см<sup>2</sup>,

$$r_{RO_2} = V_{RO_2} / V_r;$$

$$r_{H_2O} = V_{H_2O} / V_r;$$

Плотность сухого газа при нормальных условиях

$$\rho_{г.тл}^c = 0,01 * [1,96 * CO_2 + 1,52 * H_2S + 1,25 * N_2 + 1,43 * O_2 + 1,25 * CO + 0,0899 * H_2 + \sum(0,536 * m + 0,045 * n) * C_mH_n]; \text{ кг/м}^3$$

масса дымовых газов

$$G_r = \rho_{г.ма}^c + \rho_{г.ма} / 1000 + 4306 * \alpha * V^0, \text{ кг / м}^3$$

В формулах для определения объема водяных паров влагосодержания воздуха  $d$  принято 10г на 1 кг сухого воздуха

Энтальпия дымовых газов на 1кг или 1м<sup>3</sup> топлива подсчитывается по формуле:

$$I = I_r^0 + (\alpha - 1) * I_b^0, \text{ Ккал/кг или Ккал/м}^3$$

Энтальпия газов при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha = 1$  и температуре газов  $v, ^\circ\text{C}$ :

$$I_r^0 = V_{RO_2} * (C * v)_{CO_2} + V_{N_2}^0 * (C * v)_{N_2} + V_{H_2O}^0 * (C * v)_{H_2O},$$

Ккал/кг или Ккал/м<sup>3</sup>,

К энтальпии дымовых газов следует добавить энтальпию золы, подсчитываемую по формуле:

$$I_{зл} = (C * v)_{зл} * A^p / 100 * v_{ун}, \text{ Ккал/кг}$$

где  $(C * v)_{зл}$  – энтальпия 1 кг золы Ккал/кг;

$v_{ун}$  – доля золы топлива, уносимая газами.

Расчет теплообмена в топке проводим по методике [4,5]. Найденное значение  $v_t''$  необходимо оценить по условиям предотвращения шлакования конвективных поверхностей нагрева согласно рекомендациям приложение II-A[4]. Если  $v_t''$  значительно превышает рекомендуемые значения, то можно изменить положение зоны максимальных температур в топке, опустив горелки, применить рециркуляцию продуктов сгорания или увеличить площадь поверхности нагрева  $H_n$ . В заключение расчета топочной камеры определяется видимое тепловое напряжение топочного объема  $q_v$  и сравнивается с рекомендуемыми значениями [4, табл. XVII].

Время пребывания реагентов в топочной камере можно оценить по формуле [5]

$$\delta_{пр} = K_{пр} * V_T / V_r = 3600 * K_3 * \{Q_{нр}^p / [q_v * (1 + \alpha * L_0)]\} * T_v / T_{max},$$

где  $Q_{нр}^p$  – низшая рабочая теплота сгорания;

$q_v$  – удельное тепловое напряжение;

$V_T$  – объем топочной камеры;

$V_r$  – объем продуктов сгорания;

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий степень заполнения топки (зона горения) и характер движения (рециркуляция и т.д.) продуктов сгорания в топочной камере;

$K_3$  – коэффициент заполнения;

$L_0$  – теоретически необходимое количество воздуха;

$T_v$  – температура воздуха;

$T_{max}$  – максимальная температура в зоне горения;

$\delta_{пр}$  – время пребывания в топочной камере;

$T_{max}$  оценим по методике [4].

Для частицы, находящейся в неких средних условиях  $K_{пр} \approx 1$ .

Таким образом, предложенная математическая модель расчета оценки потерь теплоты в топочной камере позволяет получить зависимость производительности котельного агрегата при сжигании смеси твердого и газообразного топлив от долей твердого и газового топлив в смеси.

#### Список литературы

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов – М.: ПИО ОТБ, 1996 – С.215.
2. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7кгс/см<sup>2</sup>), водогрейных котлов и водонагревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К (115°С). М.: НПО ОБП, 1993 – С.185.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – Министерство энергетики РФ. – М.: ЗАО Энергосервис 2003.- С.368.
4. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод) Издание 3-е переработанное и доп. СПб.: НПО ЦКТИ, 1998 – С.256.
5. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. – 2-е изд., переработанное и дополненное – Л.: Недра, 1988 – С.312.

### РАЗРАБОТКА СХЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ КОНВЕРТЕРНОГО ГАЗА С ЦЕЛЬЮ СБЕРЕЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Максимов А.А., Агапитов Е.Б.**

МГТУ, РФ, г.Магнитогорск

Одним из существенных резервов экономии топлива в промышленности является использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), которые неизбежно возникают во многих энергоемких технологических процессах. Значительным резервом для энергосбережения в черной металлургии РФ является использование газов сталеплавильных конвертеров, потенциал оценивается в размере 1,25 млн. т у.т. в год [1].

В последнее время в кислородных конвертерах с целью интенсификации продувки используют систему отвода газов без дожигания, в результате чего получается конвертерный газ, представляющий собой высококачественное технологическое и энергетическое топливо, по своим характеристикам близкое к

ферросплавному газу. При такой схеме газы не сгорают. Объем конвертерных газов уменьшается, так как они отдают часть тепла стенкам газоотводящего тракта.

В процессе работы без дожигания обнаружено, что размер частиц в газах, выходящих из конвертера, увеличивается, что позволяет более полно очищать отходящие газы от пыли [4].

Недостатком утилизации конвертерного газа путем мокрых газоочисток является низкая эффективность использования конвертерного газа, связанная с потерей его физического тепла при осуществлении процесса, большой расход воды 3,5-7,2 м<sup>3</sup> на 1000 м<sup>3</sup> газа, организация сложной и громоздкой системы оборотного цикла водоснабжения, утилизации шлама, высокий расход электроэнергии для обеспечения работы системы газоочистки.

В тоже время сбивается температура газа, а значит, теряется энергетический потенциал ВЭР.

Ниже представлена энерготехнологическая схема для утилизации конвертерных газов:

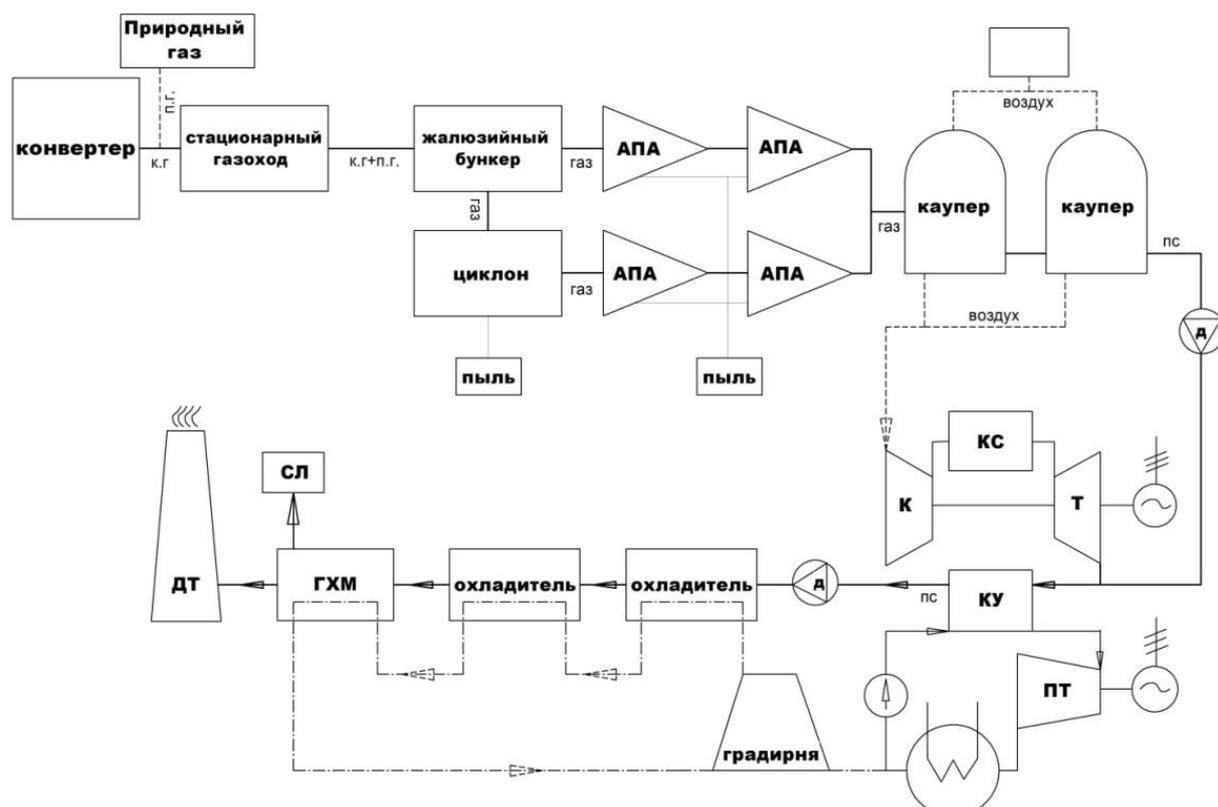


Рис.1. Энерготехнологическая схема для утилизации конвертерных газов.

Где, АПА - аэродинамический аппарат очистки газа от пыли, КГ –конвертерный газ, ПГ –природный газ, Д – дымосос, К –компрессор, КС - камера сгорания, Т – турбина, КУ – котел утилизатор, ПТ – паровая турбина, ГХМ – газо-холодильная машина, ДТ –дымовая труба, СЛ –сухой лёд.

Техническая задача, решаемая заявляемой схемой, заключается в повышении эффективности утилизации конвертерного газа.

Для использования конвертерного газа в качестве топлива или химического сырья он должен быть предварительно охлажден перед газоочисткой до 200–300 °С и соответственно очищен от пыли [3].

В данном случае в схеме реализована подача природного газа в область выхода конвертерного газа, и их смешения. Конвертерный газ, образующийся при продувке металла в конвертере поступает в водоохлаждаемый кессон где смешивается с природным газом, поступающей через патрубки для подачи газа.

В результате такого смешения температура смеси понижается до 900°С, а теплотворная способность смеси повышается до 12-16 МДж/м<sup>3</sup>, при этом частицы пыли начинают оплавляться. Происходит снижение запылённости на 15%.

При подаче природного газа в конвертерный газ с температурой 1700 °С , создаются необходимые условия для химической реакции и максимально использования химической энергии конвертерного газа, отходящего после конвертера, соответственно повышая уровень использования этой энергии. Подача природного газа осуществляется в размере не более 0,10 М<sup>3</sup>/кг<sup>3</sup> во избежание образования его избытка, что повлечет к образованию сажи и ухудшению протекания химической реакции.

При смешении конвертерного газа с природным, происходит сброс температуры с 1600-1700С до 950-1000 °С за счет химической реакции между CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>,  $CO_2 + CH_4 = 2CO + 2H_2$ . Объем полученной смеси возрастает на 7-9%, содержание CO повысится до 95% и 5% будет составлять H<sub>2</sub>.

Учитывая, что оксид углерод в смеси с воздухом является взрывоопасным в интервале концентраций 12,5-74,5 % CO, то после подачи природного газа в конвертерный, мы добились увеличения концентрации оксида углерода до 95%, что обеспечит высокие требования по соблюдению безопасности использования газового тракта [2].

Новая схема имеет ряд новых решений по снижению запылённости газа, для дальнейшего использования в энергетических установках, предусматривающие сжигание очищенного конвертерного газа в топках регенераторов (типа доменных воздухонагревателей). При этом часть продуктов сгорания, возможно, направить в котлы-утилизаторы, а часть – на нагрев насадки регенератора. В меж продувочный период в этой насадке предлагается греть воздух, который должен использоваться для выработки пара, при этом в данной схеме предусмотреть использование тепла на выработку электроэнергии с помощью газовых турбин.

Данная схема не исключает стационарного газохода где происходит контакт газа с поверхностью охлаждения типа кессона или котла-охладителя. При этом способе достигается частичная утилизация тепла.

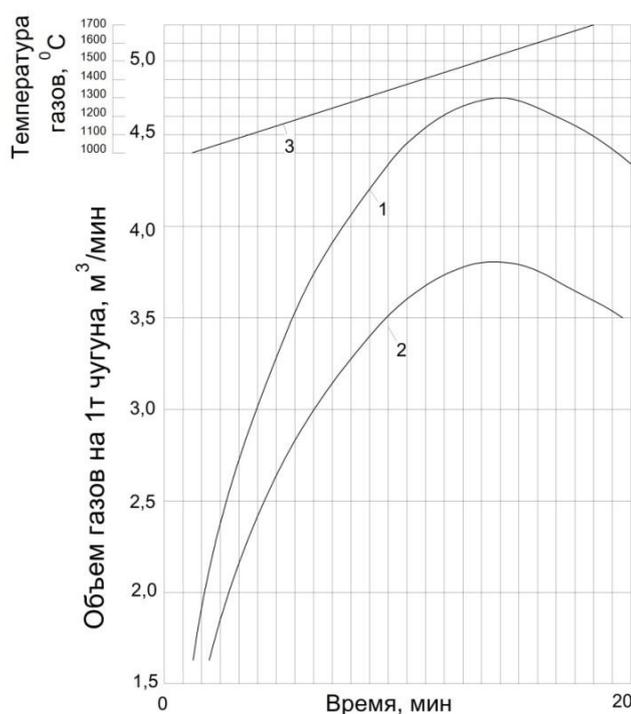


Рис.2. Изменение количества и температуры газов, выделяющихся из конвертера в процессе кислородной продувки: 1) выход газов в обычном режиме; 2) выход газов при добавление природного газа(0,10 М<sup>3</sup>/кг<sup>3</sup>); 3) изменение температуры газов.

Очистка газа от крупных металлических включений и разделения потока осуществляет жалюзийный уловитель. Дальнейшая очистка проходит в инновационных Аппаратах пыли газоочистки аэродинамических, именуемые в дальнейшем АПА, предназначены для сухой очистки от пыли промышленных газовых выбросов различных производств. Обеспечение производительности очистки требуемых объемов осуществляется за счет параллельного включения АПА. Например, параллельное соединение десяти аппаратов номинальной производительностью 16000 м<sup>3</sup>/ч обеспечит очистку газовых выбросов объемом в 160 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

Оставшиеся продукты сгорания от воздухоподогревателей, проходят через котел-утилизатор, где тепло уходящих газов используют для нагрева рабочего тела котла, выходят на установку получения сухого льда оборудование которой размещается вне котельной.

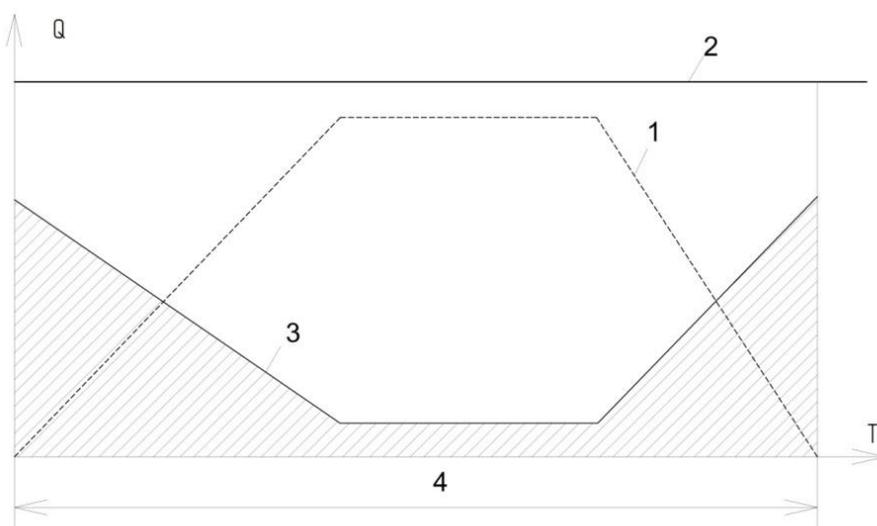


Рис.3. Выход конвертерного газа

На осях расход  $Q$  – время  $T$  показан выход конвертерных газов (кривая 1), регулируемый расход отходящих газов (кривая 2) и расход природного газа (кривая 3) за время кислородной продувки. Цифрой 4 обозначено время выхода конвертерного газа. Площадь под кривой 2 за время 4 отражает количество конвертерного газа, которое может быть утилизировано. Заштрихованная площадь показывает количество природного газа.

#### Список литературы

1. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: Учебник для вузов [Текст] / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев М. и др.-М.: Металлургия, 1985.
2. Григорьев В.П., Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства: Учебник для вузов / В.П. Григорьев, Ю.М. Нечкин, А.В. Егоров и др.-М.: МИСиС.-1995.
3. Кривандин В.А., Теплотехника металлургического производства[Текст] / В.А. Кривандин, В.В. Белоусов, Г.С. Сборщиков и др.-М.: МИСиС, 2001.
4. Haworth D., Hemming G. // Iron and Steel Engineer.-1995.-V.5.-P.25-30.

## СЕКЦИЯ №6.

### ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

#### НОВЫЙ ВИД АРМИРОВКИ НАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПИ

**Гаврильев И.М., Студент 3 курса кафедры «Строительных конструкций и проектирования»  
Инженерно-технический институт**

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова  
Научный руководитель Алексеев А.М., ст. преп. каф. ПРМПИ,  
Горный институт СВФУ, г. Якутск, Республика Саха (Якутия)

В околоствольных дворах применяют монолитное бетонное и набрызгбетонное крепление. Для увеличения несущей способности набрызгбетонной крепи в качестве армировки используют металлическую сетку.

Однако применение сетки при армировании набрызгбетонной крепи имеет ряд недостатков:

- жесткость арматурной сетки не всегда позволяет обеспечить плотную ее установку по контуру выработки, вследствие чего при набрызге в крепи образуются пустоты, снижающие работоспособность конструкции
- полное покрытие металлической сетки в местах неплотной установки вызывает значительный перерасход бетонной смеси.

Поэтому целью работы является поиск альтернативных вариантов крепления.

Устранение вышесказанных недостатков может быть достигнуто путем замены материала армирования.

Стекловолокно — волокно или комплексная нить, формируемые из стекла. В такой форме стекло демонстрирует необычные для стекла свойства: не бьётся и не ломается, а вместо этого легко гнётся без разрушения. Это позволяет ткать из него стеклоткань.

Стекловолокно экструдируют из расплава стекла специального химического состава. Экструзия, как и в других случаях, производится путём продавливания расплава через прядильные фильеры. Исходный продукт, как и в других областях производства химических волокон получается в виде бесконечных элементарных волокон (филаментов), из которых далее в процессе переработки формируются или комплексные нити (диаметр филаментов 3—100 мкм (линейная плотность до 0,1 Текс)) и длиной в упаковке 20 км и более (непрерывное стекловолокно), линейная плотность до 100 Текс, или в стеклянные ровинги (продукты линейной плотностью более 100 Текс). В этом случае, как правило, продукт перерабатывается в крученые нити (ровинги) на крутильно-размоточных машинах. Данные полуфабрикаты далее могут быть подвергнуты любым формам текстильной переработки в крученые изделия (нити сложного кручения, шнуры, шпагаты, канаты), текстильные полотна (ткани, нетканые материалы), сетки (тканые, специальной структуры).

Основная область применения стекловолокна и стеклотекстильных материалов, — использование в качестве армирующих элементов стеклопластиков и других композитов.

Таблица 1

Сравнительные характеристики стекловолокна и стали [1]

Характеристики	Стекловолокно	Сталь
Плотность, 10 <sup>3</sup> ·кг/м <sup>3</sup>	2,5	7,86
Модуль растяжения, ГПа	74	210
Предел прочности при растяжении, ГПа	5,9	0,4



Рис.1. Стекловолокно

Первоначально на породную поверхность наносится подстилающий слой набрызгбетона толщиной 0,5—1,0 см, затем через 6—12 ч (время, необходимое для набора бетоном достаточной прочности) на поверхность наносят арматуру из стекловолокнистого жгута с одновременным покрытием ее полимерным составом. Тонковолокнистость жгута обуславливает хорошую впитываемость полимера, в результате чего при напылении полимера стекловолокно пропитывается на всю глубину. После создания арматурного слоя наносят слой бетонной смеси.

На предел прочности на растяжение стекол влияют микроскопические дефекты и царапины на поверхности, для конструктивных целей в основном применяют стекло с прочностью на растяжение 50 МПа. Стекла имеют Модуль Юнга около 70 ГПа.[1].

Использование данного материала позволит:

- снизить стоимость крепления армированной набрызгбетонной крепи на 17%.
- плотное покрытие стекловолокном неравномерной поверхности позволит снизить расход бетонной смеси.

### Список литературы

1. Болтон У. Конструкционные материалы, металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Карманный справочник /Пер с англ. — М.: Додека-XXI, 2004. — 320 с.

## ОБ УСТОЙЧИВОСТИ И ДВИЖЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ МАСС И ПРОФИЛЯХ ОТКОСОВ И ОПОЛЗНЕЙ

**Заднепровский Р.П.**

Национальный НИИ инновационных технологий, г.Волгоград, РФ

Физические критерии устойчивости и вида профилей откосов и склонов на массивах дисперсных масс с относительно слабыми межчастичными связями определяются напряженным состоянием массивов, зависящего от соотношения внешних сил (и характера их изменения во времени) и фрикционных свойств пород массива, определяющих сопротивление скольжения по откосам и склонам. Общая теория трения автора [ 1 ] позволяет оценить сопротивление скольжению ( как аналога внутреннего трения с учетом внешнего давления – N, скорости движения V и времени контакта - t В общем случае, коэффициент трения

$$f = f_1 + f_2 \left[ \frac{P_0}{p_0 + N(C_0 + 1)} + \frac{C_0 N}{p_0 + N(C_0 + 1)} (1 - \exp(-At)) \right] (1 + \beta V) \exp(-nV), \quad (1)$$

где  $n, \beta, C_0, A_0$  - опытные коэффициенты, зависящие от физического состояния дисперсных масс,  $P_0, (p_0)$  - когезионное сцепление (и его потенциал),

$f_1, f_2$  - деформационный и когезионный коэффициенты трения. Для данного физического состояния и режима воздействия эти коэффициенты могут приниматься постоянными ( для некоторого диапазона изменения свойств тел).

Полученное общее уравнение для силы трения (как показано в работе [2]) для предельных параметров когезионной прочности представляет собой аналогию уравнения связи параметров прочности  $\sigma_c, \sigma_p, \tau$  - потенциалов сопротивления сжатию, растяжению, сдвигу. В этом случае

$$\tau = \tau_0 + f_1 \sigma_c + f_2 \sigma_c \sigma_p / (\sigma_c + \sigma_p) \quad (2)$$

Обозначив соотношения  $\sigma_p / \sigma_c = \alpha$  и  $1/(1+\alpha) = \beta$ , и учитывая возможность выражения аналогов коэффициентов трения через тангенсы условных углов внутреннего трения, получаем уравнение более удобное для графического анализа в виде

$$\tau = \tau_0 + \sigma_c \operatorname{tg} \varphi_1 + \sigma_p \beta \operatorname{tg} \varphi_2 \quad (.2a)$$

Параметры  $\alpha, \varphi$  являются характеристиками физического состояния тела при заданном режиме изменения напряжений ( скорости и времени нагружения). Физический смысл  $\tau_0$  определяется наличием потенциальной энергии при скольжении- сдвиге вследствие неоднородности физических свойств микрообъемов, их дискретности и различия ориентации вектора динамической деформации при действии внешних сил.

Полученное уравнение содержит 5 независимых параметров, имеющих краевые ограничения, в частности, по физическому смыслу величина  $0,5 < \beta < 1$  и если соотношение  $\tau / \sigma_c \leq 1$ , то и сумма  $f = f_1 + f_2 \beta \leq 1$ . Можно предположить, что для изотропного, термодинамически уравновешенного тела среднестатистическая величина этой суммы равна 0,5. Опыты с различными минеральными телами дают величину

$$f_1 = 0,1 - 0,6.$$

Более общее уравнение касательных сил скольжения, в котором все величины могут изменяться во времени под действием суммарного силового потенциала, является реологическим уравнением вида:

$$\tau = (\tau - \tau_0) / (\sigma + tE\varepsilon^* + \eta\varepsilon^* + \varepsilon\eta^*), \quad (3)$$

где  $t$  - время деформационного воздействия,  $E$  - упругая константа,  $\eta$  - характеристика вязкости,  $\varepsilon$  - деформация сдвига,  $\sigma$  - нормальное напряжение. Решение и анализ этого дифференциального уравнения требует специального рассмотрения.

Ниже, в частных задачах скольжения по склонам и критического состояния массива перед возможным оползнем используется уравнение (2) в виде

$$\tau = f_1 N + f_2 P_k^2 / (P_k + N) \quad (4)$$

Здесь  $N$ ,  $P_k$  - нормальное давление в данной плоскости (аналог  $\sigma_c$ ) и когезия (аналог прочности материала на растяжение -  $\sigma_p$ ).

Изменение углов профилей склонов и откосов зависит от соотношений предельных касательных и нормальных напряжений в массиве, собственного веса и внешних нагрузок. Цветков В.К (1983г) на основе теории прочности Мора получил уравнение связи угла наклона  $\alpha$  площадки сдвига для минимального значения коэффициента устойчивости откоса в виде:

$$\sin 2\alpha = -2\tau_{xz} / B \pm \sqrt{(D - B^2)(\sigma_z - \sigma_x) / B^2 D}, \quad (5)$$

$$\text{где } B = \sigma_z - \sigma_x + 2\sigma_B; D = 4\tau_{xz} + (\sigma_z - \sigma_x)^2.$$

Здесь  $\sigma_x, \sigma_z, \tau_{xz}$  - компоненты нормального и касательного напряжений. Это уравнение используется как основа для приближенного определения границы области пластичных деформаций в объеме массива под собственным весом грунта плотностью  $\gamma$ .

Ниже рассмотрены некоторые частные случаи устойчивости и движения протяженных, трапециодальных и конусных массивов при постоянной и динамической нагрузке с новым подходом к решению подобных задач на основе уравнений (2-4).

Уравнение профиля откоса в контактом массиве может быть получено при известном характере внешнего нагружения, статических характеристик неоднородности массива. Рассмотрим эту задачу в простом варианте для однородного массива с внешней погонной нагрузкой по длине поверхности массива -  $q$  (Рисунок 1).

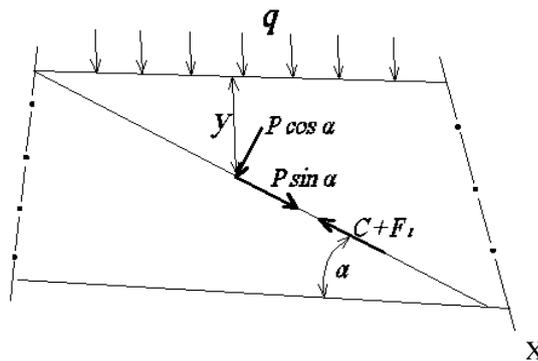


Рис.1. К задаче о критическом равновесии массива и вида профиля откоса

Уравнение равновесия элементарных сил на плоскости (длиной  $-x$ ) с углом  $\alpha$  при полной силе давления -  $P$  на поверхность массива от внешней погонной нагрузке  $-q$  (Па/м) и давления самого массива (с плотностью  $\gamma$  и ускорением  $-g$  при высоте слоя, координате-  $y$ )  $P = 0,5(qx + \gamma y)$  и касательных сил сопротивления скольжению в виде суммы

$$C + F_t = f_1 P \cos \alpha + f_2 \frac{P_k^2}{P_k + P \cos \alpha} \quad \text{имеет вид:}$$

$$P \sin \alpha = P f_1 \cos \alpha + (C + F_t) AB. \quad (6)$$

Здесь длина плоскости скольжения  $AB = \sqrt{x^2 + y^2}$ .

Учитывая выражение (4), в данном случае полная сила когезии (при прочности на растяжение -  $\sigma_p$ )  $P_K = \sigma_p \sqrt{x^2 + y^2}$ . В простейшем случае (при малой доле сил тяжести пласта в общем сопротивлении скольжению) когезионное сцепление грунта  $C = f_2 P_K$ . Соотношение координат  $y/x = \operatorname{tg} \alpha$ ,  $\cos^2 \alpha = x^2 / (y^2 + x^2)$ . Величина силы трения скольжения  $F_e$  учитывает существенную роль времени длительного контакта -  $t$  на величину коэффициента трения. После подстановки значений  $P$ ,  $P_K$  и  $C$  (с размерностью Па/м) и преобразований, уравнение (6) предельного равновесия приводится к виду:

$$0,5(qx + ygy) \sin \alpha \geq f_1 \frac{(qx + gy)}{2} \cos \alpha + f_2 \frac{P_K^2 (x + y)}{P_K (\sqrt{x + y}) + 0,5(xq + y\gamma) \cos \alpha} \quad (7)$$

Для критического напряжения (при различных соотношениях движущих сил и сил сопротивления и величины  $\operatorname{tg} \alpha = y/x$ ) получаем после преобразований этого уравнения:

$$y = f_1 x + f_2 \frac{2P^2 (x^2 + y^2)^2}{P(x^2 + y^2)(qx + \gamma y) + 0,5(qx + \gamma y)^2 f_1 x} \quad (8)$$

Анализ уравнения показывает нелинейность откоса в зависимости от соотношения величин коэффициентов трения и удельных нагрузок и приближается к линейному профилю при значительной величине координаты  $y$ . На рис. ? дан пример профилей откосов, которые могут меняться от односторонней вогнутости до S-образного сечения критической напряженности при определенных интервалах изменения соотношений размеров пласта с величинами давлений и параметрами свойств материала.

Для расчета и изображения критического профиля, у которого фронтальная длина откоса сопоставима с его высотой,  $f_1 = f_2 = \operatorname{tg} \varphi$ , а  $P$  близка к  $g\gamma$ , приближенное уравнение профиля имеет вид:  $y = P_K x / (y - x \operatorname{tg} \varphi) g\gamma$ . Примеры возможных профилей показаны на Рисунке 2.

Более общее уравнение касательных сил скольжения, в котором все величины могут изменяться во времени под действием суммарного силового потенциала, является реологическим уравнением вида:

$$\tau = (\tau - \tau_0) / (\sigma + tE\varepsilon^* + \eta\varepsilon^* + \varepsilon\eta^*), \quad (?)$$

где  $t$  - время деформационного воздействия,  $E$  - упругая константа,  $\eta$  - характеристика вязкости,  $\varepsilon$  - деформация сдвига,  $\sigma$  - нормальное напряжение. Решение и анализ этого дифференциального уравнения требует специального рассмотрения.

Ниже, в частных задачах скольжения по склонам и критического состояния массива перед возможным оползнем используется уравнение (2) в виде

$$\tau = f_1 N + f_2 P_k^2 / (P_k + N) \quad (4)$$

Здесь  $N$ ,  $P_K$  - нормальное давление в данной плоскости (аналог  $\sigma_c$ ) и когезия (аналог прочности материала на растяжение -  $\sigma_p$ ).

Изменение углов профилей склонов и откосов зависит от соотношений предельных касательных и нормальных напряжений в массиве, собственного веса и внешних нагрузок. Цветков В.К (1983г) на основе теории прочности Мора получил уравнение связи угла наклона  $\alpha$  площадки сдвига для минимального значения коэффициента устойчивости откоса в виде:

$$\sin 2\alpha = -2\tau_{xz} / B \pm \sqrt{(D - B^2)(\sigma_z - \sigma_x) / B^2 D}, \quad (5)$$

$$\text{где } B = \sigma_z - \sigma_x + 2\sigma_B; D = 4\tau_{xz} + (\sigma_z - \sigma_x)^2.$$

Здесь  $\sigma_x, \sigma_z, \tau_{xz}$  - компоненты нормального и касательного напряжений. Это уравнение используется как основа для приближенного определения границы области пластичных деформаций в объеме массива под собственным весом грунта плотностью  $\gamma$ .

Ниже рассмотрены некоторые частные случаи устойчивости и движения протяженных, трапециодальных и конусных массивов при постоянной и динамической нагрузке с новым подходом к решению подобных задач на основе уравнений (2-4).

Уравнение профиля откоса в контактом массиве может быть получено при известном характере внешнего нагружения, статических характеристик неоднородности массива. Рассмотрим эту задачу в простом варианте для однородного массива с внешней погонной нагрузкой по длине поверхности массива  $q$  (Рисунок 1).

? переделать а-схема сил, б- пример профильной X

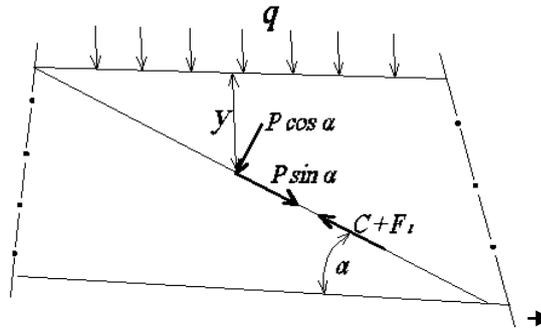


Рис.1. К задаче о критическом равновесии массива и вида профиля откоса

Уравнение равновесия элементарных сил на плоскости (длиной  $x$ ) с углом  $\alpha$  при полной силе давления  $P$  на поверхность массива от внешней погонной нагрузке  $-q$  (Па/м) и давления самого массива (с плотностью  $\gamma$  и ускорением  $-g$  при высоте слоя, координате  $y$ )  $P=0,5(qx+\gamma gy)$  и касательных сил сопротивления скольжению в виде суммы

$$C+F_t = f_1 P \cos \alpha + f_2 \frac{P_k^2}{P_k + P \cos \alpha} \quad \text{имеет вид:}$$

$$P \sin \alpha = P f_1 \cos \alpha + (C + F_t) AB. \quad (6)$$

Здесь длина плоскости скольжения  $AB = \sqrt{x^2 + y^2}$ .

Учитывая выражение (4), в данном случае полная сила когезии (при прочности на растяжение  $-\sigma_p$ )  $P_k = \sigma_p \sqrt{x^2 + y^2}$ . В простейшем случае (при малой доле сил тяжести пласта в общем сопротивлении скольжению) когезионное сцепление грунта  $C = f_2 P_k$ . Соотношение координат  $y/x = \tan \alpha$ ,  $\cos^2 \alpha = x^2 / (y^2 + x^2)$ . Величина силы трения скольжения  $F_t$  учитывает существенную роль времени длительного контакта  $t$  на величину коэффициента трения. После подстановки значений  $P$ ,  $P_k$  и  $C$  (с размерностью Па/м) и преобразований, уравнение (6) предельного равновесия приводится к виду:

$$0,5(qx + ygy) \sin \alpha \geq f_1 \frac{(qx + gy)}{2} \cos \alpha + f_2 \frac{P_k^2 (x + y)}{P_k (\sqrt{x + y}) + 0,5(xq + y\gamma g) \cos \alpha} \quad (7)$$

Для критического напряжения (при различных соотношениях движущих сил и сил сопротивления и величины  $\tan \alpha = y/x$ ) получаем после преобразований этого уравнения:

$$y = f_1 x + f_2 \frac{2P^2 (x^2 + y^2)^2}{P(x^2 + y^2)(qx + \gamma gy) + 0,5(qx + \gamma gy)^2 f_1 x} \quad (8)$$

Анализ уравнения показывает нелинейность откоса в зависимости от соотношения величин коэффициентов трения и удельных нагрузок  $f$  и приближается к линейному профилю при значительной величине координаты  $y$ . На Рисунке 2 даны примеры профилей откосов, которые могут меняться от односторонней вогнутости до S-образного сечения критической напряженности (при определенных интервалах изменения соотношений размеров пласта с величинами давлений и параметрами свойств материала).

Для расчета и изображения критического профиля, у которого фронтальная длина откоса сопоставима с его высотой,  $f_1 = f_2 = \text{tg } \varphi$ , а  $P$  близка к  $g\gamma$ , приближенное уравнение профиля имеет вид:  $y = P_K x / (y - x \text{tg } \varphi) g\gamma$

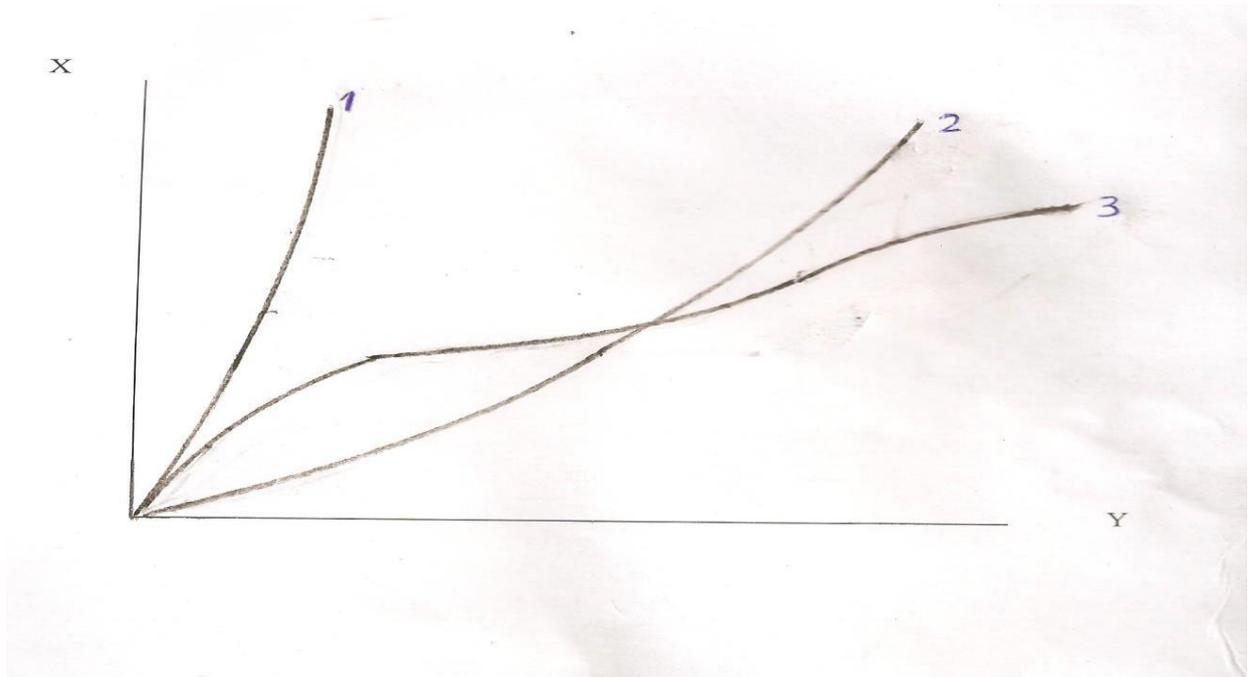


Рис.2. Возможные кривые критического состояния и конечных профилей по уравнениям равновесия (7–8).

Для глинистых пород при индексе текучести 0,1-0,5 величина когезионного сцепления  $P_K = 1-10$ кПа, при тангенсе угла трения  $\text{tg } \varphi = 0,4 - 0,55$ . Для глин естественной влажности величина  $P_K = 30-80$  кПа,  $f = 0,1-0,3$ ; для песчаных грунтов, соответственно – 3-6 кПа и 0,5-0,7. Вид полученных профилей удовлетворительно соответствует реальным профилям длительного образования (например, береговых откосов легких пород).

Ниже даны некоторые частные решения об углах откосов и коэффициентах трения тел различного физического состояния

Об угле естественного откоса порошковых тел.

Эти углы образуют свободно лежащие порошки образуя конусообразные тела и откосы, где угол между образующей откоса и горизонтальной плоскостью принято называть углом естественного откоса-  $\phi$  (см. рис.3). Для данного случая  $N = gh\gamma$ . Поскольку площадь сечения геометрической фигуры порошкового тела пропорционально ее высоте, осредненная величина коэффициента трения  $f_1 = 0,5 \text{tg } \alpha$ . Если основной связующей силой влажных порошков является капиллярный потенциал, то осредненная величина  $f_2 =$

$\frac{\int (p_{кп} dh) / (p_{кп} + gh\gamma)}{H}$ . После интегрирования для краевых условий  $h=H$ , получим:

$$f_{2c} = (p_{кп} / Hg) \ln \frac{p_{кп} + gH\gamma}{p_{кп}} \quad (9)$$

Тангенс угла естественного откоса определится из выражения:  $\text{tg } \phi = 0,5 \text{tg } \alpha + f_{2c}$

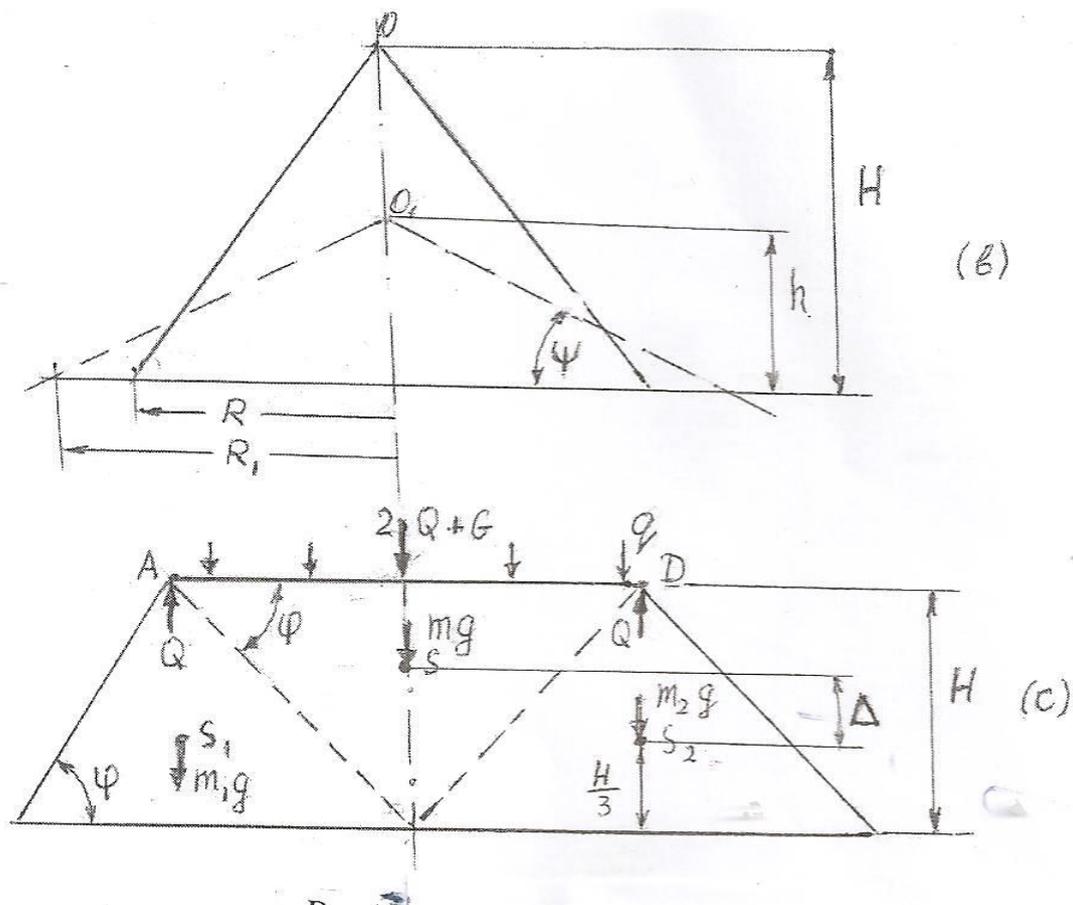


Рис.3. К расчету углов откоса

Капиллярный потенциал  $p_{кп} = 2\sigma \cos \Theta / r$ , где  $\Theta$  - угол смачивания жидкой фазой частиц порошка,  $\sigma$  - поверхностное натяжение жидкости. Например, при  $p_{кп} = 0,5\gamma gh$ ,

$\text{tg } \alpha = 0,55$  величина  $\text{tg } \phi = 0,38$ .

Особенности трения скольжении порошков.

Для порошковых тел без адгезионно-когезионного взаимодействия между частицами сопротивление скольжению под углом к горизонтали  $\alpha$  определяется коэффициентом трения  $f = \text{tg } \alpha$ , давлением и гранулометрическим составом порошка (формой частиц и плотностью упаковки). Для плотной упаковки частиц одинакового размера  $\text{tg } \alpha = 0,6$ . При наличии фракций разного размера  $r_n$  угол  $\alpha$  медленно растет соответственно некоторой геометрической прогрессии. Из геометрических соотношений величина

$$\text{tg } \alpha_n = \frac{r_n}{\sqrt{(r_n + r_{n+1})^2 + r_n^2}}. \text{ Доля влияния каждой фракции соответствует соотношению } (r_{n+1} / r_n)^3. \text{ При}$$

шаговом размере фракций равном 2, коэффициент трения

$$\text{tg } \alpha = f = 0,6(\text{tg } \alpha_1 / 2 + \text{tg } \alpha_2 / 4 + \dots \text{tg } \alpha_n / 2^{n-1}) \quad (10)$$

Средняя доля размера фракций может быть выражена для принятого шага в

виде:  $v = (1 + 0,5 + 0,5^2 + 0,5^3 + \dots + 0,5^n)$ . Например, для четырех членов  $v = 0,466$  и коэффициент трения  $f = 0,56$ . При известном гранулометрическом составе порошковых тел для расчета уточненного эффективного размера фракций можно использовать различные интегральные формулы (например, формулы Козени, Ларионова и др.) Анализ вышесказанного позволяет оценить коэффициент трения порошков:  $f = 0,47 - 0,66$ , что весьма близко к опытным величинам для сухого песка. Для влажного мелкозернистого порошка существенное значение для трения имеют капиллярный потенциал

$$\text{В этом случае } f = f_1 + p_{кп} / (p_{кп} + N) = f_1 + f_2 \quad (11)$$

Капиллярная составляющая  $f_2$  может приближаться к величине  $f_1$  в зависимости от размера частиц и влажности.

Об условном коэффициенте трения и скольжении вязкопластичного тела.

При относительном движении капиллярно-пористых тел, разделенных условным вязким слоем скорость скольжения можно определить из дифференциального уравнения движения вязкого слоя:

$$-\lambda V = NdV / gdt \quad (12)$$

При ламинарном течении  $\lambda V = \lambda \sqrt{p/\gamma}$ , где  $\lambda$  - коэффициент сопротивления,  $p$  - разность потенциалов давления,  $\gamma$  - объемный вес. Используя уравнение

Ньютона для вязкого трения в виде  $p = \mu dV / dH$  и выражая потенциальный

барьер  $H = N/\gamma g$ , получим соотношение между коэффициентом сопротивления и вязкостью  $\mu$  в виде при  $p = N$  в виде:  $\lambda = \mu \gamma g / N$ .

С учетом этого решение уравнения (12) примет вид:

$$V = V_0 \exp(-Bt) + V_K, \quad (13)$$

где  $B = \mu \gamma g^2 / N^2$  и условный коэффициент трения

$$f = \frac{\mu \gamma g}{N^2} (V_0 \exp(-Bt) + V_K) \quad (14)$$

$$rB \varepsilon_0 (1 - W)$$

Установившаяся скорость  $V_K = \frac{rB \varepsilon_0 (1 - W)}{12\mu} (p + gh \gamma) / x$ , по существу, выражает скорость фильтрации

на конечной длине слоя -  $x$ . Здесь:  $\varepsilon_0$  - коэффициент пористости.

Проницаемость пластичных тел зависит от эффективного радиуса пор  $r$  и молекулярно-адсорбционного потенциала воздействия твердой и жидкой фазы, в результате чего жидкость претерпевает структурные превращения, приближаясь к свойствам твердой фазы на границе раздела фаз. В первом приближении это можно выразить коэффициентом структуризации  $0 \leq k_C \leq 1$ . При  $k_C \geq 0$  закон Паскаля о распределении гидростатического давления выполняется частично, в соответствии

с этим коэффициентом. В этом случае уравнение равновесия при скольжении

$$\text{примет вид: } N(1 - k_C) = \mu V / rB + p_{КП} = f_{Ж} N.$$

С учетом конечного значения скорости (для установившегося движения), получим коэффициент жидкостного трения (при просачивании):

$$f_{Ж} = \frac{\varepsilon(1 - W)}{12x} + \frac{P_{КП}}{P_{КП} + N} = f_{0Ж} + f_{1Ж} \quad (15)$$

К определению угла откоса трапециодального массива (рис.3с).

Если на массив действует удельная нагрузка  $-q$  (по ширине и длине массива  $B$  и  $L$ ), то с некоторым приближением (при незначительной величине когезионного сцепления) можно использовать эквивалентную схему массива как сочетание равносторонних треугольников, высота которых определяет толщю основания и согласуется с углом трения при суммарной нагрузке (для данной схемы)  $2Q + G$ . Здесь  $G$  - давление части пласта от собственного веса. Массы внутренних треугольников, составляющий данный массив:

$m = \gamma L H^2 / 4 \operatorname{tg} \phi$ .  $m_1 + m_2 = L H^2 \operatorname{tg} \phi \gamma$ . Соответствующие силы тяжести приложены к центрам масс  $-S$  треугольных сечений. При превышении предельной равновесной нагрузки происходит смещение начального центра тяжести на величину  $-\Delta = A/2Q$ . Эквивалентная работа на это смещение

$$A = (2QB/3 + \gamma B^3 Lg) / 8 \operatorname{tg}^2 \phi - H/3 [LH^2 / 2(\operatorname{tg} \phi - f) \gamma g + 2Q] \quad (16)$$

Таким образом угол естественного откоса зависит от фактической деформации равной перемещению центров тяжести эквивалентных сечений массива.

Угол откоса при динамической отсыпке.

Общая динамика образования откосов при отсыпке сыпучих пород рассмотрена в работе [2]. На Рисунке 4 показана схема задачи при отсыпке конуса частицами дисперсной массы с начальной скоростью движения, определяемой равенством потенциальной энергии сброса с высоты и конечной осредненной скоростью частиц.

Динамическая энергия при подходе к точке А гасится на пути  $AA_1 = x_1$  при скорости

$$V_1 = \sqrt{2gx(\sin \alpha - f \cos \alpha)}. \text{ Скорость } V_2 = V_1 \cos \alpha, \quad V = V_1 \sqrt{1 + 2\cos \alpha} \text{ и величина}$$

$$x_1 = V^2 / (1 - 2\cos \alpha) 2g(\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad (17)$$

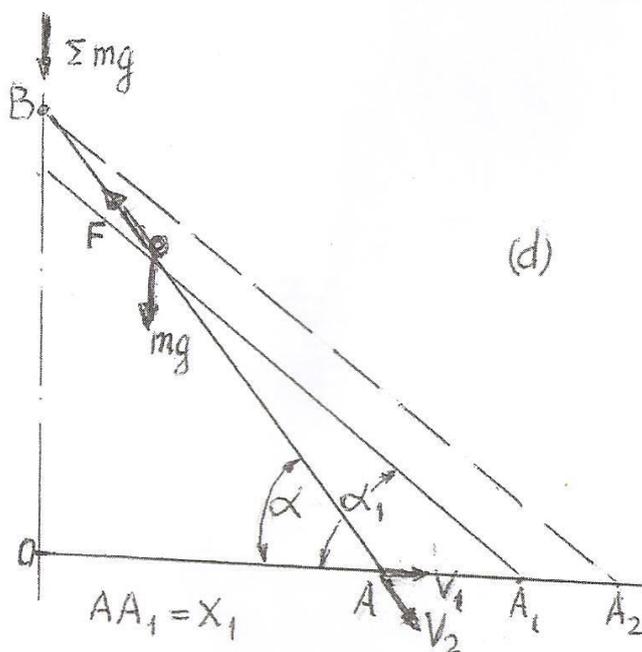


Рис.4. К расчету угла откоса при динамической отсыпке.

При равенстве кинетической и потенциальной энергий на пути горизонтального перемещения имеем :

$V^2 / 2(1 + 2\cos \alpha)^2 = x_1 fg$ ;  $\text{tg } \alpha_1 = L \sin \alpha / (L \sin \alpha + x_1)$ . Из указанных равенств получаем конечное значение угла откоса  $\phi = \alpha_1$  по уравнению:

$$\phi = \arctg\left(\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha + \frac{\sin \alpha - f \cos \alpha}{f(1 - 2\cos^2 \alpha)}}\right) \quad (18)$$

Расчеты показывают существенное снижение конечных углов откосов при динамической отсыпке. Например, при  $f = 0,6$  угле  $\alpha = 45 - 60^\circ$  конечное значение угла откоса составляет, соответственно, 35 и 32 градуса.

#### Список литературы

1. Заднепровский Р.П. Основные понятия и уравнения общей теории трения//Трение и смазка, 2007, №12. С.36-48
2. Заднепровский Р.П. О динамике образования откосов// Известия УГГУ (Екатеринбург), Горный журнал, 2011, №6. С.108-113

## СЕКЦИЯ №7.

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

#### СИЛОВЫЕ ФАКТОРЫ ЧЕТЫРЕХРОЛИКОВОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ПРАВКЕ ЛИСТА

Шинкин В.Н.

НИТУ «МИСиС», РФ, г.Москва

Введение. В первой части работы была предложена методика определения формы и кривизны  $\varepsilon$  (радиуса кривизны  $\rho$ ) стального листа при правке в четырехроликовой листопрямительной машине. Поэтому далее будем считать, что при правке листа кривизна листа, радиус кривизны листа, углы и координаты точек касания листа с роликами уже известны. Во второй части работы рассмотрим методику определения силовых факторов, действующих на стальной лист при правке в четырехроликовой листопрямительной машине.

Пусть  $t$  – шаг между нижними правильными роликами;  $H_i$  – величина обжатия срединной поверхности стального листа на  $i$ -ом правильном ролике (для нижних роликов положительным направлением обжатия считается направление вверх, для верхних роликов – вниз),  $h$  – толщина стального листа,  $R$  – радиус рабочих роликов,  $R_0 = R + h/2$ ;  $\sigma_T$ ,  $\nu$ ,  $E$ ,  $\Pi_p$  и  $\Pi_c$  – предел текучести, коэффициент Пуассона, модуль Юнга и модули упрочнения стали листа при растяжении и сжатии;  $\rho_i$  и  $\varepsilon_i = 1/\rho_i$  – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с роликами,  $\varphi_i$  – углы точек касания листа и роликов ( $i = 1 \dots 4$ ) (Рисунок 1).

Неограничивая общности будем считать, что нижние правильные ролики лежат на одном уровне ( $H_1 = H_3 = 0$  м).

При упругом изгибе стального листа при радиусе кривизны  $\rho$  коэффициент пружинения нейтральной линии листа  $\beta(\rho) = \infty$ ,  $\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ . При пластическом изгибе стального листа коэффициент пружинения нейтральной линии листа при радиусе кривизны  $\rho$  равен

$$\beta(\rho) = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Pi_p + \Pi_c}{2E}\right) \left(1 - 2 \frac{\rho\sigma_T}{hE}\right)^2 \left(1 + \frac{\rho\sigma_T}{hE}\right)}, \quad \rho < \rho_T = \frac{hE}{2\sigma_T}.$$

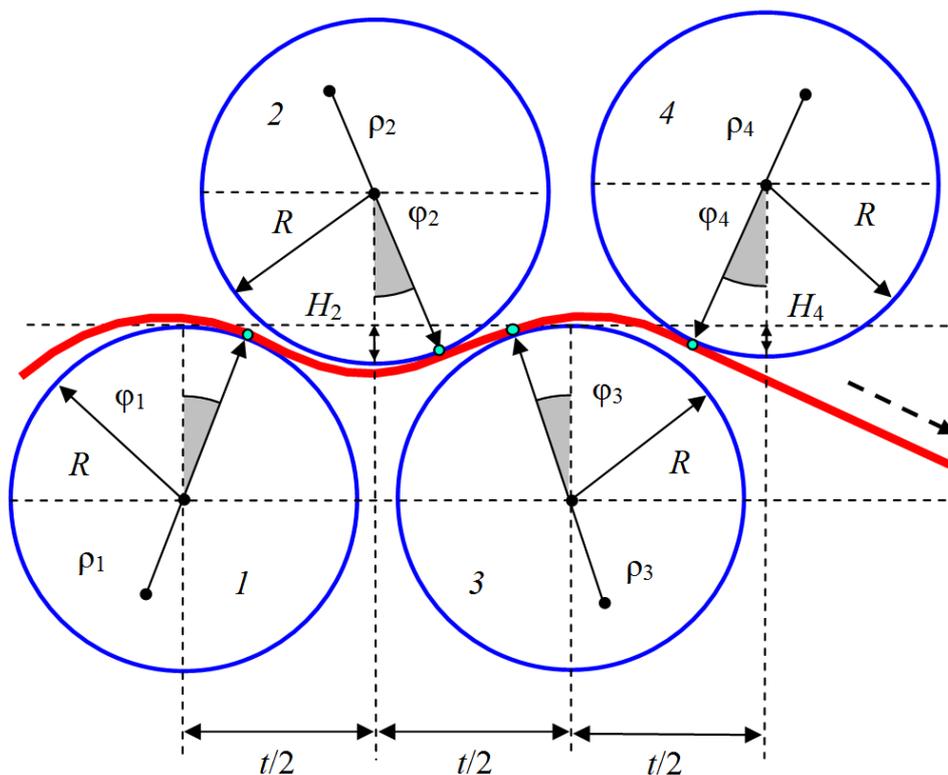


Рис.1. Форма листа между четырьмя рабочими роликами

При пластическом изгибе стального листа ( $\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) изгибающий момент в поперечном сечении листа равен

$$M(\rho) = \frac{bh^2\sigma_T}{12} \left( 3 - 4 \left( \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \right) + \frac{bh^3(\Pi_p + \Pi_c)}{24\rho} \left( 1 - 2 \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \left( 1 + \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right),$$

где  $b$  – ширина листа.

При упругом изгибе стального листа изгибающий ( $\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) момент в поперечном сечении листа равен

$$M = \frac{bh^3E}{12\rho}.$$

Пусть  $M_i$  – изгибающий момент стального листа в точках его касания с рабочими роликами листопрямильной машины:

$$M_1 = 0, \quad M_2 = M(\rho_2), \quad M_3 = M(\rho_3), \quad M_4 = 0.$$

Расчет силовых параметров четырехроликовой листопрямильной машины. Пусть  $N_i$ ,  $M_{pi}$  и  $F_{pi}$  ( $F_{pi} = M_{pi}/R$ ) – соответственно реакция опоры, вращательный момент (передаваемый от редуктора) и подающее усилие (сила подачи)  $i$ -го ролика ( $i = 1 \dots 4$ ) (Рисунок 2).

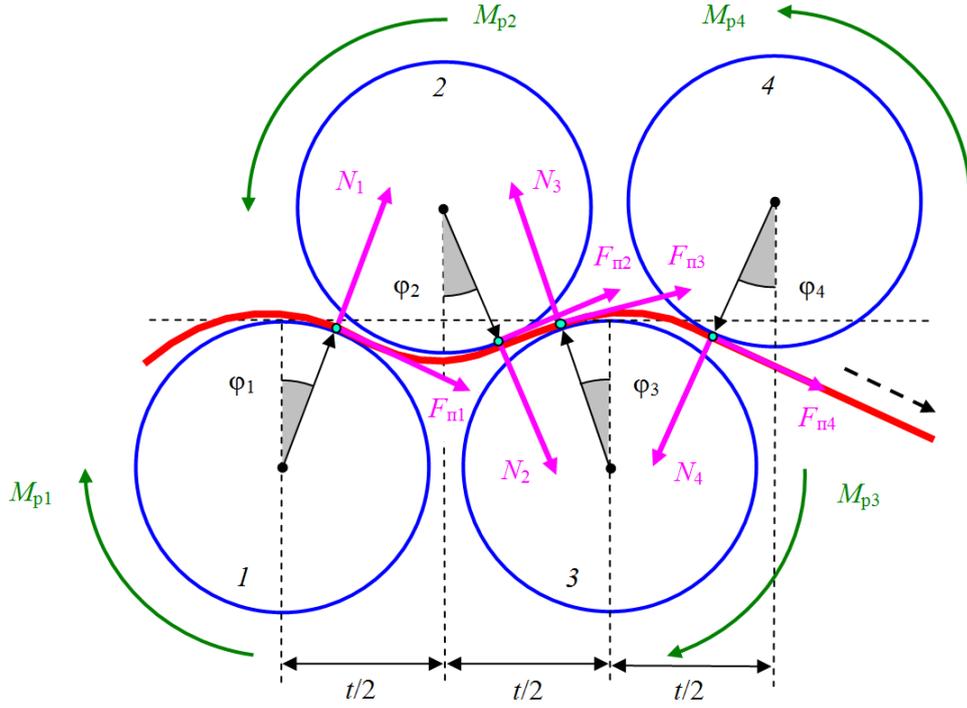


Рис.2. Силовые факторы, действующие на лист

Введем четыре локальных декартовых прямоугольных систем координат  $y-z$  в точках касания листа с рабочими роликами. Оси  $z$  направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси  $y$  – перпендикулярно к оси  $z$  в сторону центров соответствующих роликов. Пусть  $y_{ji}$  и  $z_{ji}$  – координаты касания листа с  $i$ -ым роликом в  $j$ -ой системе координат.

$$\begin{aligned}
 z_{21} &= \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \sin \varphi_2 \right) \cos \varphi_1 - \\
 &- [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \sin \varphi_1, \\
 y_{21} &= \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \sin \varphi_2 \right) \sin \varphi_1 + \\
 &+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \cos \varphi_1, \\
 z_{31} &= (t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_3) \cos \varphi_1 + \\
 &+ [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_1, \\
 y_{31} &= -(t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_3) \sin \varphi_1 + \\
 &+ [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_1, \\
 z_{41} &= \left( \frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \cos \varphi_1 - \\
 &- [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_1, \\
 y_{41} &= \left( \frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \sin \varphi_1 + \\
 &+ [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_1; \\
 z_{32} &= \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3 \right) \cos \varphi_2 +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_2, \\
y_{32} & = - \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3 \right) \sin \varphi_2 + \\
& + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_2, \\
z_{42} & = (t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_4) \cos \varphi_2 + \\
& + [H_2 - H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_2, \\
y_{42} & = -(t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_4) \sin \varphi_2 + \\
& + [H_2 - H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_2; \\
z_{43} & = \left( \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \cos \varphi_3 + \\
& + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_3, \\
y_{43} & = - \left( \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \sin \varphi_3 + \\
& + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_3; \\
z_{34} & = \left( -\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_3 + R_0 \sin \varphi_4 \right) \cos \varphi_4 - \\
& - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_4, \\
y_{34} & = \left( -\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_3 + R_0 \sin \varphi_4 \right) \sin \varphi_4 + \\
& + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_4.
\end{aligned}$$

Вычислим силовые факторы – реакции опор роликов на стальной лист.

$$\begin{aligned}
N_1 & = \frac{M_2 - F_{п1} y_{21}}{z_{21}}, \\
N_2 & = - \frac{M_3 - N_1 z_{31} - F_{п1} y_{31} + F_{п2} y_{32}}{z_{32}}, \\
N_3 & = \frac{M_4 - N_1 z_{41} - F_{п1} y_{41} + N_2 z_{42} + F_{п2} y_{42} - F_{п3} y_{43}}{z_{43}}, \\
N_4 & = - \frac{M_3 + F_{п4} y_{34}}{z_{34}}.
\end{aligned}$$

Полуширина площадки контакта между  $i$ -ым рабочим роликом и стальной полосой равна

$$B_i = \sqrt{4 \frac{N_i}{b} \left( \frac{1 - \nu_0^2}{\pi E_0} + \frac{1 - \nu^2}{\pi E} \right) \frac{(\rho_i - h/2)R}{(\rho_i - h/2 \mp R)}},$$

где  $E_0$  и  $\nu_0$  – модуль Юнга и коэффициент Пуассона металла рабочих роликов.

Знак «-» соответствует случаю, когда кривизна поверхности ролика и листа в точке их касания одинакова по знаку, а знак «+» соответствует случаю, когда кривизна поверхности ролика и листа в точке их касания различна по знаку (этот случай может наблюдаться на первом и последнем роликах).

Максимальное напряжение сжатия, действующее в области площадки  $i$ -го контакта, равно

$$\sigma_{\max, i} = \sqrt{\frac{1}{\pi^2 \left( \frac{1 - \nu_0^2}{\pi E_0} + \frac{1 - \nu^2}{\pi E} \right)} \frac{N_i (\rho_i - h/2 \mp R)}{b (\rho_i - h/2) R}},$$

Закключение. Получен метод расчета силовых параметров правки стального листа на четырехроlikовой листоправильной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству широкого толстого стального листа [1–75].

#### Список литературы

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироlikовой листоправильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироlikовой листоправильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироlikовой листоправильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироlikовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроlikовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироlikовой листоправильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестироlikовый режим предварительной правки стальной полосы на листоправильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с рисккой» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.

22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопрямильной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.
23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.
27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.
28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.
29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.
30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
31. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
34. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. С. 14–16.
35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. С. 25–29.
36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. С. 21–26.
37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // Производство проката. 2012. № 12. С. 19–24.
38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. С. 64–67.
40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 114–119.
41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. С. 96–99.
42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. С. 115–118.
43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. С. 74–78.

44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного прессы SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. С. 78–83.
45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. С. 73–77.
46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10–1. С. 153–157.
47. Шинкин В.Н. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 252–257.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямильной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 257–262.
49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатироликовой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 246–251.
50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 251–258.
51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямильной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.
52. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
53. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 145–151.
54. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 159–165.
55. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 165–171.
56. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.
57. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.
58. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного прессы SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.
59. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
60. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.
61. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямильной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.
62. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
63. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
64. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы

- теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.
65. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.
66. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.
67. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
68. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
69. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом изгибе // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 141–149.
70. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом кручении круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 127–134.
71. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом кручении // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 135–143.
72. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения при упругопластическом изгибе круглого бруса // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 49–56.
73. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения круглого бруса при упругопластическом изгибе // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 56–63.
74. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60–76.
75. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.

## УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЙ ИЗГИБ ЛИСТА ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРАВКЕ НА ЧЕТЫРЕХОЛИКОВОЙ МАШИНЕ

**Шинкин В.Н.**

НИТУ «МИСиС», РФ, г.Москва

Введение. Доля листового проката в общем объеме прокатного производства в России составляет более 40%. Постоянный рост объемов листового проката связан с развитием металлургических трубных заводов, магистральных газонефтепроводов, судостроения, капитального строительства, автомобильной, авиационной и электротехнической промышленности [1–75].

Листовая сталь подразделяется на толстолистовую (толщиной от 4 до 160 мм) и тонколистовую (толщиной до 3,9 мм включительно) горячей и холодной прокатки.

Горячекатаный листовой прокат основан на прокате стальной заготовки, нагретой до 1000–1300°C, на гладких или калиброванных роликах до получения необходимой толщины. Горячая правка поверхности листа используется в прокатных цехах при температуре 500–700°C сразу после выхода заготовок из клетки прокатного стана. Она не может обеспечить высокую точность плоскостности поверхности листов, так как в процессе остывания образуется волнистость краев или коробоватость центров листов.

Основной причиной неплоскостности листа является его неравномерное обжатие по ширине из-за неодинакового размера щели между прокатными роликами, которое влечет за собой разную по величине вытяжку отдельных участков листа – более обжатые участки получают большую вытяжку по длине листа, чем менее обжатые. Взаимодействие остаточных напряжений сжатия в более вытянутых участках и остаточных напряжений растяжения в менее вытянутых участках вызывает потерю устойчивости плоскостной формы листа.

Сталь листовая горячекатаная поставляется в рулонах и листах и используется как промежуточное сырье или в качестве самостоятельного строительного материала.

Холоднокатаный листовой прокат является одним из самых экономичных видов металлопродукции и происходит без нагревания. Из него можно изготавливать разнообразные штампованные и сварные изделия, отличающиеся меньшей массой по сравнению с литыми. Изготовление сварных труб из листового проката снижает расход металла на 10–15%.

На металлургических заводах почти весь выпускаемый листовой прокат (стальные листы толщиной до 50 мм и шириной до 5000 мм) проходит операцию холодной правки в листопрямительных многороликовых машинах [5, 6, 47–49, 51], которая является более производительным процессом по сравнению с поперечным изгибом на прессах и правкой растяжением. При этом достигают более высокую точность плоскостности поверхности листов в пределах 1–3 мм/м.

Правка листа на четырехроликовой листопрямительной машине. Полностью гидравлическая четырехроликовая правильная машина предназначена для холодной правки листа. Правка стального листа осуществляется четырьмя приводными правильными роликами – 2-мя верхними правильными роликами и 2-мя нижними правильными роликами. Нижние входные и выходные правильные ролики снабжены отдельными системами настройки их вертикального положения с помощью клиновых пар и гидроцилиндров с позиционным управлением.

Пусть  $t$  – шаг между нижними правильными роликами;  $H_i$  – величина обжатия срединной поверхности стального листа на  $i$ -ом правильном ролике (для нижних роликов положительным направлением обжатия считается направление вверх, для верхних роликов – вниз),  $h$  – толщина стального листа,  $R$  – радиус рабочих роликов,  $R_0 = R + h/2$ ;  $\sigma_T$ ,  $E$ ,  $\Pi_p$  и  $\Pi_c$  – предел текучести, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии;  $\rho_i$  и  $\varepsilon_i = 1/\rho_i$  – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с роликами,  $\varphi_i$  – углы точек касания листа и роликов ( $i = 1 \dots 4$ ) (Рисунок 1).

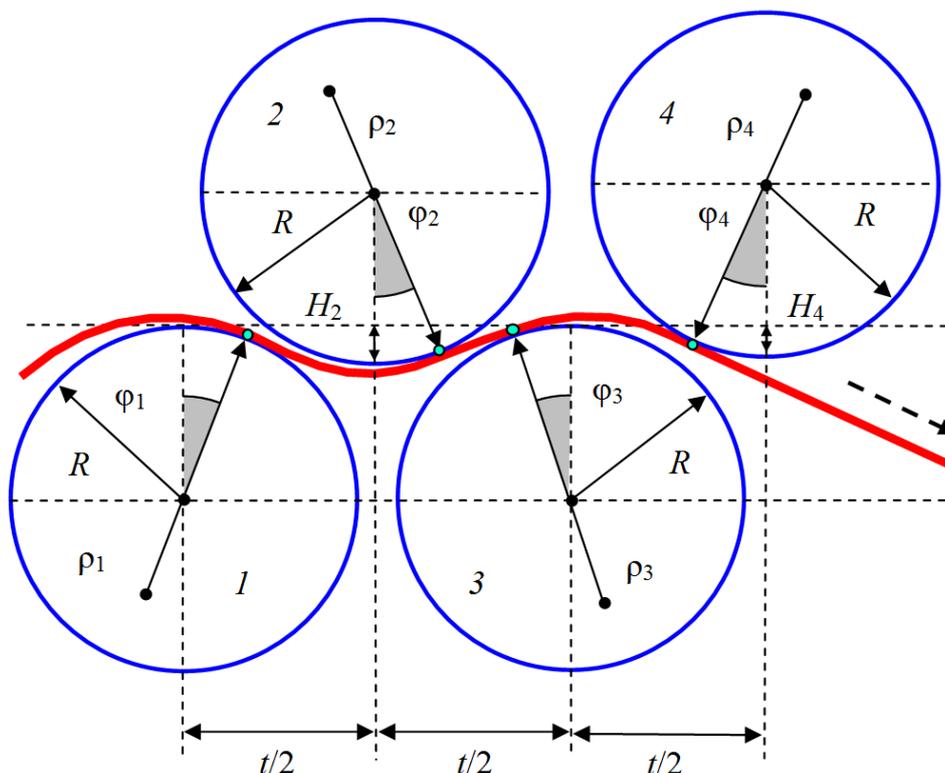


Рис.1. Правка листа четырьмя роликами листопрямительной машины

Далее будем считать, что два нижних правильных ролика лежат на одном уровне ( $H_1 = H_3 = 0$  м). Коэффициент сужения нейтральной линии листа при радиусе кривизны  $\rho$  равен [3, 5, 6]

$$\beta(\rho) = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Pi_p + \Pi_c}{2E}\right) \left(1 - 2 \frac{\rho \sigma_T}{hE}\right)^2 \left(1 + \frac{\rho \sigma_T}{hE}\right)}.$$

Введем четыре локальных декартовых прямоугольных систем координат  $y$ – $z$  в точках касания листа с рабочими роликами. Оси  $z$  направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси  $y$  – перпендикулярно к оси  $z$  в сторону центров соответствующих роликов. Будем аппроксимировать в этих системах

координат нейтральную линию листа (между соседними точками касания листа и роликов) с помощью кубических полиномов вида  $y(z) = a z^2 - b z^3$  (метод Шинкина [5, 6]).

Обозначим  $a_i$  и  $b_i$  – коэффициенты кубических полиномов в  $i$  – ой системе координат. Составим уравнения для коэффициентов кубических полиномов, кривизны и радиусов кривизны нейтральной линии листа в точках касания листа с роликами.

Первый и второй ролики

$$\begin{aligned}
 z_2 &= \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \cos \varphi_1 + \\
 &+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \sin \varphi_1, \\
 y_2 &= - \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \sin \varphi_1 + \\
 &+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \cos \varphi_1, \\
 a_1 &= \frac{3y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^2}, \quad b_1 = \frac{2y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^3}, \quad \varepsilon_{1,2} = 2a_1, \\
 \varepsilon_{2,1} &= \frac{2a_1 - 6b_1z_2}{\left[ 1 + (2a_1z_2 - 3b_1z_2^2)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{1,2} = \frac{1}{2a_1}, \quad \rho_{2,1} = \frac{1}{\varepsilon_{2,1}};
 \end{aligned}$$

Второй и третий ролики

$$\begin{aligned}
 z_3 &= \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \cos \varphi_3 \right) \cos \varphi_2 + \\
 &+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_2, \\
 y_3 &= - \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \cos \varphi_3 \right) \sin \varphi_2 + \\
 &+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_2, \\
 a_2 &= \frac{3y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^2}, \quad b_2 = \frac{2y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^3}, \quad \varepsilon_{2,3} = 2a_2, \\
 \varepsilon_{3,2} &= \frac{2a_2 - 6b_2z_3}{\left[ 1 + (2a_2z_3 - 3b_2z_3^2)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_2 = \rho_{2,3} = \frac{1}{2a_2}, \quad \rho_3 = \rho_{3,2} = \frac{1}{\varepsilon_{3,2}};
 \end{aligned}$$

Третий и четвертый ролики

$$\begin{aligned}
 z_4 &= \left( \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \cos \varphi_4 \right) \cos \varphi_3 - \\
 &- [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_3, \\
 y_4 &= \left( \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \cos \varphi_4 \right) \sin \varphi_3 + \\
 &+ [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_3, \\
 a_3 &= \frac{3y_4 - \operatorname{tg}(\varphi_3 + \varphi_4)z_4}{z_4^2}, \quad b_3 = \frac{2y_4 - \operatorname{tg}(\varphi_3 + \varphi_4)z_4}{z_4^3}, \quad \varepsilon_{3,4} = 2a_3,
 \end{aligned}$$

$$\varepsilon_{4,3} = \frac{2a_3 - 6b_3z_4}{\left[1 + (2a_3z_4 - 3b_3z_4^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{3,4} = \frac{1}{2a_3}, \quad \rho_{4,3} = \frac{1}{\varepsilon_{4,3}}.$$

Граничные условия задачи имеют вид

$$\rho_{1,2} = \rho_1, \quad \rho_{2,1} = -\rho_{2,3}, \quad \rho_{3,2} = -\rho_{3,4}, \quad \rho_{4,3} = \beta(\rho_{3,4})\rho_{3,4}.$$

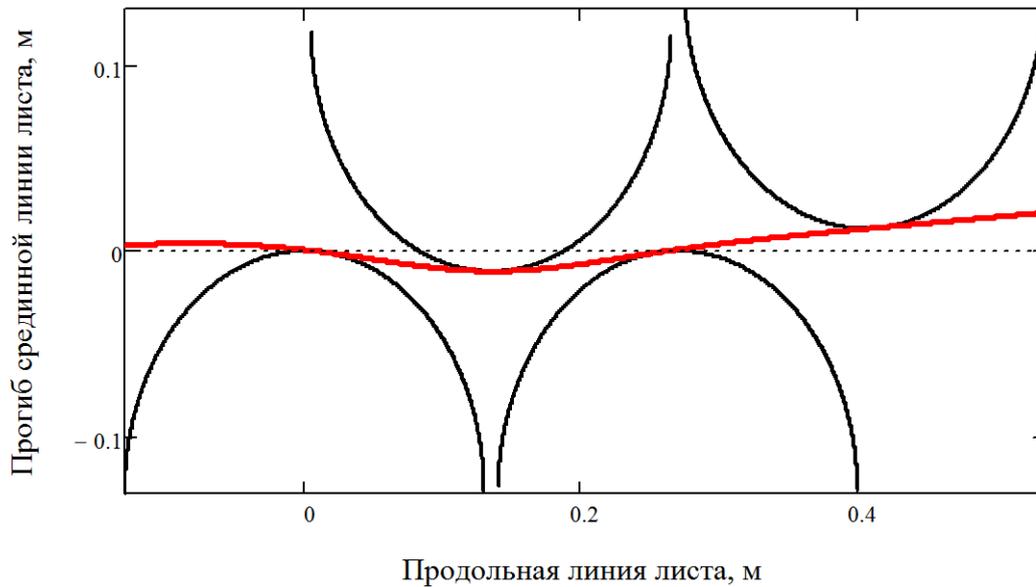


Рис.2. Прогиб листа между четырьмя роликами машины

Результаты расчетов. Решая систему уравнений при  $t = 0,27$  м,  $R = 0,125$  м,  $h = 0,01$  м,  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па,  $\sigma_T = 500 \cdot 10^6$  Па,  $H_1 = H_3 = 0$  м,  $H_2 = 0,011$  м,  $H_4 = -0,012$  м и  $\rho_1 = -1$  м, получаем  $\rho_2 = 0,407$  м,  $\rho_3 = -1,857$  м,  $\rho_4 = -261,056$  м,  $\varphi_1 = 5,45^\circ$ ,  $\varphi_2 = 0,23^\circ$ ,  $\varphi_3 = 6,37^\circ$ ,  $\varphi_4 = 3,91^\circ$ ,  $\varepsilon_1 = -1$ ,  $\varepsilon_2 = 2,460$ ,  $\varepsilon_3 = -0,538$ ,  $\varepsilon_4 = -0,004$  (Рисунки 2–4).

На втором рабочем ролике доля пластической деформации по толщине листа должна составлять от 67% до 80%. Обжатие стального листа четвертым роликом подбирается так, чтобы точки касания стального листа тремя последними роликами практически лежали на одной прямой линии.

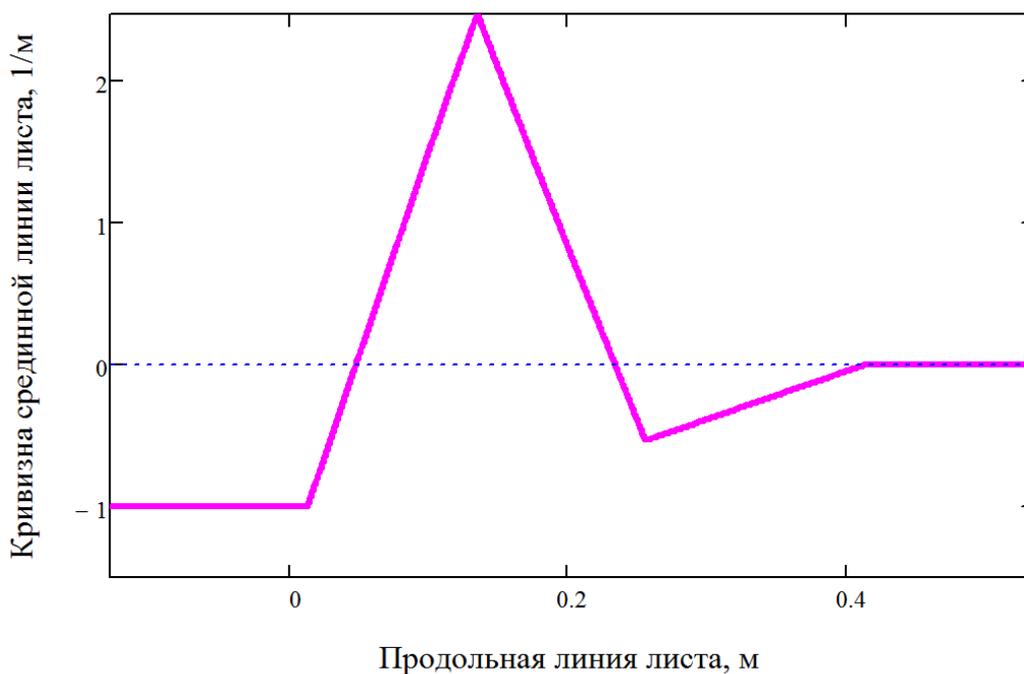


Рис.3. Кривизна листа между четырьмя роликами машины

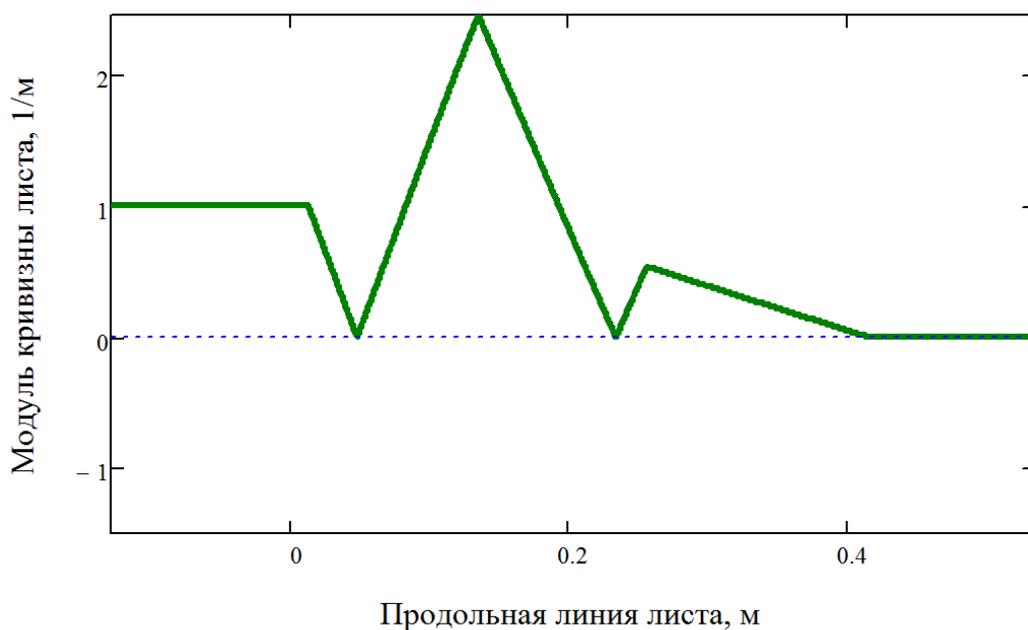


Рис.4. Модуль кривизны листа между четырьмя роликами машины

Заключение. Получен метод расчета технологических параметров правки стального листа на четырехроликовой листопрямительной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству широкого толстого стального листа [1–75].

#### Список литературы

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.

4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Соппротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопривальной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопривальной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопривальной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопривальной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопривальной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с рисккой» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «доньшками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопривальной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.
23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
24. Шинкин В.Н., Вандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.
27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.
28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при

- формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.
29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.
  30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
  31. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
  32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
  33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
  34. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. С. 14–16.
  35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. С. 25–29.
  36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. С. 21–26.
  37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // Производство проката. 2012. № 12. С. 19–24.
  38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
  39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. С. 64–67.
  40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 114–119.
  41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. С. 96–99.
  42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. С. 115–118.
  43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. С. 74–78.
  44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. С. 78–83.
  45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. С. 73–77.
  46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10–1. С. 153–157.
  47. Шинкин В.Н. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 252–257.
  48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямильной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 257–262.
  49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 246–251.
  50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы

- гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 251–258.
51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямительной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.
  52. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
  53. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 145–151.
  54. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 159–165.
  55. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 165–171.
  56. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.
  57. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.
  58. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного пресса SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.
  59. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатирولیковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
  60. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.
  61. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямительной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.
  62. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатирولیковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
  63. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
  64. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.
  65. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.
  66. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.
  67. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
  68. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
  69. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом изгибе // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 141–149.
  70. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом кручении круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 127–134.
  71. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом кручении // Современные тенденции развития

- науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 135–143.
72. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения при упругопластическом изгибе круглого бруса // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 49–56.
73. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения круглого бруса при упругопластическом изгибе // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 56–63.
74. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60–76.
75. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.

## **СЕКЦИЯ №8.**

### **ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)**

#### **ВЛИЯНИЕ ЗАМЕДЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА СООТВЕТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ ВОДИТЕЛЯ ТРЕБОВАНИЯМ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**Тихомиров С.И.**

ВорГТУ, РФ, г.Волгоград

Дорожно-транспортное происшествие ежегодно уносят жизни огромного количества людей, сопоставимого по населению с небольшим городом. Количество пострадавших и покалеченных жизней можно сопоставить уже с крупным районным центром Данное обстоятельство не может не тревожить и особенно в последнее время, государство активно старается снизить количество происшествий и сопутствующих их последствий.

Определение непосредственной причины каждого происшествия – это основная задача, которая позволит в дальнейшем предотвратить схожие по обстоятельствам происшествия или максимально минимизировать их последствия. Первоначально необходимо произвести тщательное расследование, понять и воссоздать картину дорожно-транспортного происшествия, выявить факторы способствовавшие возникновению и сопутствующие развитию дорожно-транспортного происшествия.

Зачастую как совокупность наложившихся друг на друга одновременно независимых факторов так и отдельно взятое обстоятельство приводят к трагическим последствиям. Их определение - достаточно сложная и нелёгкая задача.

Рассмотрим дорожно-транспортные происшествия которые произошли в сложных дорожных и метеорологических условиях, а именно в условиях ограничения обзорности, т.е. в тёмное (ночное) время суток при отсутствии искусственного освещения.

Учитывая имеющуюся дорожно-транспортную инфраструктуру, искусственное освещение проезжих частей в подавляющем случае отсутствует не только на междугородних направлениях, но и в городских границах.

При данных обстоятельствах скоростной режим транспортного средства устанавливается не имеющимися дорожными знаками ограничения скоростного режима (пункты 10.2 – 10.5 Правил дорожного движения), а регулируется требованием пункта 10.1 абзац 1 Правил дорожного движения согласно которого «водитель должен вести транспортное средство со скоростью, не превышающей установленного ограничения, учитывая при этом интенсивность движения, особенности и состояние транспортного средства и груза, дорожные и метеорологические условия, в частности видимость в направлении движения.

Иными словами, при выборе скорости движения водитель должен учитывать характеристику транспортного средства (динамику разгона и мощность двигателя, состояние тормозной системы, шин автомобиля, рулевого управления) и особенно параметры перевозимого груза, при наличии такового. Дорожные условия, среди которых определяющими являются ширина проезжей части и её состояние (сухая, влажная, обледенелая и т.п.), продольный и поперечный профили дороги, радиусы закруглений.

Во всех случаях скорость должна быть такой, чтобы водитель мог остановить транспортное средство в пределах просматриваемого участка с учётом внешних факторов. Водитель должен учитывать что с повышением скорости движения автомобиля его остановочный путь увеличивается в значительной степени

Описанные выше обстоятельства приводят к несколько противоречивым выводам. Если транспортное средство движется вне предела населённого пункта в ночное время суток со скоростью 90 км/ч – то с формальной точки зрения, в его действиях несоответствий требованиям Правил дорожного движения, при остановке последнего сотрудником ГИБДД, усматриваться не будет, поскольку его скоростной режим соответствует требованию пункта 10.3 абзац 1 Правил дорожного движения.

В случае возникновения дорожно-транспортного происшествия, в независимости от ее типа, столкновение или наезд ситуация будет выглядеть несколько в другом свете. Рассмотрим данное стечение обстоятельств более детально и с различных сторон: с юридической и технической.

Двигаясь по проезжей части в ночное время суток при включенном ближнем свете фар максимально допустимая скорость движения транспортного средства будет зависеть от предела видимости на данном участке проезжей части общей видимости проезжей части, которую можно рассчитать по следующей формуле:

$$V_a = 3,6 \cdot j_a \cdot T \cdot \left[ \sqrt{\frac{2 \cdot S_e}{j_a \cdot T^2} + 1} - 1 \right]; \quad (1)$$

где:

$T$  - суммарное время реакции водителя и срабатывания тормозной системы, с.

$t_1'$  - выбор водителем скорости ТС по условиям видимости элементов дороги в направлении движения, с;

$$T = t_1' + t_2 + 0,5 \cdot t_3 \quad (2)$$

$t_2$  - время запаздывания срабатывания тормозного привода, с;

$t_3$  - время нарастания замедления автомобиля, с.

$j_a$  - замедление технически исправного автомобиля, м/с<sup>2</sup>;

$S_e$  - дальность видимости элементов дороги, м.

Анализируя вышеприведённую формулу можно сделать вывод что максимально допустимая скорость движения транспортного средства зависит от общей видимости проезжей части и замедления транспортного средства. Первая устанавливается практическим способом путём проведения замеров в условиях места происшествия. Остаётся лишь параметр замедления транспортного средства, который влияет на максимально допустимую скорость.

Значение замедления транспортного средства зависит от множества факторов, среди которых влияние температуры окружающей среды.

Экспериментально установленное значение замедления транспортного средства в зависимости от температуры окружающей среды имеет следующие значения (график 1).

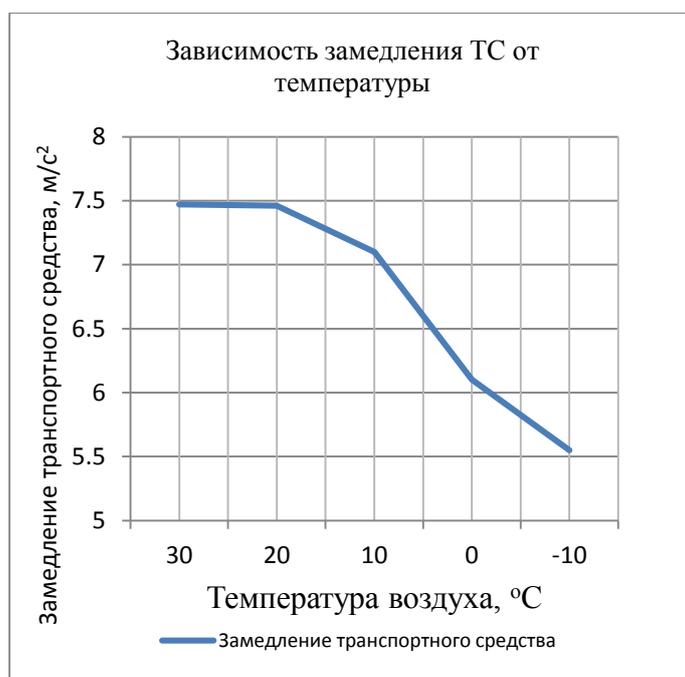


График 1. Зависимость замедления транспортного средства от температуры окружающей среды

Выходит что при движении транспортного средства в ночное время суток, допустимая скорость движения транспортного средства при движении на одном и том же участке в зависимости от температуры окружающей среды будет изменяться.

Рассмотрим данное изменение на конкретном примере: транспортное средство категории М1 при движении в тёмное время суток с включенным ближним светом фар, и общей видимости элементов проезжей части 42 метра.

Рассчитаем максимально допустимую скорость движения транспортного средства по формуле (1):

Сведём полученные результаты в таблицу данных (Табл.1):

Таблица 1

Варианты	$j_a, м / с^2$	$t, °C$	$V_0, км/ч$
1	7,5	30	91,8
2	5,6	-10	67,4

Учитывая полученные значения допустимой скорости движения по условиям видимости, водитель транспортного средства должен учитывать при движении не только установленные ограничения но и замедление транспортного средства, т.е возможность остановить автомобиль в интервале видимости. Как и указано в тексте пункта 10.1 абзац 1 Правил дорожного движения, учитывать метеорологические условия и видимость, которые напрямую влияют как на замедление транспортного средства, так и на допустимую скорость движения автомобиля.

При расследовании дорожно-транспортного происшествия, в случае несоответствия действительно установленной скорости движения автомобиля максимально допустимой скорости движения по условию видимости, даже если она не превышает имеющегося установленного ограничения.

Данное обстоятельство несомненно должны учитывать водители всех транспортных средств, и осознавать, что при возникновении дорожно-транспортного происшествия, их действия, будут рассматриваться экспертом-автотехником и учитывать все технические аспекты, способные сквозь технические нюансы произошедшего иначе разделить ответственность.

### Список литературы

1. Китайгородский Е. А. Исследование процессов торможения автомобилей зарубежного и отечественного производства. – М.: 2005.
2. Правила дорожного движения со всеми последними изменениями в правилах и штрафах 2015. – Москва : Эксмо, 2015. – 96 с.
3. Типовые экспертные методики исследования вещественных доказательств ч.1 под редакцией Ю.Д. Дильдина, В.В. Мартынова., 2010г.

4. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / Ю.Я. Комаров, С.В. Ганзин, Р.А. Жирков и др.; Под общей редакцией Ю.Я. Комарова и Н.К. Клепика. - М.: Горячая линия - Телеком, - 2012. - 290 с.

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ТОКСИЧНОСТЬ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ

Буравлев С.С.

СКФУ, РФ, г.Ставрополь

Парк автомобилей Российской Федерации за последние двадцать лет увеличился в два раза. Так, по итогам прошедшего 2015 года общее количество автомобилей составило порядка 54 млн. единиц, в том числе около 41 млн. приходится на сегмент легковых автомобилей, подавляющая часть которых находится в индивидуальном пользовании граждан.

Рост уровня автомобилизации населения России сопровождается комплексом проблем. Наиболее острой является экологическая проблема, непосредственно связанная с загрязнением окружающей среды отработанными газами автомобилей.

Основными государственными стандартами, регламентирующими экологические параметры автомобилей, находящихся в эксплуатации, являются ГОСТ Р 52033-2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами», ГОСТ Р 52160-2003 «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния». В соответствии с этими нормативными документами, при техническом осмотре должны контролироваться следующие параметры: содержание оксида углерода СО и углеводородов СхНу в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями, дымность отработавших газов автомобилей с дизелями.

Содержание СО и СхСу, согласно ГОСТ, контролируется на холостом ходу при двух частотах вращения коленчатого вала – минимальной и повышенной, объемная доля не должна превышать значений соответственно 0,3 – 3,5% и 200 – 2500 млн<sup>-1</sup> (0,02 – 0,25%) в зависимости от категории транспортного средства, частоты вращения коленчатого вала, наличия систем нейтрализации.

В настоящее время для контроля СО и СхНу используются 2-х – 4-х компонентные газоанализаторы не ниже второго класса точности. Предпочтительнее использовать 4-х компонентные анализаторы, обладающие большими функциональными возможностями, позволяющие измерять не только содержание СО и СхСу, но и содержание углекислого газа СО<sub>2</sub>, кислорода О<sub>2</sub>, определять значение коэффициента избытка воздуха  $\lambda$ . Контроль отработанных газов автомобилей, помимо влияния на загрязнение окружающей среды, позволяет объективно оценить техническое состояние двигателя автомобиля в совокупности с использованием мотор-тестера и сканера для диагностики.

В качестве объекта испытания был использован бензиновый двигатель внутреннего сгорания ВАЗ-21114. Токсичность отработанных газов контролировалась при помощи 4-х компонентного газоанализатора Инфракар, при этом имитировались типичные неисправности двигателя. Контроль токсичных компонентов производился до нейтрализатора отработанных газов, в соответствии с ГОСТ Р 52033-2003.

Для начала был произведен замер при технически исправном состоянии двигателя. При минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу  $n_{\min} = 800 - 1100$  об/мин, содержание токсичных компонентов составило:

- оксида углерода СО = 0,6%,
- углеводородов СхНу = 160 млн<sup>-1</sup>.

Коэффициент избытка воздуха  $\lambda = 1,04$ .

При повышенной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу  $n_{\text{пов}} = 2000 - 3500$  об/мин, содержание токсичных компонентов составило:

- оксида углерода СО = 0,5%,
- углеводородов СхНу = 90 млн<sup>-1</sup>.

Коэффициент избытка воздуха  $\lambda = 1,02$ .

Необходимо отметить небольшое превышение токсичных веществ в отработанных газах по сравнению с ГОСТ, что можно объяснить отсутствием нейтрализатора.

Далее производились измерения при некоторых неисправностях двигателя и были получены следующие результаты.

Неисправен датчик кислорода в отработанных газах (нет сигнала):

При минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу  $n_{\min} = 800 - 1100$  об/мин, содержание токсичных компонентов составило:

- оксида углерода  $CO = 1,1...4,5\%$ ,
- углеводородов  $CxHy = 200...380$  млн<sup>-1</sup>.

Коэффициент избытка воздуха  $\lambda = 0,95..0,98$ .

При повышенной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу  $n_{\text{пов}} = 2000 - 3500$  об/мин, содержание токсичных компонентов составило:

- оксида углерода  $CO = 0,5\%$ ,
- углеводородов  $CxHy = 90$  млн<sup>-1</sup>.

Коэффициент избытка воздуха  $\lambda = 1,02$ .

Неисправен датчик массового расхода воздуха (нет сигнала):

При минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу  $n_{\min} = 800 - 1100$  об/мин, содержание токсичных компонентов составило:

- оксида углерода  $CO = 0,6...0,9\%$ ,
- углеводородов  $CxHy = 160...200$  млн<sup>-1</sup>.

Коэффициент избытка воздуха  $\lambda = 1,08...1,20$ .

Отказ свечи зажигания:

При минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу  $n_{\min} = 800 - 1100$  об/мин, содержание токсичных компонентов составило:

- оксида углерода  $CO = 0,4\%$ ,
- углеводородов  $CxHy = 3000...3200$  млн<sup>-1</sup>.

Коэффициент избытка воздуха  $\lambda = 1,20...1,25$ .

Анализ результатов измерений токсичности отработанных газов автомобильного двигателя при вводе неисправностей показывает существенное превышение содержания как оксида углерода (CO), так и углеводородов (CxHy) по сравнению с ГОСТом. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что техническое состояние двигателя оказывает самое непосредственное влияние на токсичность отработанных газов.

#### Список литературы

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др.; Под ред. Е. С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2001 г. – 413 с.
2. ГОСТ Р 52033-2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами».

### СУХОГРУЗНЫЕ СУДА ПРЕДВОЕННЫХ ПРОЕКТОВ В ПРОГРАММЕ МОРСКОЙ КОМИССИИ США

**Борисенко А.К.**

МГУ имени адм. Г.И. Невельского, РФ, г.Владивосток

Основными типами сухогрузных судов в Долговременной программе Морской Комиссии США 1936 – 1940 годов были стандартные суда, известные как тип С1, С2, С3 и С4.

Наименьшие из этих судов, суда типа С1, строились на различных верфях и предназначались для трампового судоходства в мирное время. В дальнейшем этот тип судов получил развитие в виде подтипов С1-А, С1-В и С1-М (Табл.1). Внутри каждого подтипа имелись отличия в конструкции корпуса, типа главной машины и проч.

Технические характеристики стандартных судов

Параметры судна \ Тип	C1-A	C1-B	C1-M	C2	C3	C4
Длина наибольшая, м. (базового судна)	126,65	127,33	103,17	139,9	149,6	159,40
Ширина, м.	18,30	18,30	15,24	19,2	21,2	21,70
Высота борта, м.	11,4	11,4	8,8	12,5	12,9	
Осадка, м.	7,2	8,4	5,5	7,8	8,4	8,84
Дедвейт, т., с паровой турбиной.	6.240	7.815	--	9.365	12.12	
Дедвейт, т., с ДВС.	6.440	8.015	5.032	--	--	
Мощность главного двигателя, л.с.	4.000	4.000	1.750	6.000	8.500	9.900
Скорость, узлы	14,5	14,5	11	15,5	16,5	17
Количество построенных судов	68	101	266	173	465	75

Тип C1-A (Рисунок 1) – трёхпалубное шелтердечное судно, имело 5 трюмов общей кубатурой около 13 000 м<sup>3</sup>, лёгкую верхнюю палубу и открытые порты ко второй (главной) палубе. В качестве главного двигателя на 19 из них устанавливалась паровая турбина мощностью 4000 л.с., а на остальных - дизель такой же мощности. Первые кили этой серии были заложены в 1939 году.

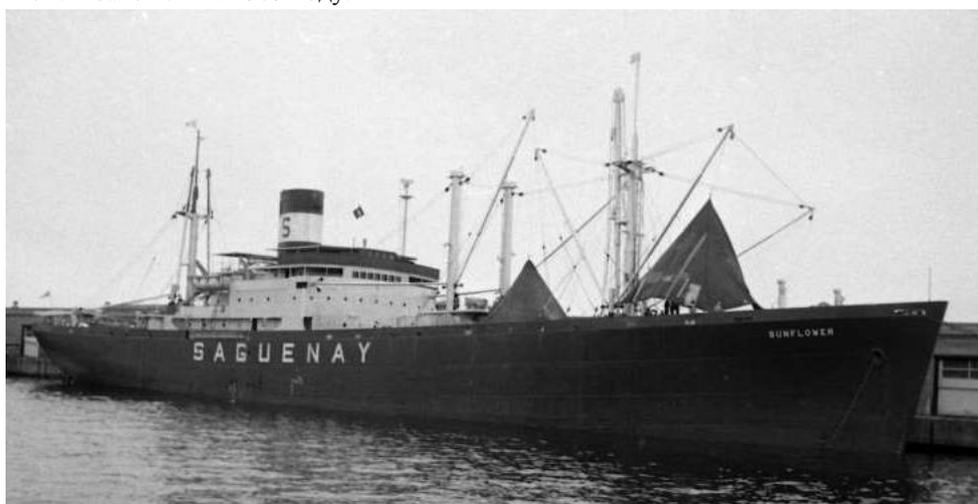


Рис.1. Сухогрузное судно типа C1-A

Суда типа C1-B (Рисунок 2) – трёхпалубные полнонаборные. Всего на шести американских верфях было построено 101 судно типа C1-B. На десяти из них в качестве главного двигателя использовалась паровая турбина мощностью 4000 л.с., а на остальных – дизель той же мощности.

В течение Второй мировой войны специально для Великобритании было построено 26 судов типа C1-S-AY1, которые несколько отличались от C1-B. Британцы использовали эти суда в качестве воинских транспортов.

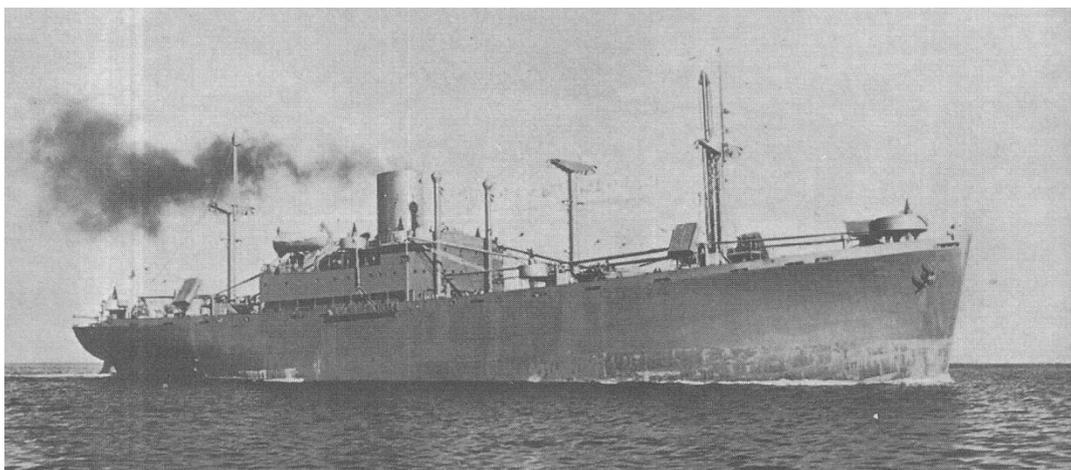


Рис.2. Сухогрузное судно типа C1-B

Суда типа C1-M (Рисунок 3) значительно отличались от остальных судов типа C1. Они были короче, уже, с кормовым расположением надстройки. Самым многочисленным был подтип C1-M-AV1. Приблизительно 266 судов этого подтипа было построено на 10 различных верфях. Кроме того, было построено четыре двухвинтовых лесовоза, один дизель электроход и пять судов с винтом регулируемого шага.



Рис.3. Сухогрузное судно типа C1-M-AV1

Суда типа C2 (Рисунок 4) были спроектированы под руководством Морской Комиссии в 1937-38 годах. Первоначально это было судно шельтердечного типа для перевозки генерального груза..



Рис.4. Сухогрузное судно типа C2-S-B1

В конструкцию корпуса судов типа С2 был внесён ряд упрощений, облегчающих их постройку и уменьшающих массу корпуса. Так, например, палубы были выполнены без погниби; настил второго дна – горизонтальный и доведён до борта. Шпангоуты перепущены в двойное дно, тем самым устранена скуловая кница, благодаря чему увеличена полезная кубатура трюма, уменьшена масса и облегчена сборка. Грузовые трюма обслуживались 5-тонными стрелами. Стрела грузоподъёмностью 30 тонн, нормально лежащая на палубе, могла быть установлена на обеих полумачтах, расположенных в нос от трюма №3. Всего было построено 173 судна этого типа, 17-ти различных подтипов, включая рефрижераторные суда.

Суда С3 (Рисунок 5) первоначально проектировались и строились как суда шелтердечного типа. В носовых трюмах предусматривалось три палубы, в кормовых - две. Нижние помещения в трюме №2 разделены продольной и поперечной переборками на диптанки, в которых можно было перевозить как сухой груз, так и нефтепродукты. В необходимых случаях они могли служить для балластирования судно. Суда типа С3 строились как в грузовом, так и в грузопассажирском вариантах. Корпус в значительной степени сварной: клёпкой выполнены соединения шпангоутов с бортовой обшивкой и пазы наружной обшивки. Этот тип судна был признан наиболее удачным в связи с его универсальностью. Всего между 1939 и 1947 годами было построено 465 судов этого типа.

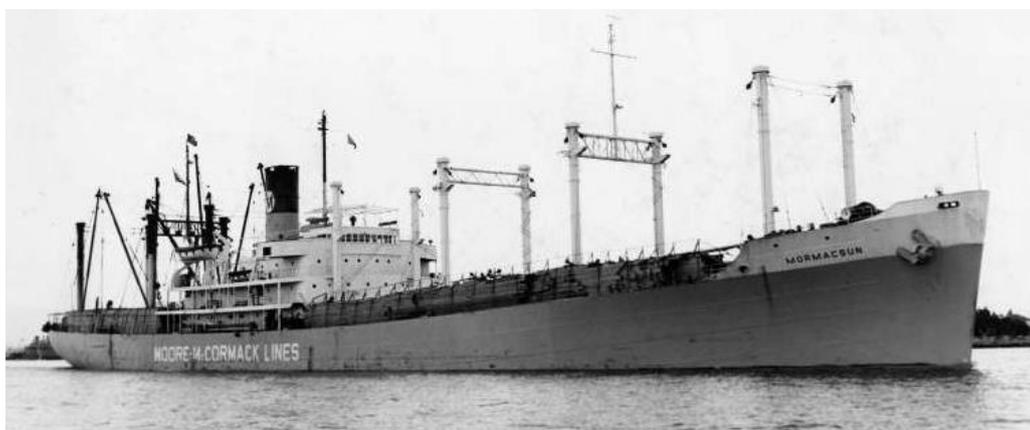


Рис.5. Сухогрузное судно типа С3-S-A2

Суда типа С4 (Рисунок 6) были наибольшими из стандартных судов, построенных под руководством Морской Комиссии. Проектирование началось в начале 1941 года для обслуживания Америко-Гавайской линии, и уже в конце 1941 года три судостроительных завода приступили к их постройке. Всего было построено 75 судов, в том числе 45 воинских транспорта (С4-S-A1, С4-S-A3), 14 госпитальных судов (С4-S-B2), 15 сухогрузных судов (С4-S-A4, С4-S-B5) и одно специализированное судно для перевозки танков (С4-S-B1).

Анализируя основные черты Долговременной программы судостроения, принятой в условиях мирного времени, можно отметить, что при заказах судов частными пароходными компаниями учитывались прежде всего экономические факторы, предпочтение отдавалось сложным в изготовлении паровым турбинам или дизелям. Такая техническая политика Морской Комиссии объяснялась преимуществами, которые кроются в их малых весах и габаритах, а так же значительно меньшем расходе топлива на лошадиную силу в час по сравнению с относительно простой, но менее эффективной паровой машиной.

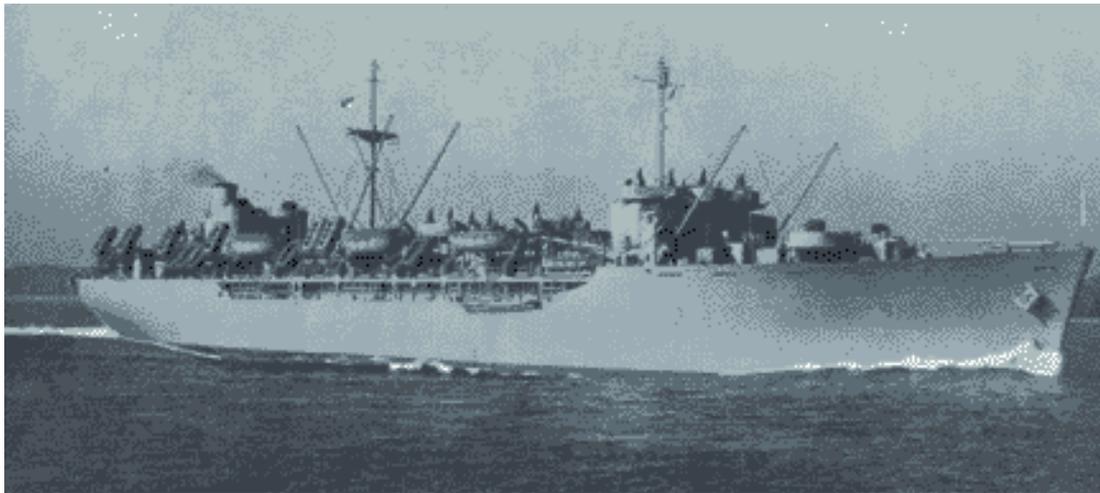


Рис.6. Военский транспорт С4-S-A3

Обращает на себя внимание также тенденция строить грузовые суда в основном среднего тоннажа (дедвейтом 10-11 тыс. тонн). Она, очевидно, диктовалась тем, что потеря среднего судна приносит меньший ущерб и вызывает меньшую утрату перевозимого груза, чем потеря крупного судна.

Характерной чертой транспортного судостроения США предвоенного периода является максимальное приспособление флота к эксплуатации его в условиях военного времени. Подавляющее большинство судов, построенных Морской Комиссии, спроектировано с учётом возможности быстрого оборудования на них артиллерийских установок, погребов боезапаса и т.п. Благодаря этому, их можно было без особого труда превратить во вспомогательные суда военно-морского флота.

#### Список литературы

1. Бронников А.В. Морские транспортные суда: Основы проектирования. – Л.: Судостроение, 1984. - 352с.
2. Килессо А.И. Вспомогательный флот империалистических государств. – Л.: Судпромгиз, 1955. – 504с.
3. Лайнер С.В. Транспортные суда военного времени. Опыт постройки морских транспортных судов в США, Англии, Германии и Японии в период второй мировой войны. – Л.: ЦНИИМФ, 1947. – 268с.
4. Лайнер С.В. Морские сухогрузные суда. – Л.: Судпромгиз, 1957. – 284с.
5. Македон Ю.А. Иностранный торговый флот после второй мировой войны. – Информационные материалы по строительству, ремонту и эксплуатации судов, 1946.
6. Ayre L. Amos. Merchant Shipbuilding during the war. – Paper of Eighty-seventh Session of the Institution of Naval Architects. – April 1946. – P. 1–28.
7. Bourneuf Gus. Workhorse of the Fleet. – American Bureau of Shipping, 1990 – 102 p.

#### **СЕКЦИЯ №9.**

#### **АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**

## СЕКЦИЯ №10. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

### АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ БЛАГОУСТРОЙСТВА И ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРЫШИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПО УЛИЦЕ ОКЕАНСКИЙ ПРОСПЕКТ, 83 В Г.ВЛАДИВОСТОКЕ

Поправко К.А., Тлустая С.Е.

ДВФУ, РФ, г.Владивосток

Чудесные панорамы – это уникальная особенность присущая далеко не каждому городу. Владивосток – это город сопок, моря и прекрасных видов, поэтому многоэтажное строительство, дающее возможность любоваться ими так популярно сейчас в местном строительстве.

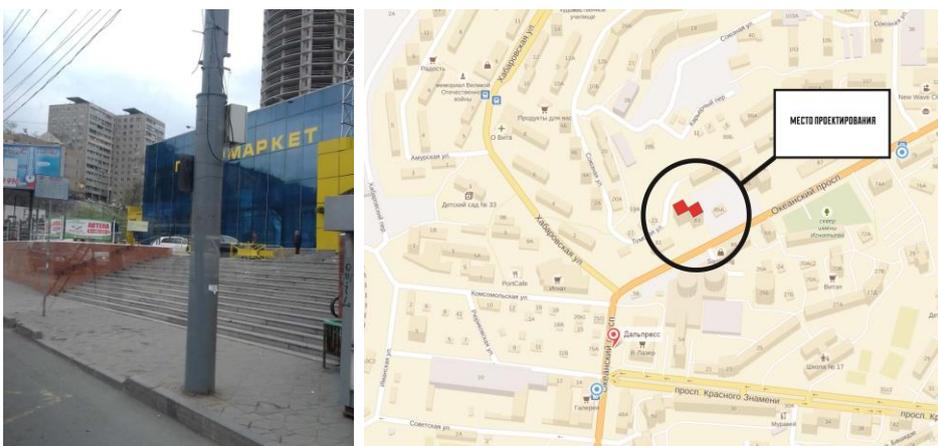


Рис.1. вид на здание по улице Океанский проспект, 83 города Владивостока, месторасположение построек

На Рисунке 1 указано место возможного озеленения крыши, данный ракурс можно увидеть с остановки Дальпресс, а так же дана схема расположения здания на карте. В данной статье предлагается проект озеленения крыши, расположенной по улице Океанский проспект 83, города Владивостока. Здание является жилым, многоквартирным, проект предлагает появления новой благоустроенной территории для жильцов данного дома. Пент хаус (в переводе с английского penthouse (‘penthaus) квартира на крыше небоскрёба) – это определение квартиры на верхнем этаже дома, выходящая на плоскую благоустроенную крышу. Прямой выход на эксплуатируемую кровлю – это возможность пользоваться таким преимуществом горожан, как пребывание на озелененной крыше и осмотра панорамных видов. Такая возможность может быть доступна и жителям обычного многоквартирного панельного дома.

Здание по улице Океанский проспект 83 расположено во Фрунзенском районе города Владивостока, этот район является одним из центральных имеет свою историю. Океанский проспект – это одна из трех центральных улиц. Застройка рассматриваемых нами панельных домов началась в начале семидесятых годов двадцатого века [3]. На крышах данных многоэтажных домов предполагалась эксплуатируемая кровля для летнего солярия. Данная функция присуща и в проекте благоустройства крыши.

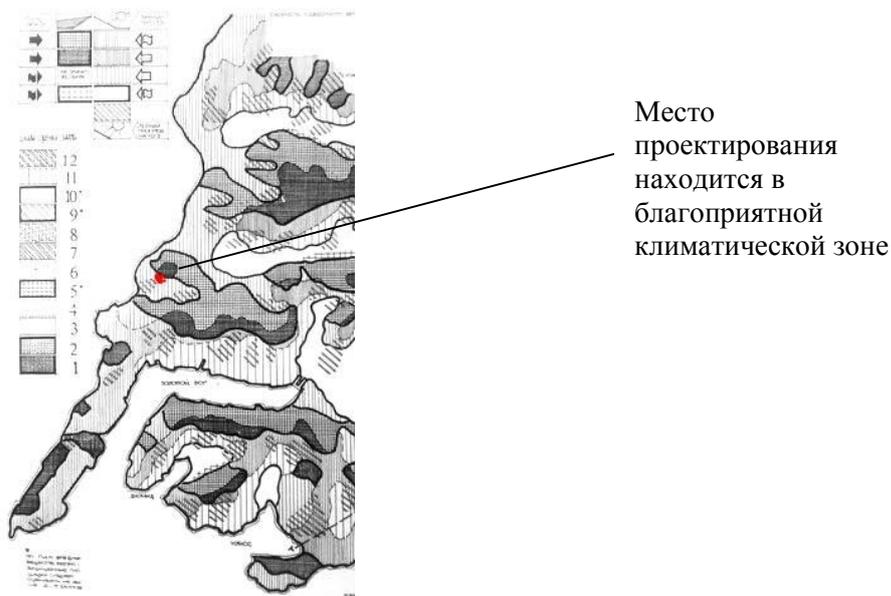


Рис.2. Место проектирования, оценка территории города Владивостока по годовому ветровому и инсоляционному режиму

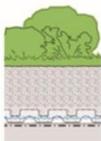
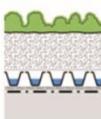
При проектировании озелененной благоустроенной кровли необходимо учитывать климатический фактор. На карте оценки территории города Владивостока по годовому ветровому и инсоляционному режиму (Рисунок 2) можно видеть, что территория находится в благоприятной зоне, имеет зимний и летний прогрев, скорость ветра менее 5 м/с [1]. Данные условия являются благоприятными относительно климатических условий города, но не стоит забывать, что Владивосток находится в условиях умеренного муссонного климата, поэтому ураганный ветер, тайфуны не являются для нас редкостью, данные погодные условия являются фактором, влияющим на ход проектирования.

В Табл.1 представлены схемы устройства озеленения крыш. Рассмотрим типы озеленения в данной таблице:

- 1) система «сад на крыше» предполагает большой объем земельного покрова, который позволяет произрастать на крыше кустарникам и некоторым видам деревьев,
- 2) система «Травяной газон», «Мелкий кустарник» имеет меньшую толщину плодородного слоя, так же сохраняя гидроизоляционные и дренажные свойства,
- 3) система «Временный сад», в котором все растения выносятся на кровлю временно и необходимости их можно убрать [2].

Таблица 1

Схема типов озеленения эксплуатируемой крыши

СХЕМА УСТРОЙСТВА	ПРИМЕРЫ	ТИПЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ
		<b>СИСТЕМА «САД НА КРЫШЕ»</b>
		<b>СИСТЕМА «ТРАВЯНОЙ ГАЗОН», «МЕЛКИЙ КУСТАРНИК»</b>
		<b>СИСТЕМА «ВРЕМЕННЫЙ САД»</b> РАСТЕНИЯ В КАДКАХ ВОЗМОЖНО ПЕРЕНОСИТЬ

Здание было построено с учетом эксплуатации кровли, а так же ветровых и снеговых нагрузок, но без учета дополнительной силы массы грунта на фундамент. Такой , например как при «Сад на крыше», «травяной газон», «мелкий кустарник». Дополнительная нагрузка которых составляет до 70 кг/м<sup>2</sup>, данный факт говорит о небезопасности вышеперечисленных систем для данных условий.

Рассмотрев возможные варианты использования систем озеленения, в проектном решении , был принят вариант использовать систему «временный сад». Данная схема устройства предполагает размещение растений в кадках, которые возможно при необходимости (смене времени года, ураганном ветре) убрать растения, украсив при этом пространство интерьера. Таким образом, учитывается и климатический и технический факторы, рассмотренные выше.



Рис.3. видовой кадр благоустройства территории жилого здания по ул. Океанский проспект, 83 города Владивостока

На Рисунке 3 показан видовой кадр возможного благоустройства выбранной территории крыши . В проекте будут использованы несколько типов мощения (дейкинг, искусственный газон ), скамьи-лежаки, а так же зеленые насаждения. Дизайн проекта предполагает плавные природные изгибы, которые контрастируют со строгой формой квадрата крыши. Покрытия и мебельное оборудование не требуют специального ухода и могут находиться на крыше круглогодично. При установке мощения крыши необходимо предусмотреть дренаж. Конструкции деревянного настила могут выполнять как функцию скамьи так и лежака.

Воплощение данного проекта позволит получить новое, благоустроенное пространство для отдыха жителей данного дома и их гостей. Новое пространство даст возможность панорамного обзора прилегающей территории для жильцов дома, а так же послужит уютным и комфортным местом времяпровождения .

#### Список литературы

1. Казанцев, П.А. Архитектурный анализ климата: Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 290100/ Казанцев, П.А. -Владивосток : ДВГТУ, 2002
2. Кровельно-ландшафтная компания «ЦинКо-РУС» "Озеленение крыши" [Электронный ресурс] : персональный сайт ZinCo ,13 Mar 2014- режим доступа <http://www.zinco.ru/intensivnoezeleneniiekrovli/>
3. Максим Нестеренко "Океанский проспект в истории Владивостока" [Электронный ресурс] : персональный сайт Ginner ,16 Mar 2016- режим доступа [http://ginner.ru/topics/vladivostok\\_history.html](http://ginner.ru/topics/vladivostok_history.html)

### АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

**Семенова Э.Е., Буданов И.А., Пискунов М.В.**

Воронежский ГАСУ, РФ, г.Воронеж

Рассматриваются различные варианты применения решений на этапе разработки проекта в зданиях гражданского назначения, влияющих на сбережение энергетических ресурсов. Проведен анализ влияния размеров и формы здания, ориентации фасадов по сторонам света, теплозащитных свойств ограждающих конструкций,

влияния теплопроводных включений, влажности строительных материалов и изделий, герметичности оболочки, рекуперации тепла вытяжного воздуха.

Энергоэффективность и энергосбережения имеют большое значение для развития страны и выхода из кризиса. На сегодня, без решения этих проблем, развитие в сфере энергетических ресурсов, а также непосредственно в жилищно-коммунальном хозяйстве, не может осуществляться.

Энергосбережение – это прежде всего комплекс мер: организационных, правовых, технических, технологических, экономических и других.

Большую роль в этом имеют архитектурные решения, принимаемые при проектировании зданий, и в большей мере гражданских, т.к. они входят практически во все отрасли народного хозяйства, а ЖКХ оказывает одно из самых значимых влияний на жизнь людей и общества в целом.

Так же сами люди все больше начинают задумываться об экономии на энергоресурсах, но пока в недостаточном количестве. Больше 75 % граждан нашей страны, считают, что экономить энергоресурсы нужно всегда. Но, в действительности, экономят электроэнергию около 60 %, газ – 40 %, тепло – только 30 %, это при том, что большая часть энергии уходит на обогрев помещений.

Практически все ресурсы, потраченные на отопление зданий, тратятся на компенсацию тех тепловых потерь, которые забирают ограждающие конструкции зданий. Экспериментальные исследования показывают, что потери тепла через кровлю составляют около 15-20 %, через подвальное перекрытие около 10-15 %, через стены около 15-25 % и через светопрозрачные конструкции около 20-40 %.

Потери тепла происходят через наружные фасады из-за разности температур. Но если «совместить» два одинаковых по форме и объему здания, то таким образом мы исключаем трансмиссионные потери через сдвоенные фасады зданий. При этом строительный объем и площадь полученного здания будут равны по сумме площадей и строительных объемов площадей двух зданий.

Если к этому дому, состоящему из двух блоков, присоединить такой же секционный дом с торца здания, мы получим уже 3 общих стены или 6 фасадов на 4 здания-секции, а не 1 стену на 2 секции, как в первом варианте. Но в первом случае коэффициент блокировки 0,833, а во втором 0,788. Блокирование 2 зданий эффективнее на 8,4% блокирования четырех зданий.

В другом случае, присоединив секции со стороны фасада, мы получим 4 общих стены или 8 фасадов на 4 здания-секции. В этом случае коэффициент блокировки 1, при этом его строительный объем и площадь равны 4 зданиям или увеличился в 4 раза.

Если сверху на 4 секционный, квадратный по очертанию дом надстроить такие же секции, то трансмиссионные потери энергии тепла снизятся в месте полов второго этажа и покрытия первого.

Из рассмотренной ситуации можно понять, что чем больше строительный объем, тем потери удельной тепловой энергии меньше, чем в здании с меньшим строительным объемом, необходимо учесть, что здания имеют одинаковый уровень теплоизоляции конструкций ограждения и одинаковую форму. А так же, что при невозможности развить большой строительный объем зданий в более квадратную форму, и необходимости его увеличения, оптимальным является блокировка двух секций.

Отношение площади поверхности наружных ограждающих к строительному объему всего здания влияет на удельные затраты тепла пропорционально, чем больше это отношение, тем больше расход энергии для отопления. Перефразируя, можно сказать, что чем меньше выступающих частей в здании, тем меньше удельные потери тепла.

Большого эффекта энергосбережения можно достичь при проектировании зданий в форме многогранника, круга, овала или хотя бы с закругленными углами. Более подробно это отражено в работе Семеновой Э.Е., Тютерева А.А. Исследования зависимости энергоэффективности здания от геометрической формы [3].

Это не говорит о том, что архитекторы должны проектировать гражданские здания только круглой, квадратной или другой формы без выступающих архитектурных элементов и деталей. Это говорит о том, что потери тепла, возникающие дополнительно при его развитой поверхности или недостаточной компактности, нужно компенсировать другими решениями, одно из них это ориентация по сторонам света.

Как показывают исследования, большая часть потерь тепла происходит через окна. Следовательно, при проектировании привязка энергоэффективных зданий, важно разместить на участке объект, так чтобы в большее количество окон было ориентировано в сторону юга, для максимальной солнечной инсоляции. Ориентация на южную сторону больше чем 2,5 раза превышает количество солнечной радиации на вертикальную поверхность здания, чем с ориентацией на север. При зонировании помещений, это тоже нужно помнить и учитывать. При составлении уравнения баланса тепла в зданиях, необходимо учитывать не только потери тепла, но и его поступления, в том числе и от солнечной радиации.

Другим, одним из наиболее эффективных решений в сбережении энергетических ресурсов является выбор ограждающих конструкций. Повысив значение уровня защиты тепла в ограждающих конструкциях, совершая их подбор с теплотехническими характеристиками большими по значению, экономия затрат энергии могут достигнуть соизмеримых показателей с решениями, приведенными выше и даже превысить их. Так мировые нормативные требования к уровню ограждающих конструкций по теплотехническим характеристикам постоянно повышаются.

На данный момент, применения энергосберегающих решений, конструкций и материалов все больше становится возможным, технический прогресс дает возможность изготовления разработок и применения идей в человеческом быту, они уже появляются на рынке и все больше пользуются спросом. Одним из таких примеров могут служить светопрозрачные оконные конструкции с применением низкоэмиссионных покрытий, Оставляя высокие показатели по прозрачности и светопропускающей способности, оконные конструкции с низкоэмиссионными покрытиями приобретают высокие показатели по теплоизоляции. Позволяя аккумулировать тепло внутри помещений, благодаря своим способностям пропускать свет и отражать внутрь помещений, сохраняется большое количество тепловой энергии.

Теплоизоляция наружных конструкций является основной мерой для снижения уровня трансмиссионных потерь тепла в зданиях, так как компенсация происходит на протяжении всего периода эксплуатации зданий. Существует множество современных вариантов решения тепловой защиты ограждающих конструкций. Ведутся работы по улучшению применения уже существующих материалов и эффективности их применения. Так же разрабатываются новые материалы. Применение ячеистых бетонов уже не является чем-то необычным, вакуумные панели и различные энергосберегающие все чаще применяются в проектировании различных зданий, появляются новые материалы.

В составе конструкций ограждения всегда присутствуют теплопроводные включения, которые выступают в качестве «мостиков холода». Потери тепла через теплопроводные включения могут достигать значительных величин и по этой причине должны быть учтены при теплотехническом расчете конструкций наружных ограждений.

В ограждающих конструкциях стен в качестве теплопроводных включений могут выступать оконные откосы, дверные и оконные перемычки, диски плит перекрытий, бетонные или металлические выносные консоли, несущие конструкции вентилируемых фасадов, кронштейны, анкера для крепления утеплителя, гибкие связи для крепления лицевого слоя к основанию и пр. В кладке стен из мелкоштучных изделий (кирпичей, камней из поризованной керамики, газобетонных блоков и пр.) к ним добавляются швы кладки между деталями и изделиями.

Стоит помнить о влажности применяемых материалов. Это зависит от абсорбционных свойств изделий и влажностного режима помещения, зоны влажности, где предполагается строительство здания. Чем выше влажность применяемых строительных материалов в составе наружных ограждающих конструкций, тем выше их теплопроводность. По этой причине недопущение их переувлажнения обеспечивает соответствие расчетных и фактических параметров теплоизоляции ограждающих конструкций.

Особенно актуальна задача обеспечения влажностного режима ограждающих конструкций, выполненных из материалов, которые имеют высокую начальную влажность, например, изделий из автоклавного газобетона. Влажность изделий из автоклавного газобетона может составлять 40% и более, поэтому значительное количество тепловой энергии приходится затрачивать, чтобы вывести влагу из стен.

Помимо трансмиссионных потерь в ограждающих конструкциях также возможны так называемые инфильтрационные утечки тепла. С теплотехнической точки зрения воздухопроницаемость оболочки отрицательно влияет на тепловой режим здания. Чем выше здание, тем более существенным оказывается влияние воздухопроницаемости ограждающих конструкций на его тепловой режим.

С позиции обеспечения требуемой воздухопроницаемости наружной оболочки здания следует отдавать предпочтение менее воздухопроницаемым материалам или материалам с диффузионно-герметичным покрытием.

Использование воздухопроницаемых изделий в составе оболочки приводит в ряде случаев к необходимости устройства в здании механической вентиляции. В то же время при изначальном включении механической системы вентиляции в проект здания герметичность наружной оболочки, обеспеченная применением диффузионно-герметичных материалов, является положительным фактором, обеспечивающим высокий КПД принудительной системы вентиляции. Использование в системе механической вентиляции рекуперационных устройств (утилизаторов тепла вытяжного воздуха) позволяет существенно (до 40% и более) снизить потери тепловой энергии в здании на отопление.

Необходимо обеспечить в зданиях требуемый воздухообмен. Без учета утилизации тепла вытяжного воздуха (рекуперации) потери в зданиях тепловой энергии за счет вентиляционного теплообмена за отопительный период

могут достигать до 60 %. По этой причине использование инженерных устройств, позволяющих утилизировать часть тепла вытяжного воздуха, является актуальной задачей энергосбережения.

Вопрос строительства энергоэффективных зданий в России становится одним из ключевых, а проблема рационального использования энергоресурсов приобретает все большее значение. Внедрение подобных решений и мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, опирающиеся на зарубежный опыт, и внедрение новых технологий на всех уровнях и стадиях проектирования зданий, позволяет достичь значимых показателей по энергоэффективности и сохранению ресурсов.

#### Список литературы

1. Береговой А.М. Здания с энергосберегающими конструкциями // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Пенза: ПГУАиС, 2005. - 344 с.
2. Горшков А.С. Принципы энергосбережения в зданиях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 7 (186). С. 26-35.
3. Семенова Э.Е., Тютюрев А.А. Исследования зависимости энергоэффективности здания от геометрической формы. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: высокие технологии. Экология. 2011. № 1. С. 102-104.

### ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Ковалев А.В., Заморов А.А., Лосева Ю.В., Хачатурян Ф.А.**

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г.Новочеркасск

Шум - один из злейших врагов человека в двадцать первом веке. Постоянный шум, будь то звук машин, едущих за окном, звук железнодорожного транспорта или просто шумные соседи, снижает внимание человека, приводит к увеличению ошибок при работе, угнетает центральную нервную систему и способствует развитию ряда других отклонений в нормальном функционировании здорового человеческого организма.

Застройщики, в угоду экономии и в ущерб комфорта жильцов, зачастую опускают такой важный компонент, как звукоизоляция. Так, например, посторонние звуки проникают в помещения через сварные швы железобетонных плит, а в монолитных железобетонных зданиях, вибрации передаются по всему зданию непосредственно через бетон. Уберечь квартиру от такого шума можно только с помощью комплексной звукоизоляции стен, пола и потолка.

Для того чтобы понять как бороться с этой проблемой, нужно понять какие бывают виды шумов. Они делятся на четыре основные группы - воздушный, структурный, ударный и акустический шумы. Чаще всего человек сталкивается с воздушными и ударными шумами.

Ударные шумы образуются когда конструкция получает удар тяжелым предметом, вследствие шагов, перемещения мебели. Зарождаются колебания, передающиеся на все смежные перекрытия и стены. Для того чтобы полностью избавиться от таких шумов необходима комплексная звукоизоляция как своей квартиры, так и квартиры соседей.

Воздушные шумы распространяются по воздуху. Примером может послужить громкая человеческая речь, работающий телевизор, лай собак. Бороться с ними можно по разному. Во первых можно увеличить толщину "жесткими материалами", такими как кирпич, бетон, гипсокартон. Эти материалы будут отражать звуковые волны. Во вторых можно использовать "мягкие", пористые материалы, которые будут поглощать звук собой. Наибольшую эффективность имеют комбинированные многослойные конструкции, которые сочетают в себе вышеперечисленные свойства. Часть звука будет отражаться и продолжать перемещаться по комнате, а другая часть будет гаситься мягким материалом. Именно об этих современных материалах мы и поговорим.

Наиболее популярными на сегодняшний день на российском рынке являются звукоизолирующие материалы следующих марок: "ISOTEX", "ISOPLAAT" , "Звуканет Акустик", "Изовер Звукозащита", "URSA GEO M-11Ф", "ТехноАкустик".

Технические и стоимостные характеристики материалов

Название материала	Толщина, мм	Коэф. Звукопоглощения, Дб	Цена за 1м.кв.	Примечание
ISOTEX	12	23	942	Декоративные панели
ISOPLAAT	25	26	252	Пониженная теплопроводность
Звуканет Акустик	5	21	191	Минимальная толщина
ИзOVER Звукозащита	50	45	95,8	Повышенная огнестойкость
URSA GEO	50	56	124	Снижает вибрацию
ТехноАкустик	50	46	98,26	

Так же огромное значение при выборе материала имеет его толщина. Толстые каркасные конструкции значительно уменьшают объем помещения, хотя и лучше препятствуют распространению звука. Предстоит сделать выбор - хорошая звукоизоляция или минимальная дополнительная толщина.

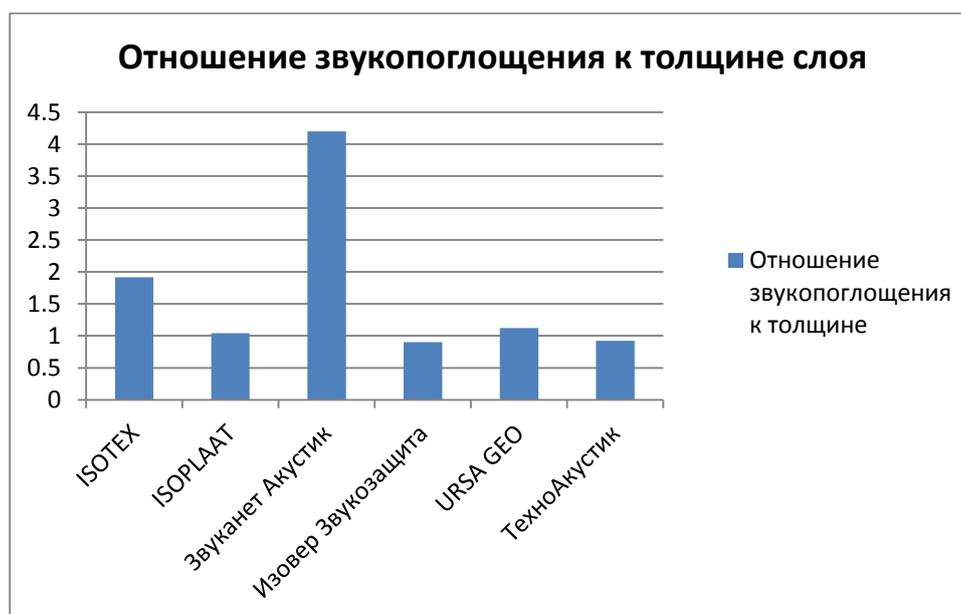


Рис.1. Отношение звукопоглощения к толщине слоя материала

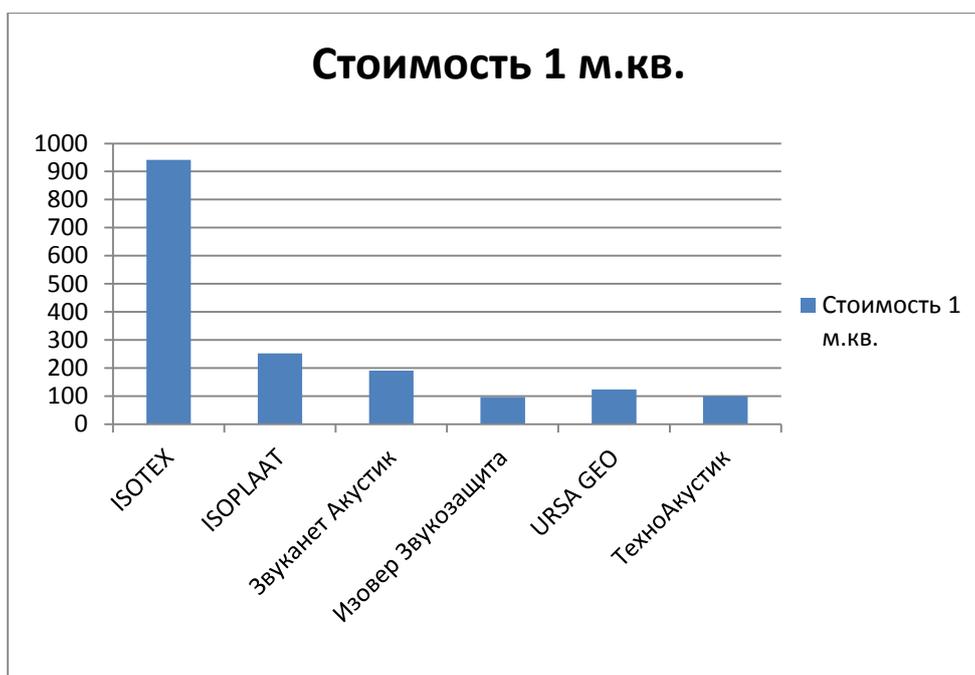


Рис.2. Стоимость 1 м.кв.

В данной статье были приведены технические характеристики звукоизоляционных материалов, произведен сравнительный анализ эффективности применения их основных представителей при строительстве новых зданий и при реконструкции. На рынке представлен огромный выбор звукоизоляционных материалов, различных по технологическим признакам и по стоимости, что позволяет подобрать звукоизоляцию, которая будет соответствовать предпочтениям практически любого заказчика.

#### Список литературы

1. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ «Шум. Общие требования безопасности», 2015
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», 1996

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛЫ ЛЕГКОЙ ФРАКЦИИ

**Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З.**

Казахско-Русский международный университет, Казахстан, г.Актобе

Образование золы легкой фракции. Глубина потока пульпы в смывных каналах ГЗУ, в пульпопроводах и на золоотвалах достаточно велика. Вследствие известного распределение скоростей движущейся жидкости по глубине, согласно логарифмическому закону, минимальные скорости наблюдаются у дна, максимальные в смывных каналах ГЗУ и золоотвалах – на поверхности потока, в пульпопроводе – приблизительно в средней части. Каждый слой потока при разной скорости несет различное количество неодинаковой по составу взвеси, то есть способ гидрозолоудаления обуславливает неоднородность золошлаковой смеси и фракционирование пульпы по крупности при сливе. Вблизи места выпуска пульпы откладываются шлаковые включения и наиболее крупные фракции золы; с удалением от места сброса диаметр зольных частиц уменьшается. В процессе движения пульпы при намыве в золоотвале происходит фракционирование частиц не только по крупности, но и по минералогическому составу и форме зерен. На периферии золоотвала, как правило, образуется зола легкой фракции.

Зола легкой фракции, ее состав и свойства изучались в золоотвале №2 Усть-Каменогорской ТЭЦ (угли кузбасского бассейна). Площадь действующего золоотвала 25,0 га. Зола гидроудаления Усть-Каменогорской ТЭЦ получается в результате пылевидного сжигания углей кузнецкого бассейна в котлах. Схема разбивки золоотвала №2 по зонам в зависимости от физико-механических характеристик показана на Рисунке 1.

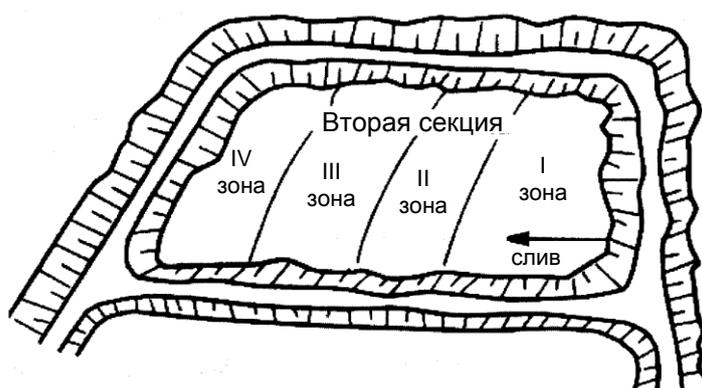


Рис.1. Схема разбивки золоотвала по зонам в зависимости от физико-механических характеристик

По мере движения золы из I зоны в IV более плотные и тяжелые частицы оседают в I и II зонах. Зола легкой фракции уносится водой на периферию золоотвала как наиболее легкий компонент (Рисунок 1).

Технологические свойства золы легкой фракции. В Табл.1 приведены физико-механические показатели золы ТЭЦ в зависимости от ее места нахождения.

Таблица 1

Физико-механические характеристики золы по зонам

Зона золоотвала	Насыпная плотность кг/м <sup>3</sup>	Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание стеклофазы, %	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Потери при прокаливании, %
I	700-800	2,8-2,85	49-55	1900-3000	7-11,0
II	600-700	2,75-2,85	50-65	3000-4000	3,8-8,3
III	500-700	2,6-2,75	65-80	3000-3500	0,78-1,3
IV	350-500	2,53-2,6	75-90	2700-3000	0,64-0,98

Провести четкую границу между зонами невозможно, зола с высоким содержанием стеклофазы встречается и в первых двух зонах, но в четвертой зоне она содержит наибольшее количество стеклофазы (75-90 %, Табл.1) и практически в ней отсутствуют несгоревшие частицы (п.п.п. менее 1 %, Табл.2). Оксидный химический состав представлен в Табл.2, а поэлементный в Табл.3.

Таблица 2

Химический состав золы легкой фракции

Содержание оксидов, мас. %						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	П.п.п.
58,74	21,39	5,07	3,70	1,22	1,6	7,34

Таблица 3

Поэлементный анализ золы легкой фракции

C	O	Na	Mg	Al+Ti	Si	K	Ca	Fe
0,14	46,28	1,82	0,82	12,9+0,87	21,78	3,87	7,4	4,12

На Рисунке 2 представлена микроструктура золы легкой фракции

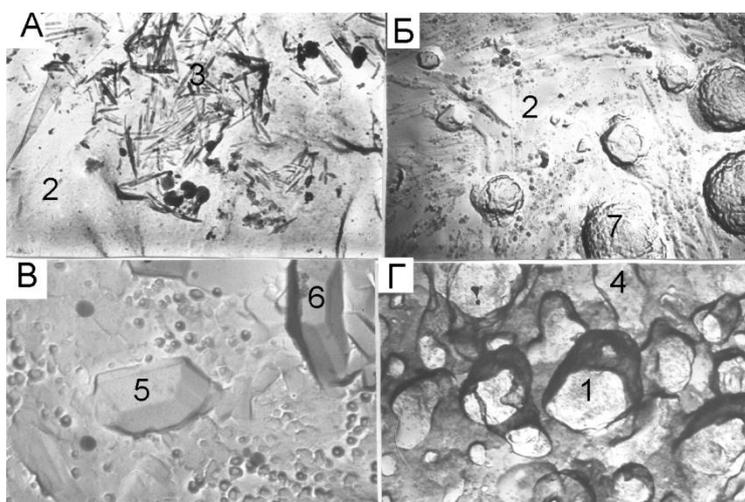


Рис.2. Микроструктура золы легкой фракции: 1 – магнетит; 2 – стекло, 3 – муллит; 4– кварц; 5 – анортит; 6 – полевоы шпат; 7 - гематит. Увеличение: А и В x10000; Б и Г x12000

Количественный минералогический состав золы легкой фракции представлен следующими минералами, мас., %: стекловидные частицы 50-55, стекла 20-25, кварц 8-12, гематит 4-5, анортит 3-5, полевоы шпат 5-8, муллит 2-4.

Золу легкой фракции в производстве керамических материалов целесообразно использовать в качестве интенсификатора спекания, для снижения температуры обжига [1-5].

Наличие муллита ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) в исследуемой золе легкой фракции, как и в золошлаке, будет способствовать и образованию муллита при обжиге керамического кирпича.

#### Список литературы

1. Абдрахимов В.З. Исследование влияние золы легкой фракции на микропористость керамики // Огнеупоры и техническая керамика. 2006. -№9. С. 37-40
2. Абдрахимов В.З. Образование золы легкой фракции и перспектива ее использования в производстве керамических плиток // Комплексное использование минерального сырья. -1988. -№6. -С. 75-78.
3. Абдрахимов В.З. Влияние золы легкой фракции на физико-механические свойства керамической плитки // Комплексное использование минерального сырья. -1988. -№7. -С. 75-80.
4. Абдрахимов В.З. Применение легкой фракции золы и волластонита в производстве облицовочной плитки // Комплексное использование минерального сырья. -1986. -№11. -С. 68-70.
5. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Влияние помола золы легкой фракции на технологические свойства керамических масс // Комплексное использование минерального сырья. -1998. -№6. -С. 89-91.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ

**Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К.**

Казахско-Русский международный университет, Казахстан, г.Актобе

Наибольшее количество загрязненных объектов, связанных с прошлой экономической деятельностью, находится непосредственно на территориях предприятий горнодобывающей, тяжелой и перерабатывающей промышленности. Доля промышленных отходов (отходы от добычи минерального сырья) составляет около 90% (Рисунок 1).



Рис.1. Ежегодное образование промышленных отходов

В настоящей работе исследовались отходы флотации углеобогащения ГОФ «Томусинская» (ГОФ – горно-обогатительная фабрика). С точки зрения безопасности угольной продукции для человека и окружающей среды в новые стандарты по видам потребления включены зольность, общая сера, а также содержание мышьяка и хлора. Максимальные значения мышьяка в отходах флотации углеобогащения ГОФ «Томусинская» почти на порядок меньше предельно допустимой концентрации, а в целом содержание этого элемента в углях Кузбасса невысокое, и оно в десятки раз ниже порога «токсичности».

Сравнивая значения допустимых концентраций для хлора с их количеством в углях Кузнецкого бассейна, можно сделать вывод о том, что по количеству хлора эти угли не могут быть отнесены ни к промышленно вредным, ни к токсичным. Среднее содержание хлора по Кузбассу (647 г/т) почти в 10 раз меньше уровня допустимой концентрации (6000 г/т), принятой для углей, промышленно вредных хлору, и в 15 раз ниже уровня концентрации для углей, токсичных по хлору для окружающей среды. Если же для сравнения принять максимальное содержание хлора (около 2000 г/т) в углях Кузбасса, то и в этом, наиболее неблагоприятном случае, приведенные уровни допустимой концентрации в несколько раз выше.

Отходы флотации углеобогащения представляют собой глинисто-угольные суспензии. Петрографический анализ показал, что состав твердой фазы отходов флотации колеблется в зависимости от месторождения в следующих пределах, мас. %: органическая часть угля 6-24; пирит 4,4-9,4; карбонат 4,0-8,2; глинистое вещество 58-80 и кварц 4-7. Усредненный химический состав представлен в Табл.1.

Таблица 1

Химический состав отходов флотации углеобогащения

Содержание оксидов, мас. %								
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	п.п.п.	Углерод
53,84	15,52	5,3	1,50	0,51	4,47	0,91	16,7	11,4
Примечание: п.п.п. – потери при прокаливании								

Плотность отходов флотации 1800-2000 кг/м<sup>3</sup>, зольность 50-80 %. Преобладающими минералами глинистого вещества отходов флотации углеобогащения являются гидрослюда и каолинит в различных количественных соотношениях (Рисунок 2). Исследуемые отходы флотации относятся к группе высокоглинистых, для которых характерна высокая степень дисперсности, повышенная жесткость, набухание и размокаемость.

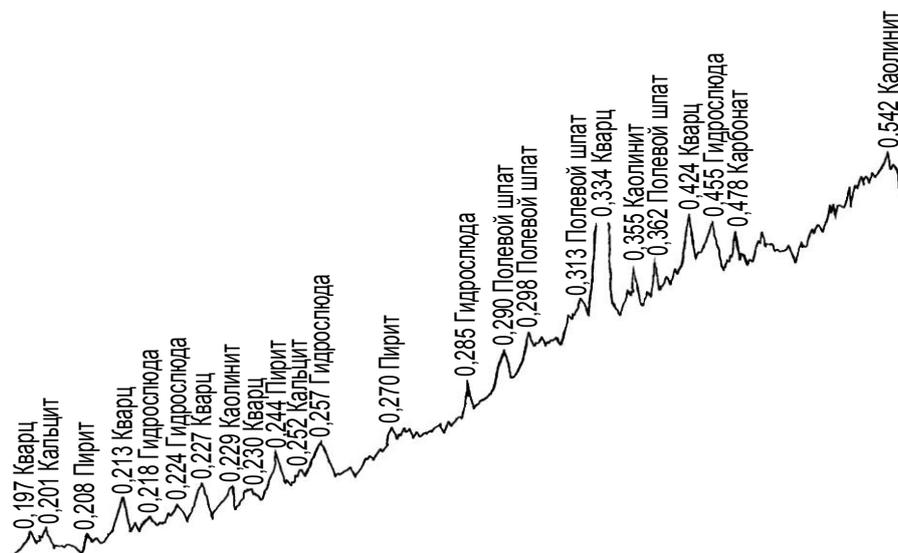


Рис.2. Рентгенограмма отходов флотации углеобогащения

Таблица 2

Поэлементный химический анализ отходов флотации углеобогащения

Концентрация элементов, мас. %								
O	Al	Si	K	S	Cl	Ca	Ti	Fe
65,03	11,64	19,03	2,39	0,28	0,08	0,38	0,29	0,88

На Рисунке 3 и в Табл.2 приведен поэлементный усредненный химический анализ отходов флотации углеобогащения, проведенный с помощью электронного растрового сканирующего микроскопа Phillips 525M.

С точки зрения безопасности угольной продукции для человека и окружающей среды в новые стандарты по видам потребления включены зольность, общая сера, а также содержание мышьяка и хлора.

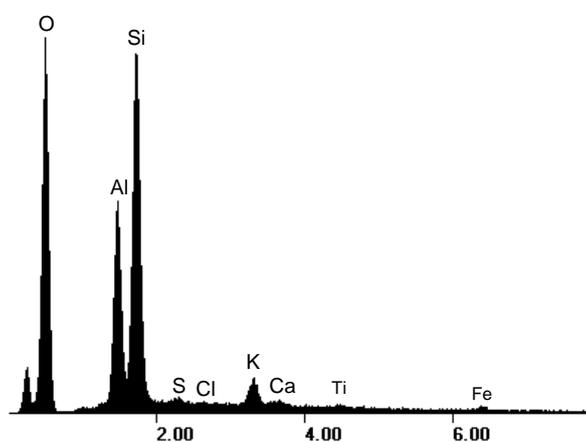


Рис.3. Поэлементный химический анализ отходов флотации углеобогащения

Микроструктура отходов флотации углеобогащения представлена на Рисунке 4.

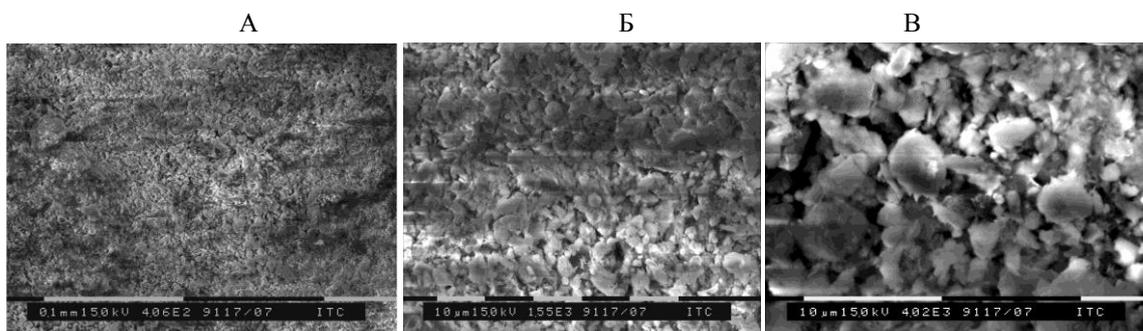


Рис.4. Микроструктура отходов флотации углеобогащения. Увеличение: А – х400; Б х1500; В х4000

Исследования показали, что на основе жидкого стекла и отходов углеобогащения можно получить водостойкие теплоизоляционные материалы [1-3].

#### Список литературы

1. Пат. 2426710. RU C1 C04B 38/06. Способ получения пористого заполнителя / Абдрахимов В.З., Семенычев В.К., Куликов В.А., Абдрахимова Е.С. заявл. 27.04.2010. Оpubл. 20.08.2011. Бюл. №23.
2. Пат. 2476394. RU C1 C04B 14/24. Способ получения водостойкого пористого заполнителя / Абдрахимов В.З., Семенычев В.К., Абдрахимова Е.С., Вдовина Е.С. заявл. 29.06.2011. Оpubл. 27.02.2013. Бюл. №6.
3. Пат. 2481286. RU C1 C04B 14/24. Композиция для производства водостойкого пористого заполнителя / Абдрахимов В.З., Семенычев В.К., Абдрахимова Е.С., Вдовина Е.С. заявл. 29.06.2011. Оpubл. 10.05.2013. Бюл. №13.

## К ВОПРОСУ О ЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВАХ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Литиков А.П., Ахмедов А.Д., Элекина Е.Н.

СГАСУ. РФ, г.Самара

Композитная полимерная арматура может заменить традиционную стальную арматуру как в ненапряженных, так и в предварительно напряженных железобетонных конструкциях промышленных и гражданских зданий и сооружений.

Неоспоримым достоинством этой арматуры являются: антикоррозионные свойства, высокая прочность при разрыве, удобство транспортировки в бухтах, после размотки которых, благодаря высокой упругости материала можно получить прямолинейные стержни любой необходимой длины.

Естественно, что вес нового строительного материала в разы меньше традиционной строительной стали.

Сцепление арматурного стержня с бетоном обеспечивается армопоясом, спирально навитым (в заводских условиях) на стержень меньшего диаметра. К сожалению, свойства нового материала остаются мало изучены.

В связи с этим, в рамках хозяйственных работ были проведены испытания различных типоразмеров композитной арматуры.

При исследованиях, первой и самой главной трудностью оказалось несоответствие хватных устройств универсальной разрывной машины, предназначенной для растяжения стальных образцов, образцам из нового материала. Новые образцы, отлично воспринимающие растягивающие напряжения, практически не воспринимали напряжения от местного сжатия в местах закрепления в подвижной и неподвижной траверсах разрывной машины. Кроме того, армопояс препятствовал передаче захватывающих усилий на рабочую часть образца. Это приводило к таким явлениям, как разрыв образца около захватывающего устройства и срыв армопояса, что естественно ставило под сомнение результаты испытаний.

Для устранения описанных недостатков и получения достоверных результатов исследований было предложено несколько модификаций хватов разрывной машины, которые в дальнейшем были защищены патентами РФ [1, 2, 3, 4].

На Рисунках 1 – 4 изображены схемы модифицированных хватов, где 1 - цилиндрическая обойма, 2 – захватывающий элемент, 3 - образец арматуры, 4,5 – неполные и сквозные прорезы.

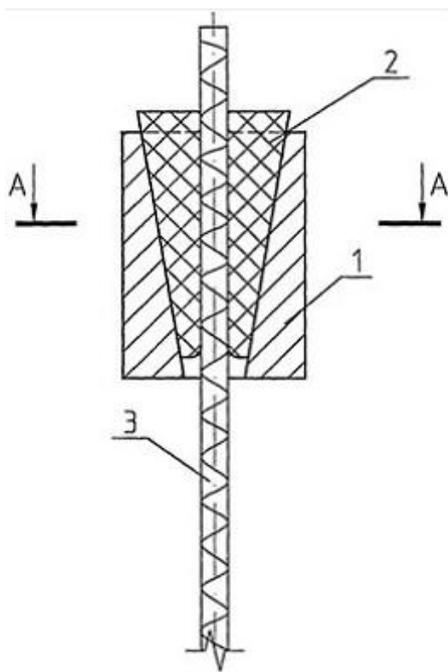


Рис.1.

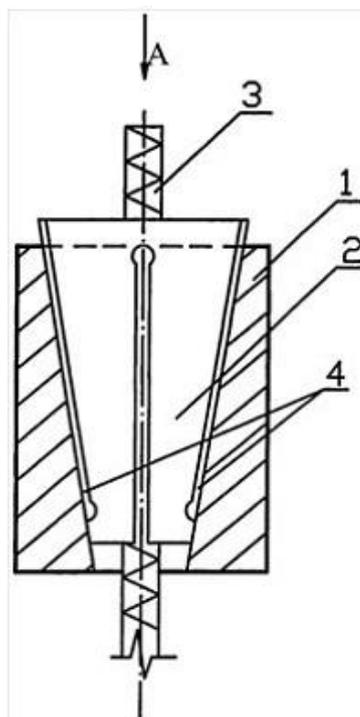


Рис.2.

Поверхность цилиндрической обоймы захвата выполнена из металлического материала с целью исключения разрушения при установке их в испытательную разрывную машину. На рисунках представлена цилиндрическая обойма с конической внутренней поверхностью, в которой размещено не менее трех клиновидных элементов, выполненных из композитного материала (Рисунок 1), либо конической поверхностью с четырьмя неполными продольными прорезями (Рисунок 2) и тремя неполными и одной сквозной прорезью для эластичности (Рисунок 3), либо конической поверхностью с двумя спиральными прорезями, шаг которых равен шагу армирования образца (Рисунок 4).

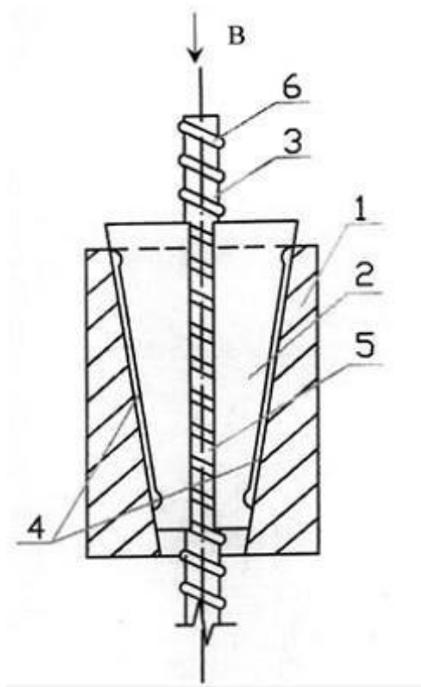


Рис.3.

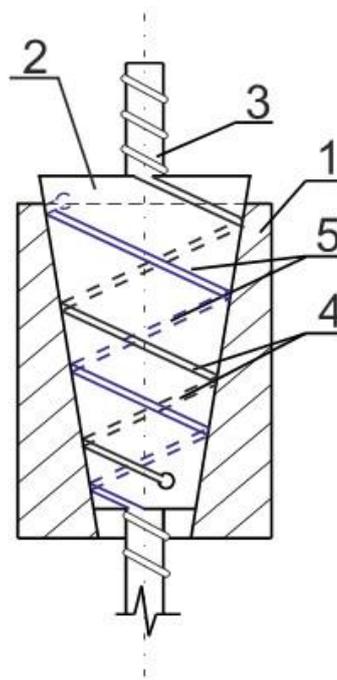


Рис.4.

Проведенные испытания показали, что композитная арматура по своим характеристикам соответствует предъявленным заказчиком техническим условиям.

### Список литературы

1. Патент РФ № 145157, МПК G 01N3/00. Устройство для испытания полимерной арматуры / ФГБОУВПО Самар. гос. архитектурно-строит. ун-т; Литиков А.П., Муморцев А.Н. Элекина Е.Н. и др.- опубл. 10.09.14
2. Патент РФ № 131161, МПК G 01N3/08. Устройство для испытания композиционной арматуры / ФГБОУВПО Самар. гос. архитектурно-строит. ун-т; Сеницкий Ю.Э., Литиков А.П., Ахмедов А.Д. и др.- опубл. 10.09.14
3. Патент РФ № 127922, МПК G 01N3/00. Устройство для испытания полимерной арматуры периодического профиля / ФГБОУВПО Самар. гос. архитектурно-строит. ун-т; Сеницкий Ю.Э., Литиков А.П., Ахмедов А.Д. и др.- опубл. 10.05.13
4. Пат. 117630 Российская федерация, МКП G01N3/08. Устройство для испытания образца из композитного материала/ Ю.Э. Сеницкий, А.П. Литиков, А.Н. Муморцев, А.Д. Ахмедов, Е.А. Фролов; заявитель и патентообладатель СГАСУ. - №2011154348/28; заявл. 29.12.2011; опубл. 27.06.2012.
5. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М.: «Мир», 2001 – 376 с.

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО АРХИТЕКТУРНОМУ ФОРМИРОВАНИЮ РЕКРЕАЦИОННО-ДОСУГОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПАРКАХ ИСТОРИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

**Колесникова Т.Н., Шульдешова О.В.**

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», РФ, г.Орел

В контексте постоянно меняющихся социально-культурных условий современное общество постепенно развивается, устанавливая новые требования к организации всех сфер жизни человека. Совершенствуется система обслуживания населения и увеличивается структура учреждений по оказанию различного рода услуг населению. Этот процесс затрагивает абсолютно все стороны жизнедеятельности людей, изменяя повседневный уклад жизни человека.

В настоящее время особенно востребованной оказывается сфера организации досуга и отдыха. Большинство людей современного общества заинтересовано в создании новых многофункциональных комплексов, способных обеспечить возможность удовлетворения потребностей в досуге и отдыхе, общении, просвещении, саморазвитии и самореализации. При этом к данным комплексам применяются повышенные требования по уровню комфортности пребывания в них людей. Особенно важным становится условие создания среды, благотворно влияющей на физиологическое и психологическое состояние человека. В связи с этим в настоящее время комплексы досуга и отдыха должны стать полифункциональными сооружениями, отвечающими всем современным требованиям. В данных условиях становится актуальным развитие нового типа культурно-досуговых сооружений, который появился в конце XX века – рекреационно-досуговый комплекс.

Рекреационно-досуговый комплекс это полифункциональное сооружение или комплекс сооружений со сложной архитектурно-планировочной структурой, внедренный в рекреационную зону и предназначенный для удовлетворения всесторонних потребностей населения в отдыхе и досуге. Важным условием при его создании является тесная связь с природным ландшафтом и гармоничное размещение искусственных сооружений в естественном окружении. Это условие диктует требование по размещению данных комплексов в рекреационных зонах, среди которых наиболее оптимальными являются внутригородские парковые территории, периферийные рекреационные зоны за городом и пригородная зона. Выбор места строительства зависит от ряда факторов, включающего в себя удаление от производств и других объектов, загрязняющих территорию, наличие благоприятного и живописного ландшафта (наличие водоемов, зеленых насаждений, сложное морфологическое строение рельефа), пешеходная и транспортная доступность для населения, наличие достаточной площади для строительства. Исходя из перечисленных факторов, можно сделать вывод, что большим потенциалом для строительства рекреационно-досуговых комплексов обладает территория центральных городских парков.

Основным преимуществом данных территорий является удобное и общедоступное местоположение в структуре города, так как центральные парки размещаются вблизи городских центров в пешеходной и транспортной доступности для всех жителей города. Важно также отметить, что центральный городской парк создается как место для массового отдыха и досуга населения, а также для проведения праздников и официальных мероприятий, как на городском, так и на областном уровне. Поэтому ему всегда отводится территория в местах с большим потоком движения людей, что является выгодным условием для строительства развлекательно-досуговых учреждений.

В градостроительной практике планирования городских территорий принято отдавать под парковые пространства участки, расположенные на берегах рек или других водоемов, на которых присутствуют какого-либо рода неудобства (сложный рельеф, овраги, обрывы, откосы), создающие условия затрудняющие строительство типовой застройки. Однако для строительства рекреационно-досуговых комплексов наличие неудобств не может служить ограничением для строительства, а даже наоборот может позволить создать интересное и нестандартное планировочное решение с возможностью сохранения более пригодных территорий парка, которые в большинстве случаев уже имеют свое конкретное функциональное назначение. При этом само сооружение рекреационно-досугового комплекса может иметь компактное архитектурно-пространственное решение, позволяющее также экономить ценные парковые пространства.

Автором была разработана концепция архитектурно-планировочного решения рекреационно-досугового комплекса в качестве предложения по реновации территории центрального городского парка города Орла, в котором важным условием было сохранение существующей структуры парка с минимальным использованием территории (см. рисунок 1). В связи с этим в качестве места строительства была выбрана территория со сложным рельефом, а именно на овраге, расположенном на берегу реки, где также присутствует большой перепад рельефа по высоте. Выбор данного участка стал решающим в объемно-планировочном решении комплекса, который получил компактную структуру с развитием по высоте и разделением на несколько уровней, которые имеют комфортную и логическую связь с окружающим ландшафтом. Так прилегающая к комплексу территория имеет перепад в три уровня: верхний (территория парка), средний и нижний (уровень набережной). В проекте предусмотрена связь верхнего уровня территории парка со средним посредством перехода по кровле рекреационно-досугового комплекса, с последующим спуском на нижний уровень через открытую парадную лестницу или подъемное устройство, расположенное в структуре комплекса, ведущие непосредственно на набережную. При этом сам комплекс выступает в качестве коммуникационного узла, связывающего территорию парка с набережной. Вход в здание может осуществляться как с верхнего уровня, так и с нижнего, что делает его максимально доступным для всех посетителей.

Другим важным решением данной концепции рекреационно-досугового комплекса является его закрытая объемно-планировочная структура, что связано с развитием объема здания по высоте. Данное планировочное решение комплекса предполагает его круглогодичное использование, что в свою очередь подразумевает использование территории городского парка в любое время года, что особенно важно для функционирования всей структуры парка.

Таким образом, включение такого рекреационно-досугового комплекса, который занимает минимальную территорию, располагается на неудобье и действует круглогодично, в структуру городского парка гармонично вписывается существующий ландшафт и добавляет привлекательности для его использования в качестве места для проведения досуга и отдыха населения.

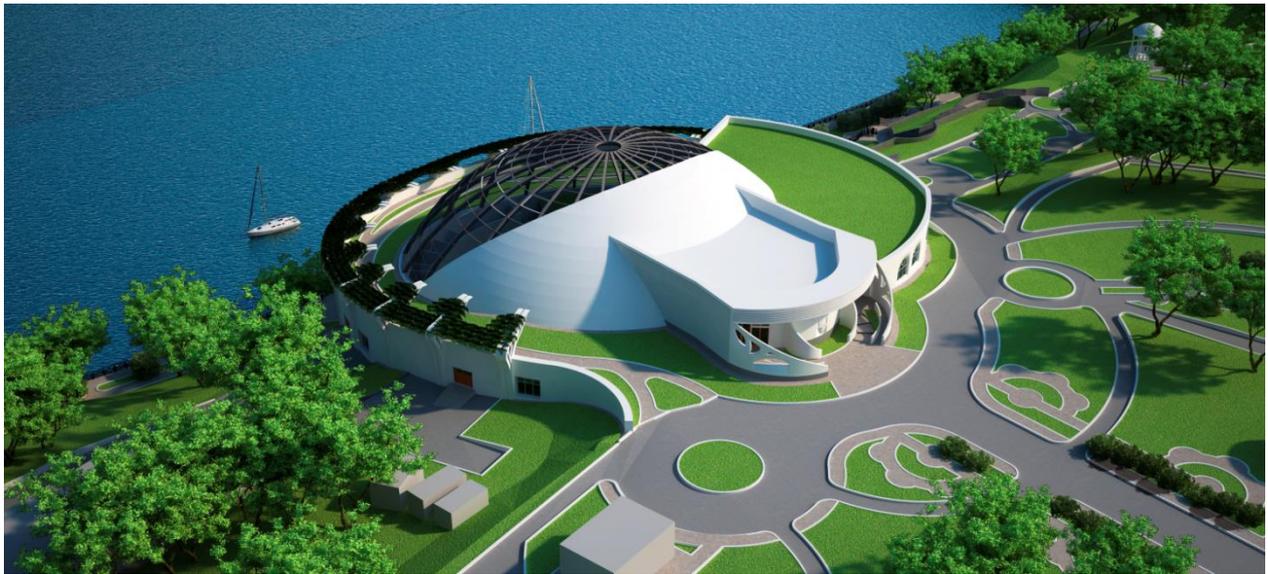


Рис.1. Общие виды концептуальной модели рекреационно-досугового комплекса на территории Городского парка культуры и отдыха в г.Орел

#### Список литературы

1. Гельфонд А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: учеб. Пособие / А. Л. Гельфонд. – М.: Архитектура-С,2007. – 208 с.: ил.

2. Голубева Е. П. Принципы формирования архитектуры рекреационно-досуговых комплексов: дис. ... кандидата архитектуры / Е. П. Голубева. – М., 2006.
3. Колесникова Т.Н., Шульдешова О.В. Актуальные проблемы совершенствования рекреационно-досуговых центров в условиях реновации центральных парков исторических городов. Сборник VII Международной научно-практической конференции. Современные тенденции в научной деятельности. – М.: Изд-во «Перо», 2015. – 715 – 717 с.
4. Лукьянова Л.Г. Рекреационные комплексы. Учебное пособие / Л.Г. Лукьянова, В.И. Цыбух; под общ. ред. В.К. Федорченко. – К.: Вища шк., 2004. – 346 с.; ил.

## «МИЛЛИОНКА ВЛАДИВОСТОКА» - ПЕРВЫЙ ЧАЙНАТАУН РОССИИ

Лю Сяокан

ДВФУ, РФ, г.Владивосток

Чайнатаун - всемирный феномен. Они встречаются не только в США, Англии, Австралии... но и даже в России в Москве или в Санкт-Петербурге. Но самый старый и наиболее ценный с историко-культурной точки зрения является чайнатауном Владивостока, получивший название – «Миллионка».

Владивосток-является уникальным местом пересечения европейской русской и азиатских культур стал местом появления первого в русской истории места компактного проживания выходцев из поднебесной известного как «Владивостокская миллионка».

О «Миллионке» написаны десятки статей, она неизменно фигурирует в научных и популярных изданиях по истории города Владивостока.

Когда появилось и откуда пошло это название – до сих пор не установлено. Самое распространенное и, наверное, правильное предположение, что оно возникло под впечатлением от огромного, по Владивостокским меркам, скопления людей на небольшой площади.

Обычно вкратце «Миллионка» характеризуется следующим образом: «китайский квартал, стихийно образовавшийся почти в самом центре Владивостока. Представлял собой комплекс тесно стоящих строений, в большинстве принадлежавших китайцам, с множеством входов и выходов лабиринтом запутанных и тайных проходов, тупиковыми дворами. Там находились жилые помещения, ночлежки, парикмахерские, харчевни, лавки и так далее. Квартал просуществовал середины 1930-х годов, благополучно пережив имперскую власть, различные “белые” и “красные” правительства 1917-1922 годов, Дальневосточную республику, и был ликвидирован только в результате поголовного выселения китайцев из Владивостока. [1]

Словосочетание «китайский квартал», - не совсем верное. Территориально «Миллионка» входила в состав квартала № 18 Первой городской части, расположенного между улицами: Семеновской, Корейской, Фонтанной и Алеутской, и находилась в юго-западной его части на углу Семеновской и Корейской улиц. [1, с.136]

18-й квартал – единственный в своем роде в городе Владивостоке. Он состоял не из двух, а из трех рядов земельных участков, причем средний(внутренний) ряд не имел переулков, упрощавших доступ внутрь квартала, таких, например, как Косой переулок (сейчас – улица Мордовцева) неподалеку. [2]

Поначалу, пока внутренние и «крайние» участки находились в собственности одних и тех же владельцев, это не представляло затруднений. Они(участки) соединялись между собой «в задах», составляя единую территорию одного собственника. Но в 1892 году 18-й квартал с юго-востока на северо-запад почти поровну был разделен полосой отчуждения железной дороги. [3] Причем, когда Временное управление казенных железных дорог выкупало земли, оно приобретало не целые участки, а ровно столько, сколько требовалось под рельсовый путь. А поскольку железнодорожная линия пересекала квартал наискось, то она «разорвала» проезды в оставшиеся «углы» внутренних участков. Это обстоятельство заставило домовладельцев «кооперироваться», устраивая проезды и проходы в глубь квартала там, где их раньше не было. Именно этих объясняется «лабиринт запутанных и тайных проходов, тупиковых дворов» в районе «Миллионки», которые при ближайшем рассмотрении теряют всякую «таинственность».

Так как точных сведений о времени возникновения «Миллионки» до сих пор не имеется, то исследователи обычно обходят этот вопрос и пишут, что она возникла стихийно в 1880-х годах.

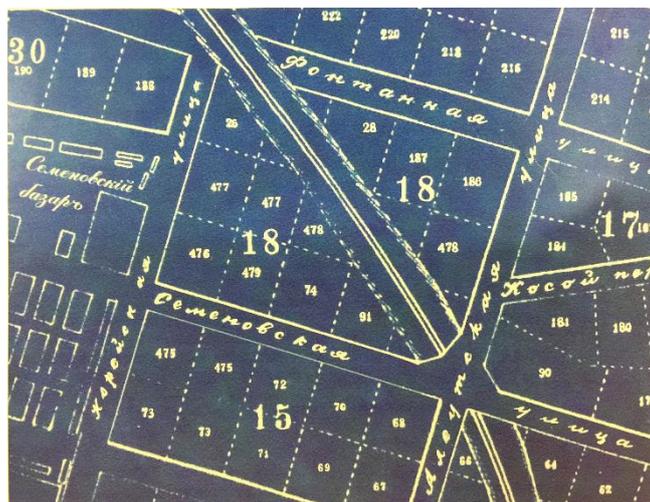


Рис.1. Фрагмент «Миллионки». 1910 год

Это кажется маловероятным. Земельные участки «почки в самом центре Владивостока» представляли слишком большую ценность, чтобы их владельцы позволяли кому-либо ими «стихийно» распоряжаться.

Квартал № 18 был нанесен на первый план города, «разбит на местности и областными знаками» в 1867 году областным землемером М.М. Любенским. [4]

В 1860-х годов, еще до приезда Любенского, значительная территория, от берега Амурского залива до нынешнего Океанского проспекта, была арендована первым гражданским жителем и первым общественным старостой Владивостока – купцом Я. Л. Семеновым под сельскохозяйственные нужды и называлась Семеновским покосом. [5]

Стоит ли удивляться, что улица, проведенная через Семеновский покос, получила название Семеновская. В 1936 году улица Семеновская была переименована в Колхозную, в 1985 году ей вернули прежнее название. Перпендикулярная Семеновской улица Корейская с 1938 года носит название Пограничная.

После 1872 года и выкупа «дворовых участков земли в полное владение обывателей» территория покоса стала стремительно сокращаться. В конечном счете весь покос поместился на участке между берегом залива, Пекинской, Корейской и Фонтанной улицами, там, где в 1907 году был устроен большой, т.н. Семеновский рынок.

В конце 1880-х годов Иванов распродал участки разным лицам: № 477 – китайскому подданному Ван Тынсину, № 476 и 479 – купцу М. И. Жуклевичу. [1, с.137]

Таким образом, можно предположить, что начало «Миллионке» было положено на рубеже 1880-х – 1890-х годов.

В начале 1892 года Жуклевич продал свои участки японцу Сигитаро Такунаго, который, в свою очередь, через год перепродал участок № 476 члену городской Управы К. Ф. Ильницкому. [3]

Именно Ильницкий первым построил на «Миллионке» большой каменный доходный дом.

Вслед за Ильником, начиная с 1897 года, Ван Тынсин также стал застраивать свой участок каменными доходными домами. [8, с.16]

В 1914 году участок № 476 был куплен торговым домом «И. Я. Чурин и Ко». [5] В бывших домах Ильницкого были устроены склады и различные производства, а все «лишние» жильцы выселены. С этого времени участок «выпал» из состава «Миллионки». В советское время он был национализирован и использовался под тарный склад «Дальрыбснаба» и цех обработки морепродуктов предприятия прибрежного лова «Океан».

Яркой экзотикой поражает приезжающего во Владивосток китайская часть города. Она расположена в двух кварталах от самого центра и именуется в основном ее сосредоточении «Миллионным двором».

Название «Миллионка» произошло от многочисленности населения. Первоначально имелся в виду один дом, который сами его жильцы так окрестили, а потом и все горожане стали называть «Миллионкой».

Дом расположен на углу улиц Семеновской и Корейской, с обеих сторон имеет «главные ворота»- выходы, по бокам обоих ворот при входе расположены китайские торгоашки – лотки, кухни китайского типа, кипятильники, столовые, лавочки под вывеской «бывших красных партизан», «Обкомпом», «Промсоюз», много торгоашек – «одинок», торгующих водкой, папиросами, предлагают место для свидания и т.д. [4]

Во дворе дома имеется много этих же лавочек, столовых, кондитерских и т.д. со всевозможными товарами – продуктами по рыночным ценам. Всю эту закуску дополняет продаваемая из-под полы водка, которой в этом

районе преимущественно торгуют китайские заведения, как и вся торговля в этом доме возглавляется китайскими гражданами.

«Миллионка» благополучно пережила революцию, Гражданскую войну и иностранную интервенцию. [1, с.140] При этом большинство китайских домовладельцев уехало в Маньчжурию, оставив недвижимость на попечение доверенных лиц. В середине 1920-х гг. советская администрация Приморья взяла курс на отказ от иностранной рабочей силы и ограничение частного предпринимательства. Это вызвало постепенное сокращение численности китайского населения города. В середине 1930-х гг. ликвидация «Миллионки» стояла на первом месте в плане мероприятий, направленных на «зачистку» Приморья от нелегалов, преступников и политически неблагонадёжных элементов.

17 апреля 1936 г. Политбюро ЦК ВКП(б) приняло специальное постановление, гласившее: «...ликвидировать „Миллионку“ малыми порциями под тем или иным соусом в течение 4-5 месяцев, то есть к осени сего года». Первая акция НКВД вызвала многочисленные жалобы китайцев и протесты посольства Китайской Республики в Москве. [1, с.136] Всех обитателей ликвидируемой «Миллионки», находившихся во Владивостоке на законных основаниях, было предписано обеспечить жилплощадь. Сроки ликвидации «чайна-тауна» были оставлены без изменений.

В декабре 1936 г. руководитель Управления НКВД по Дальневосточному краю Я. С. Визель информировал секретаря Приморского областного комитета ВКП(б) Мякинена: «На сегодня ни большой, ни малой „Миллионки“ не существует.» [8]

В настоящее время почти все строения бывшей «Миллионки» являются памятниками истории, а сама «Миллионка» время от времени посещается туристическими группами. К сожалению, ее состояние далеко от идеального, что не позволяет ей быть по-настоящему интересным туристическим объектом. Возможно, в будущем ситуация изменится к лучшему, и «Миллионка» станет более привлекательна для туристов, особенно для туристов, особенно для туристов из Китая.

#### Список литературы

1. АНЧА Д.А., МИЗЬ Н.Г., КИТАЙСКАЯ ДИАСПОРА ВО ВЛАДИВОСТОКЕ: СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ – Издание второе, дополненное. Владивосток: Дальнаука, 2015. - 312 с.
2. Матвеев, Н. П. Краткий исторический очерк г. Владивостока. Владивосток: Уссури, 1990, с.15, 54
3. Сорокина, Т. Н. Китайские кварталы дальневосточных городов (кон. XIX-нач. XX вв.) // Диаспоры, 2001, № 2-3, с.55
4. Матвеев, Н. П., указ. соч., с.177
5. АВПРИ, ф.148 (Тихоокеанский стол), оп.487, д.770, л.160
6. Сухачева, Г. А. Обитатели «Миллионки» и другие. Деятельность тайных китайских обществ во Владивостоке в кон. XIX-нач. XX вв. // Россия и АТР, 1993, № 1, с.63
7. Сухачева, Г. А., указ. соч., с.65-66
8. Чернолуцкая, Е. Н. Конец «Миллионки»: ликвидация китайского квартала во Владивостоке (1936 г.) // Россия и АТР, 2008, № 4, с.24

### ОБ ОРГАНИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX В.

**Романова Ю.Ю.**

СГТУ им. Гагарина Ю.А., г.Саратов

В статье рассмотрено Строительное Законодательство Российской Империи, краткое содержание Строительного Устава.

Ключевые слова: городской архитектор, А.М. Салько, строительное законодательство, строительный устав.

Архитектура - сложный вид деятельности, на развитие которого влияет целый комплекс факторов экономического, идеологического, эстетического, технического характера. Одним из таких важных регуляторов архитектурной деятельности являются действующие в то или иное время нормативные акты.

Строительное законодательство в Российской Империи зарождалось в условиях бурного подъема экономики страны, вызванного петровскими преобразованиями XVIII века, на протяжении XIX века переживало период становления, как и вся законодательная система. До 1832 г. большинство законоположений, применимых к

архитектурно-строительной деятельности, были вызваны необходимостью упорядочения бедной, пожароопасной, «противной благоуобразию» городской застройки. Частые и обширные пожары в городах требовали замены деревянных строений на каменные, проведения крупных мероприятий по перепланировке российских городов на принципах «регулярства», расширению практики строительства по «образцовым» проектам. Постепенно усиливался контроль градостроительной деятельности на местах, вводилась архитектурная служба на губернском уровне, производилась унификация делопроизводства по строительству.

Регулирование архитектурно-строительной деятельности во второй половине XIX века происходило на основе Строительного устава, сборника всех статей, вошедших в Полный Свод Законов Российской Империи (ПСЗРИ), упорядоченных в этом уставе по тематикам, а так же в котором были изложены основные положения, регламентирующие вопросы проектирования, согласования, строительства и т.д.

ПСЗРИ не имел четкой структуры, законодательные акты располагались в хронологическом порядке под соответствующим номером, что делало использование такого источника на практике крайне затруднительным. К 1830 г. ПСЗРИ содержал в себе 40 основных томов и 6 томов приложений. Была очевидна необходимость издания законов в тематическом порядке. Таким новым документом стал разработанный в 1832 и принятый в 1835 г. Свод законов Российской Империи, в который и вошел Строительный Устав.

Строительный Устав первой редакции состоял из семи разделов и двадцати одной главы.

Первый раздел содержал сведения об учреждениях для управления строительной частью, по государству, губерниям и отдельным городам, а так же определял структуру органов управления, регламентировал процедуры согласования, введения в строй новых объектов, контроля за имеющимися казенными и общественными зданиями, а так же дорогами, в том числе и контроль художественных направлений в застройке, правилах финансирования и отчетности по нему.

Второй раздел Устава Строительного посвящен казенным зданиям, финансированию ремонтных и строительных работ, порядку подачи и рассмотрения заявок, условиям распределения средств. Приводились требования к проектно-сметной документации, информация о порядке производства работ, об освидетельствовании казенных зданий. Давалось указание использовать образцовые чертежи, а так же ссылка на Уточное Положение при изготовлении смет, а при отступлении от него - на Уложение о Наказаниях. Так же здесь содержались статьи, регламентирующие сохранение, содержание в порядке и «употреблении» казенных зданий. Указаны правила проектирования и строительства, а так же опорные «нормальные» проекты тюрем, которые допускалось частично изменять «сообразно условиям». Регламентация отчетности и ответственности в «производстве работ и употреблении денежных сумм. Виды наказаний перечислялись в Уложении о Наказаниях (статьи 1396-1401), и включали в себя в том числе и имущественную составляющую. Третий раздел посвящен культовым зданиям различных конфессий. Четвертый раздел состоял из двух глав, и посвящен общественным зданиям. Пятый раздел так же состоял из двух глав, содержал в себе требования по устройству, содержанию и финансированию улиц, площадей, мостов и тротуаров в городах. Шестой раздел Устава Строительного состоял из четырех глав, и был посвящен частным зданиям в городах. Целая глава посвящена фасадам частных зданий. Одна из глав была посвящена порядку разрешения строительства частных построек в Санкт-Петербурге и остальных городах, а последняя - строительству фабрик и заводов в городах.

Седьмой раздел был посвящен строениям в селениях.

До издания Строительного Устава строительство на местах регламентировалось бессистемными, запутанными, а часто неправильно интерпретируемыми на местах узаконениями и циркулярами Сената МВД, которые в полном объеме до застройщика никто не доводил, что создавало почву для злоупотреблений. Строительный Устав, как составная часть Свода Законов, стал важной ступенью к обобщению и упорядочению архитектурно-строительного дела в масштабах империи, явился началом нового периода, характеризующегося постепенным расширением прав частных застройщиков, для удобства которых было необходимо свести воедино разрозненные в Своде законов строительные узаконения и правила.

В тоже время Строительный Устав, как и другие уставы, не был совершенным: отсутствовал принцип «от общего к частному»; многие узаконения относились к разным эпохам, издаваясь по конкретным случаям; отсутствовала глубина проработки, соответствующая времени. Вносимые на протяжении сорока лет в Устав Строительный изменения и дополнения, часто противоречащие друг другу, лишили этот документ целостности и систематичности.

Всё это, безусловно, отражалось на архитектурно-строительной деятельности, нередко побуждало городских архитекторов давать разъяснения и уточнения к положениям Строительного устава, более доходчиво доносить их до рядовых застройщиков. Так же, помимо строительного устава, издавались законы, входившие в полный Свод Законов Российской Империи, которые косвенно или непосредственно влияли на архитектурно-строительную деятельность.

Стоит отметить, что единой системы управления строительством не было. Каждое министерство, а так же многие ведомства имели свои Строительные Комитеты, укомплектованные инженерами, архитекторами и техниками.

Усложнение архитектурно-строительного процесса и его составляющих усложнило его нормирование и регулирование. Часто встречается несоответствие правительственных распоряжений, циркуляров МВД, и иных издаваемых законов. Официальный Устав Строительный, изданный в 1857 г., не соответствовал проводимым в 1862-1882 гг. реформам, поэтому дополнения, вышедшие позже 1857 г., во многом не были согласованы между собой, что существенно усложняло их использование.

В 1900 г. выходит следующая версия Строительного Устава. Претерпели изменения внутренняя структура и основные положения Устава, а также общая структура самого свода Законов, включая множество новых разделов, включая «Городовые Положения». В целом, изменения в строительном законодательстве отражали общее направление реформ всей системы управления государственным аппаратом, вызванные внутривластными изменениями, ростом городов, увеличением численности населения, темпов и объемов строительства. Однако, с другой стороны, многие положения переходили от одной версии Устава к другой без изменений, не имели фактической силы и на местах не исполнялись.

На протяжении всего исследуемого периода, практикующие архитекторы, чиновники городских Управ в различных городах империи нередко брали на себя труд по упорядочению различных требований строительного законодательства и их внятного, последовательного изложению. Среди них саратовский городской архитектор А.М. Салько (1873), делопроизводитель Городской Управы В.И. Белобородов (1883), петербургский гражданский инженер Е. Вейберг (1897), академик архитектуры В. Н. Николаев (1911), одесский землемер В. Е. Иванов (1913), владимирский губернский инженер М.П. Сальманович (1914), крупный теоретик градостроительства М.Г. Диканский (1918) и др.

В «Правилах о постройках в городах и селениях» А. М. Салько были добросовестно собраны и упорядочены общие строительные законы и местные саратовские постановления по строительной части, дан образец обращения за разрешением на постройку в Городскую Управу и образец представляемого туда проекта. Это, безусловно, облегчало процесс утверждения проекта, что было важно и для Управы, и для главного архитектора города А. М. Салько - составителя сборника, и для рядового застройщика.

В рассматриваемый период архитектор не только проектировал, но и составлял сметы, выбирал материалы, контролировал строительство, сдавал объект. При этом специалистов, способных выполнять эти функции, а так же ориентирующихся в системе строительного законодательства, выпускалось крайне мало, в силу чего процесс разработки и согласования проектно-сметной документации для застройщика был весьма затруднителен. Поэтому проводимая в инициативном порядке работа по разработке рекомендаций и подготовке справочной литературы имела огромное значение для развития городского строительства.

## ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПЛОТНОЙ МНОГОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

**Шукуров И.С. - д.т.н., профессор МГСУ, Халилов И.Р. - аспирант МГСУ**

Проводить исследования конвективных потоков, вызываемых городской застройкой, с метеорологическими элементами непосредственно очень сложно. Для этого потребовался бы большой штат сотрудников и сложная автоматическая аппаратура. Вести наблюдения пришлось бы в многочисленных пунктах города и длительное время, так как в разные сезоны и при различных условиях погоды влияние города на воздушные течения не одинаково.

Математическое моделирование плодотворно развиваются и в настоящее время рассматриваются как мощное средство теоретического исследования нелинейных проблем в физике, химии, биологии, материаловедения и других областях.

Анализ отечественных и зарубежных исследований, руководств, нормативных документов, проектных и существующих жилых застроек, показывают, что в современной многоэтажной (разновысотной) и смешанной застройке методы регулирования теплофизических процессов путем применения моделирования жилой застройки в градостроительстве практически не используются, что требуют разработки новых методов теплофизического моделирования в проектах планировки.

В работе с этим поставлена задача, разработать теплофизическую модель, описывающую условия этого конвективно-лучистого теплообмена, происходящего в многоэтажной жилой застройке.

С физической точки зрения основными видами теплообмена жилой застройки является теплопроводность  $-Q_n$ , конвекция  $-Q_k$ , и излучение  $-Q_u$ ,

Уравнение теплового баланса в общем виде будет иметь следующий вид:

$$Q_{об} = Q_m + Q_n + Q_k. \quad (1)$$

Интенсивность конвективного теплообмена характеризуется следующим уравнением:

$$Q_k = \sum_{i=1,n} \alpha_{k,i} \cdot F_i \cdot (t_{n,i} - t_g), \quad (2)$$

где  $n$  - число этапов цикла,  $\alpha_k$  - коэффициент конвективной теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>·°С),  $F$  - площадь поверхности теплообмена, м<sup>2</sup>,  $t_n$  - температура нагрева поверхности теплообмена, °С,  $t_g$  - температура воздуха, °С.

Теплообмен излучением при тепло-ветровом режиме деятельной поверхности можно определить по формуле:

$$q_l = \sum_{i=1,n} \varepsilon_i \cdot C_0 \cdot \left[ \left( \frac{t_{n1} + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{t_g + 273}{100} \right)^4 \right], \quad (3)$$

где  $\varepsilon_i$  - коэффициент степени черноты поверхности,  $C_0$  - коэффициент излучения абсолютного черного тела, Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

При исследовании фактических условий теплообмена (излучением) составляющей передачи тепла теплопроводностью, как показал анализ можно пренебречь без больших погрешностей. Установлены граничные условия. В докладе приведены результаты вышеуказанных зависимостей путем применения критерия Грасхофа и локального критерия Нуссельта, связанного с коэффициентом конвективного теплообмена.

Установлено, что движение воздуха около нагретых горизонтальных поверхностей зависит от геометрических размеров поверхности. При малых размерах нагретых поверхностей образуется восходящие потоки, при больших размерах центральная часть поверхности как бы изолирована воздушными потоками, восходящими с краев поверхности. Охлаждение центральной части происходит за счет притока воздуха сверху.

Таким образом, функциональная зависимость коэффициента теплообмена от площади поверхности  $F$  носит не явный характер, поскольку каждая характерная поверхность обладает соответствующей температурой. Исходя из этого, проведенный анализ подынтегральной функции позволяет сделать вывод о том, что функция является гладкой, непрерывной в заданных временных пределах интегрирования. В силу всего вышеизложенного приведено выражение количество теряемой теплоты в течение тепло-ветрового режима жилой застройки.

### Список литературы

1. Шукуров И.С., Луняков М.А., И.Р. Халилов Организация инженерно-технического обустройства городских территорий. – М., 2015 г.
2. Шукуров И.С., Луняков М.А., И.Р. Халилов Курсовое и дипломное проектирование по градостроительству. - М., 2015 г.
3. Шукуров И.С. Методы оздоровления окружающей среды //Жилищное строительство, № 1, -М., «Ладья», 2005г., с. 14-17.
4. Шукуров И.С. Применение физиолого-геометрического моделирования для исследования микроклимата жилой застройки//Биомедицинская технология и радиоэлектроника, № 6, -М., 2005 г., с. 70-73.
5. Шукуров И.С., Хонгорова И.В. Теплофизическое моделирование в градостроительстве //Вестник МГСУ, № 1, М., 2012

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОТРАЖАЮЩИХ ЭКРАНОВ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

**Корнилов П.С., Ахметов Ф.М., Халилов И.Р.**

Набережночелнинский институт КФУ, РФ, г.Набережные Челны

Снижение энергопотребления зданий в условиях постоянного удорожания топлива является актуальной задачей для экономики нашей «северной» страны с достаточно холодным климатом, особенно, если учитывать наличие сильной конкуренции с иностранными производителями, имеющими сравнительно низкую энергоемкость

продукции. Здание с минимальным потреблением тепловой энергии – это здание, в котором теплопотери через оболочку сведены к экономически обоснованному минимуму. В связи с чем в 2009 году был издан федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ".

Существенное значение в доли тепловых трансмиссионных потерь зданий приходится на потери через оконные проемы (по разным оценкам, от 20 до 50% общего объема). Основной величиной, характеризующей этот показатель, является приведенная величина термического сопротивления всего оконного блока, хотя наибольшие потери приходится на его светопрозрачную часть [1].

Современные энергосберегающие конструкции окон имеют ряд существенных недостатков [1]. Так, применение окон с высокой степенью герметичности вызывает увеличение кратности воздухообмена, и задачи энергосбережения не решает, а лишь изменяет ее условия, перекадывая теплопотери через неплотности в окнах на теплопотери в системе вентиляции. Конструкции окон, ориентированные на снижение конвективной составляющей и теплопроводности (многослойное остекление, вакуумирование или заполнение стеклопакетов малотеплопроводными газами), значительно снижают уровень поступления в помещение солнечного света (в т.ч. полезных для здоровья человека УФ-лучей), а также имеют высокую стоимость и громоздкость.

Для повышения коэффициента сопротивления теплопередаче ограждающих конструкции конструкции без увеличения затрат на искусственное освещение был предложен вариант применения в темное время суток теплоотражающих экранов, которые снижали бы тепловые потери от лучистого (и в меньшей степени от конвективного) теплообмена, не вызывая уменьшения значения светопропускаемости окна в светлое время суток и уменьшая теплопотери между ограждающей конструкцией и отопительным прибором. Теплоотражающие экраны задерживают электромагнитное излучение преимущественно в инфракрасной области.

Учитывая, что в течение отопительного периода в Центральном регионе РФ средняя продолжительность светового дня составляет около 8 ч, то остальные 16 часов оконные проемы могут быть закрыты теплоотражающими экранами. Для обоснования данного предложения в Табл.1 приведены значения среднемесячной длительности светового дня, отнесенного к длительности суток, в разных городах РФ для некоторых месяцев отопительного периода.

Таблица 1

Среднемесячная длительность светового дня в сутках в различных городах РФ (%)

Город	Месяц		
	Ноябрь	Январь	Март
Краснодар	39,7	36,4	49,9
Москва	34	32	49
Иваново	33,3	30,7	49,1
Санкт-Петербург	30,9	25,8	49,5
Мурманск	23	6	52

Было исследовано несколько конструкций энергосберегающих оконных блоков с применением теплоотражающих экранов [1]. Отправной точкой исследования послужила конструкция блока, предложенная сотрудниками ИГЭУ еще в 2000 г. [2].

Благодаря применению экранов повысилась температура на внутренней поверхности остекления оконного блока (Рисунок 1), что немаловажно, т.к. в нижней части остекления располагается наиболее опасная зона для выпадения конденсата, инея и образования наледей, особенно, при наличии высокой влажности внутри помещения.

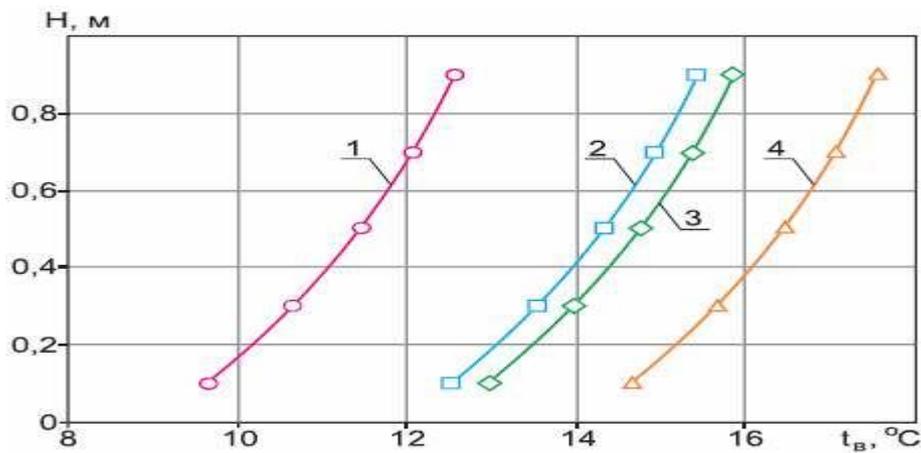


Рис.1. Изменение температуры на внутренней поверхности остекления средней зоны окна по высоте светопрозрачной части в зависимости от конструкции оконного блока: 1 – без экрана ; 2 – экран установлен снаружи ; 3 – экран установлен между ОСП и стеклом ; 4 – то же плюс экран снаружи . Примечание: Температура воздуха в «теплом» отделении камеры  $t_{вн}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в холодном  $t_{н}=-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Относительно установки металлического жалюзи следует отметить тот факт, что максимальное приведенное термическое сопротивление  $R_{пр}=0,813\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$  было получено при  $\alpha=90^{\circ}$ , когда жалюзи полностью перекрывали световой проем (Рисунок 2). При этом воздушная прослойка межстекольного пространства разделялась на две, снижая конвективную составляющую теплообмена. Образовавшийся теплоотражающий экран снизил лучистую составляющую, поскольку каждый поворотный элемент выполнен из алюминия с высокой теплоотражающей способностью.

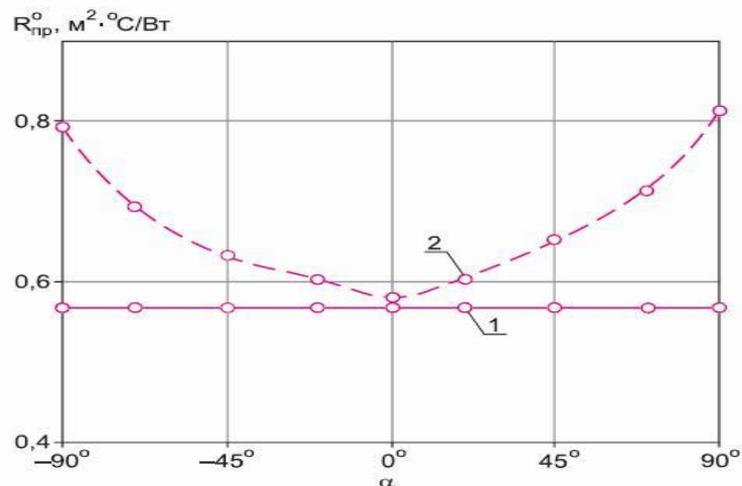


Рис.2. Зависимость приведенного термического сопротивления окна от угла наклона к горизонту поворотных элементов жалюзи: 1 – оконный блок без жалюзи (контроль 2); 2 – оконный блок с жалюзи.

Помимо оконных блоков также существенны теплотери в зоне примыкания отопительных приборов и ограждающих конструкции. В подавляющем большинстве случаев отопительные приборы устанавливаются у наружных стен. При нагреве внутреннего воздуха помещения, нагревается также и область стены за радиатором отопления, создавая тем самым локальную зону повышенных тепловых потерь.

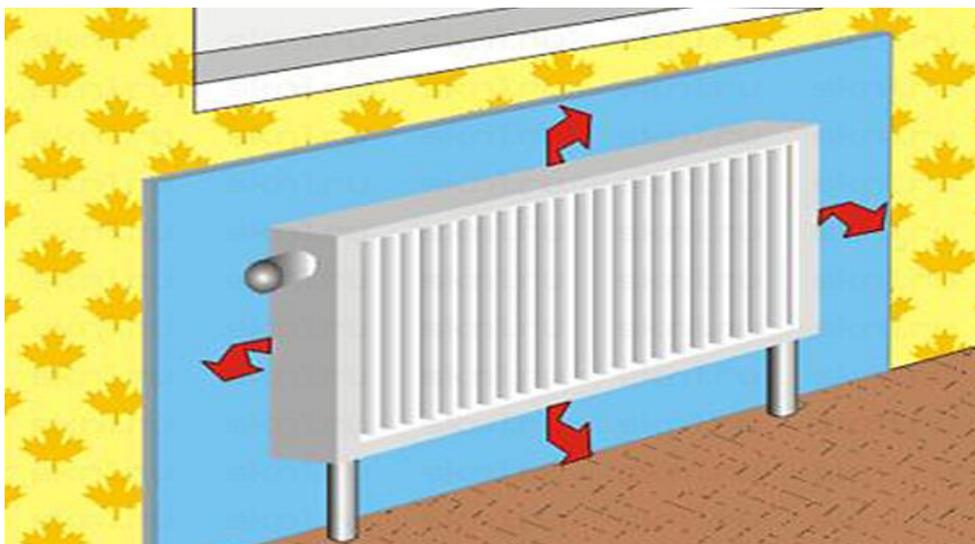


Рис.3. Радиатор с теплоотражающей поверхностью.

Снизить поток тепла через стены позволит установка за радиаторами теплоотражающих экранов из алюминиевой фольги. Теплоотражающая пленка выполняет 2 основные функции:

- увеличение термического сопротивления теплопередаче для области стены за радиатором отопления за счет низкого коэффициента теплопроводности материала пленки (около  $0,02 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ );
- отражение теплового излучения от радиатора отопления обратно в помещение [3].

Теплоотражающая панель представляет собой мягкий рулонный материал, состоящий из теплоизолирующего слоя из газонаполненного пенополиэтилена толщиной 4 мм, покрытого с одной стороны алюминиевой фольгой [3]. 90 % тепла отражается от фольги, а слой теплоизоляции затрудняет потерю тепла. Для достижения наибольшего эффекта и сохранения тепла можно применить двустороннее фольгирование, то есть изолирующий материал будет средним звеном, а наружные стороны материала изготовлены из фольги, но это лишнее. Теплоотражающий экран за радиатором отопления полностью изолирует стены от нагрева, тем самым, понижая потери тепла. Установив теплоотражающий экран за радиатор отопления, можно повысить температуру внутри помещения, как минимум, на  $1 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

За счет экономии тепловой энергии и предотвращения теплопотерь через светопрозрачные и ограждающие конструкции в холодное время суток можно повысить энергетическую эффективность здания и сооружения благодаря перечисленным средствам теплозащиты.

#### Список литературы

1. Захаров В.М., Смирнов Н.Н., Калинина Л.Б. Энергосберегающие конструкции окон на основе применения теплоотражающих экранов. // Светопрозрачные конструкции, 2008, №5-6, С. 42-45.
2. Захаров В.М., Яблоков В.М., Ладаев Н.М. Оконный блок. Свидетельство на полезную модель № 16011 от 07.03.2000 г. Москва.
3. Интернет-ресурс: Отчет об энергетическом обследовании Энергосберегающие мероприятия. <http://intecnn.ru/File/report.pdf> (Дата обращения: 13.04.2016).

## ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОРЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА

**Катюк О.А.**

МГУДТ, РФ, г.Москва

Аннотация. Статья основывается на подробном анализе инновационного подхода экореконструкции - зеленые крыши, как наиболее приоритетного решения проблемы экологического неблагополучия городов. Проводится анализ зарубежного опыта, в доказательство выдвигаемых автором тезисов.

Ключевые слова и фразы: экореконструкция, рефункционализация, городская экология, зеленые крыши, "зеленые" строительство.

Процесс урбанизации - рост городов - происходит интенсивно во всем мире, что приводит к усложнению городской инфраструктуры. Рост концентрации людей, промышленных предприятий и автомобилей сопровождается значительными изменениями природных ландшафтов и условий в городах и пригородах, возникновением в них специфических природных явлений, ухудшением экологических качеств городской среды. Иными словами, в следствии урбанизации, в современном мире произошла урбанизация природы (И. И. Дедю, 1989 г.) - превращение естественных ландшафтов в искусственные под влиянием городской застройки [2].

Основным ускорителем процесса урбанизации, несомненно, явилась промышленная революция.

Для промышленности России наиболее важен период индустриализации XIX века, когда Москва превратилась в промышленный город, что, в свою очередь, повлекло за собой рост строительства промышленных сооружений, а также расширения уже существующих предприятий. Наиболее быстрыми темпами промышленность начала развиваться в 30-е годы, после того, как правительство ввело систему «пятилеток». Крупные заводы строились рядом с дорожными магистралями, реками и водоемами, что было в непосредственной близости от жилой застройки. В результате чего, такая стремительная индустриализация привела к антисанитарному состоянию, нарушив удобства жизни населения и загрязнив город [3].

Актуальность затронутой темы не вызывает никаких сомнений: экологическое неблагополучие, особенно в крупных развитых городах, стало остройшей глобальной проблемой, требующей скорейшего решения.

Москва - в прошлом крупный промышленный центр - пример сильного геохимического загрязнения. Весь исторический центр города загрязнен тяжелыми металлами: цинком, свинцом, кадмием, медью, хромом. Основным источником тяжелых металлов являются промышленные здания, автотранспорт, а также, разрушающиеся старые покрытия стен зданий. Правительством Москвы уже приняты ряд мер по улучшению городской среды путем рефункционализации промышленных зон, развитие которых несет в себе огромный потенциал для решения многих проблем. За счет данных территорий, используя новые технологии, возможно, решить социальные, экологические, транспортные проблемы и многое другое.

Для улучшения экологической обстановки в городе, предлагается пойти путем экологической реставрации ландшафтов и экологической реконструкции промышленных зон.

Экореконструкция — это изменение параметров существующего неэкологичного объекта (отдельного здания, инженерного сооружения, квартала, города, региона, страны) с приведением его и окружающей среды в состояние экологичности, в том числе равновесия с окружающей природной средой [2].

Экореставрация антропогенного ландшафта - это возврат компонентов ландшафта в то естественное, природное состояние, в котором он находился прежде [2].

В ряду феноменов, формирующих саму идею экологической реконструкции, отдельной составляющей является зеленая кровля, или сад на крыше.

Зеленая крыша - это крыша здания, которая частично или полностью покрыта растительностью и специальной почвенной смесью, размещенной по гидроизолирующей мембране. В Европе данная технология применяется уже более 30 лет, однако, для России это новое направление в ландшафтном урбанизме и "зеленом" строительстве, о перспективности и преимуществах которого, можно судить уже сейчас, глядя на примеры зарубежных стран.

В Европе, США, Китае и других странах Юго-Восточной Азии данные направления являются одними из основных решений для улучшения экологической ситуации в мегаполисах. Учитывая высокую стоимость земли и недвижимости, эксплуатируемая кровля – это прекрасный способ превращения крыш в полноценные зоны для общения, проведения различных мероприятий и отдыха. Кроме того, именно экологические проблемы стали почвой для роста популярности таких систем и в странах с умеренным климатом, как, например, в Норвегии, где они обустроены в почти 90% частных домов[7].

За счет приобретения дополнительной эксплуатируемой площади, в виде зеленой крыши, увеличивается экономический эффект от использования зданий, повышается уровень жизни городских жителей, поскольку им предоставляется больше возможностей для отдыха, прогулок, занятий спортом, устройства детских площадок.

Технология устройства зеленой кровли

Различают два основных типа зеленых кровельных систем: экстенсивную и интенсивную. Они отличаются, главным образом, стоимостью, толщиной растительной среды и выбором используемых растений. Часто используется комбинация двух типов озеленения.

Для экстенсивных «зеленых кровель» (часто неэксплуатируемых) характерен малый вес, низкие капитальные вложения, небольшое разнообразие применяемых растений и минимальные требования по обслуживанию. Данный тип озеленения в значительной степени предоставлен сам себе (Рисунок 1).



Рис.1. Пример экстенсивного озеленения кровель

Интенсивные «зеленые кровли» чаще являются эксплуатируемыми. Они характеризуются большей толщиной субстрата, большим весом, широким разнообразием растений, большими требованиями к обслуживанию. Благодаря большей толщине субстрата, список рекомендуемых растений более разнообразен и включает кустарники и деревья, с помощью которых можно организовать более сложную экосистему. Однако и требования к обслуживанию интенсивных кровель, особенно к их поливу, более высокие: для них необходимо предусматривать особые системы полива (Рисунок 2).



Рис.2. Пример интенсивного озеленения крыш

Комбинированное озеленение применяется в случаях, когда на кровле с преимущественно экстенсивным озеленением отдельными зонами высаживаются кустарники или деревья.

Устройство зеленой кровли представляет собой наложение нескольких слоев друг на друга, как это показано на Рисунке 3. Только после выкладки всех слоев высаживаются растения. Выбирая растения, необходимо учитывать несколько климатических условий в течение всего года, выбирать морозостойкую траву и мох, а также растения с малой корневой системой.

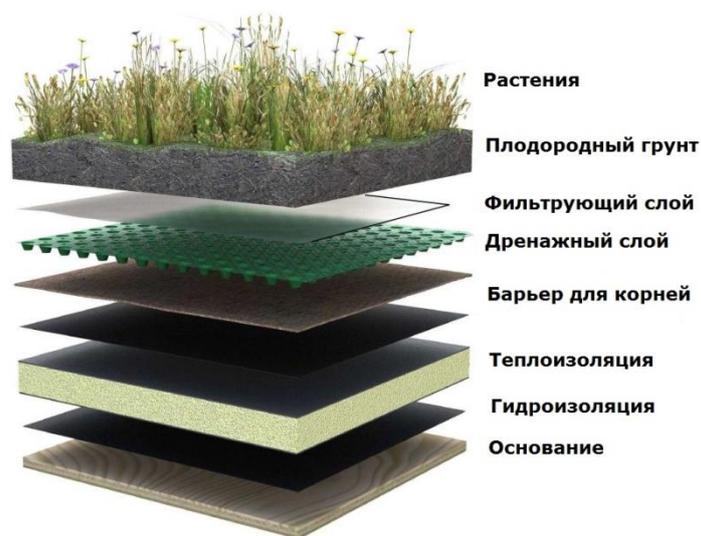


Рис.3. Устройство зеленой кровли

#### Преимущества технологии

Эко-крыши имеют ряд экологических, эстетических, социальных, экономических и инженерных преимуществ.

С экологической точки зрения:

- вырабатывают дополнительный кислород, тем самым снижая содержание углекислого газа в атмосфере;
- очищают воздух, поглощая пыль и вредные вещества. Благодаря большой площади озеленения кровельная растительность поглощает из воздуха 10-20% пыли. Она также задерживает и усваивает нитраты и другие вещества, содержащиеся в воздухе и осадках;
- увлажняют воздух и создают естественную прохладу;
- уменьшают запыленность воздуха. Доказано, что в кронах деревьев и траве задерживается до 50% пыли из проходящих над ними потоков воздуха даже в сухом состоянии;
- шумо- и звукоизоляция;
- дают возможность получения новых пространств для жизни флоры и фауны.

«Зеленые крыши» также служат украшением городов. В современных мегаполисах нет места природе. С течением времени в городах остается все меньше островков зелени, жители мегаполисов лишены контакта с живой природой, нас окружают так называемые «бетонные джунгли», серость и однообразие типовой застройки. От ежедневного существования в этой безрадостной эмоциональной среде у людей накапливаются негативные эмоции, стресс, усталость. Не раз было доказано, что зелень влияет на улучшение самочувствия горожан и снижение эмоциональной нагрузки. Зеленые кровли позволяют создать красивое креативное пространство, не прибегая к дополнительным дизайнерским приемам.

Экономические и инженерные преимущества:

- энергоэффективность и экономия средств в процессе эксплуатации, достигаемые за счет сокращения теплотерь через внешнее покрытие здания;
- пассивное теплосбережение – гарантируется благодаря отличным теплоизолирующим качествам зеленой кровли;
- защита покрытия крыши от многих агрессивных факторов: высокие и низкие температуры, термоудары, град, ультрафиолетовое излучение, ветер, пожар;
- простая установка любых коммуникаций до и после монтажа зеленой кровли;
- инвестиционная возможность использования пространства крыши в качестве дополнительной рекреационной зоны;
- улучшение условий жизни и работы людей.

Проблемы реализации и пути решения

Главный аргумент "против" целесообразности применения данных направлений в России кроется в климатических условиях. Большие перепады температур в течение года пагубно влияют на гидроизоляционную мембрану, разрушая ее. Однако, при современном развитии технологий строительства данная проблема разрешаема, что и подтверждается опытом, например, в скандинавских странах.

Суть проблемы в том, что при отрицательной температуре воздуха слой грунта и вода в дренажной системе промерзают. Чтобы этого избежать, применяют обогреваемую дренажную систему, что, естественно, несет существенное удорожание строительства и эксплуатации зеленой кровли [7].

Среди других недостатков: инженерная и техническая сложность проектирования, дополнительная нагрузка на несущие конструкции здания, высокая стоимость озеленения, а также необходимость регулярного ухода профессионалами в течении всего года.

В России зеленые крыши только начинают свое развитие. Поэтому мнения "против" подчас обусловлены еще и нехваткой должных знаний и умений в данном направлении. Опыт отечественных архитекторов применения зеленой кровли сравнительно небогат, что еще раз доказывает необходимость интенсивного изучения и развития данного направления.

В подтверждение вышесказанных тезисов и обоснования перспективного развития направления, был проведен анализ крупных проектов зарубежных и российских архитектурных мастерских.

Japan's Namba Parks, Осака, Япония.

Архитектурная мастерская: Jerde.

Парки Намба – наилучший образец органической современной архитектуры. Основной задачей перед архитекторами стояло разбавить и смягчить жесткий каменный облик города. В результате было предложено интегрировать огромный зеленый парк в насыщенную и жесткую среду мегаполиса (Рисунок 4).



Рис.4. Namba Parks, Арх.мастерская: Jerde.

Террасные сады являются частью огромного 30-этажного торгового комплекса Parks Tower, в котором разместились множество магазинов и торговых лавочек. Ландшафтный парк поднимается на 8 этажей, сочетая в себе зеленые террасы, искусственные пруды и водопады. На крышах этого здания есть газоны, рожи, утесы, ручьи, водопады и пруды [8].

Калифорнийская академия наук Сан-Франциско, штат Калифорния.

Архитектор: Ренцо Пьяно.

Калифорнийская Академия наук признана самым зеленым музеем мира благодаря смелому использованию принципов экологически чистого дизайна. Здание площадью 400.000 квадратных футов выглядит волнистой живой крышей, усеянной окнами-иллюминаторами — при проектировании которого итальянский архитектор из Генуи Ренцо Пьяно стремился отойти от традиционной концепции музеев, которые он видел как «царства тьмы» (Рисунок 5).



Рис.5. Калифорнийская академия наук  
Архитектор: Ренцо Пьяно

Зеленая крыша, спроектированная таким образом, чтобы сократить ливневые стоки, обеспечить изоляцию и создать среду обитания для птиц и насекомых. Использование новейших технологий дало возможность сократить потребление воды и расход электроэнергии, а современные мембранные покрытия продлить срок эксплуатации крыши [4].

Сад на крыше Музея Современного Искусства в Нью-Йорке, США  
Архитектурная мастерская: Ken Smith Landscape Architect

Новый сад на крыше здания Taniguchi - это новаторское сооружение, которое удачно дополняет зеленое пространство территории Музея с садом скульптур.

К моменту начала работ крыша была подготовлена под закладку сада – сделано специальное покрытие с защитным слоем. Никаких изменений в существующую структуру крыши не предусматривалось. Сад планировался как система, требующая минимального ухода, поэтому используемое здесь количество растений было очень ограниченным (Рисунок 6).

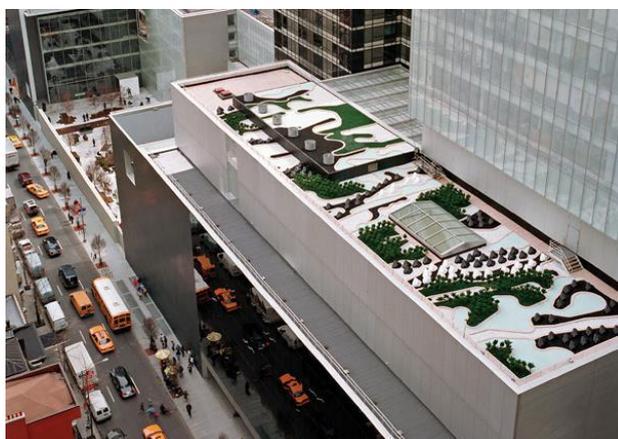


Рис.6. Сад на крыше здания Taniguchi  
Архитектор: Ken Smith Landscape Architect

В ландшафте прослеживаются черты японских садов с относительно плоскими ровными садами белого гравия, восстановленного черного каучукового дерева, стекла, камней и кустов самшита [1].

Начальная школа наук и биоразнообразия, Париж, Франция.  
Архитектурная мастерская: Chartier Dalix

Комплекс, совмещающий детский сад и начальную школу со спортзалом для местных жителей, появился на бывшей территории завода Renault, ныне занятой плотной застройкой – жилой и офисной. Архитекторы стремились вернуть биоразнообразие в городские кварталы, создав там для этого полноценную экосистему, которая бы не только повышала качество среды, но и служила «наглядным пособием» для детей. Поэтому Начальная школа наук и биоразнообразия снабжена «минеральной стеной» и озелененной крышей (Рисунок 7). Крыша здания поделена на две части – «степную» со слоем земли в 50 см, и лесную и кустарниковую с метровым слоем почвы. Эти растения обеспечат пищей обитателей фасадов и кровли [7].



Рис.7. Начальная школа наук и биоразнообразия  
Арх.мастерская: Chartier Dalix  
Crowne Plaza, Санкт-Петербург, Россия.

Одним из ярких примеров эко-крыш в России является зеленая крыша бизнес-центра Crowne Plaza в комплексе зданий аэропорта «Пулково» в северной столице. В проекте, осуществленном в 2011 году, была создана кровля с экстенсивным озеленением площадью более 2000 кв. м. Применена технология озеленения компании BAUDER. Зеленая кровля успешно выдержала испытание холодной зимой 2011–2012 годов (Рисунок 8).



Рис.8. Крыша Crowne Plaza

#### Заключение

Экологическая реконструкция - новое направление в инвестиционно-строительной деятельности правительства Москвы, обеспечивающее достижение экологически сбалансированного функционирования территорий посредством внедрения инновационных экотехнологий в проектирование.

Зеленая кровля - является приоритетным направлением экореконструкции, которое нуждается в дальнейшем изучении, развитии и внедрении. Использование озеленения на кровлях зданий и сооружений позволяет повысить эстетические качества застройки, особенно при разноэтажной застройке, обогатить ландшафт города, расширить возможности для организации рекреации населения, что особенно важно при увеличивающемся дефиците городских земель.

#### Список литературы

1. The Museum of Modern Art Roof Garden [Электронный ресурс] - Режим доступа - URL: [http://gardener.ru/library/architectural\\_panorama/page411.php](http://gardener.ru/library/architectural_panorama/page411.php)
2. Денисов В. В., Курбатова А. С., Денисова И. А., Бондаренко В. Л., Грачев В. А., Гутенев В. В., Нагнибеда Б. А. Экология города: Учебное пособие. - 2008.
3. Дятков С.В., Михеев А.П. Архитектура промышленных зданий. - М.: ООО "БАСТЕТ", 2006. - 480с.

4. Калифорнийская академия наук Сан-Франциско, штат Калифорния [Электронный ресурс] - Режим доступа - URL: <http://alt-energy.org.ua/kalifornijskaya-akademiya-nauk-san-francisko-shtat-kaliforniya/>
5. Электронный журнал "Здания высоких технологий" [Электронный ресурс] - Режим доступа - URL: [http://zvt.abok.ru/articles/9/Zelyonaya\\_krovlya](http://zvt.abok.ru/articles/9/Zelyonaya_krovlya)
6. Электронный журнал Archi.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа - URL: <http://archi.ru/world/59775/obuchayuschaya-ekosistema>.
7. Электронный журнал экотехнологий "Green Buildings" [Электронный ресурс] - Режим доступа - URL: <http://green-buildings.ru/ru/zelenye-krovli-v-rossii-problemy-i-perspektivy>.
8. Namba Parks (Парки Намба, Осака.) [Электронный ресурс] - URL: <http://turj.ru>.

## ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

**Зубок К.В., Зверева М.А.**

ДВФУ, РФ, г.Владивосток

Важным условием стабильного экономического и социального развития регионов является реализация целостной системы управления земельными ресурсами. Основными методами управления являются: кадастр недвижимости, землеустройство, мониторинг земель и государственный надзор за использованием и охраной земель [4].

Субъекты РФ осуществляют управление и распоряжение земельными участками, находящимися в собственности субъектов РФ. К полномочиям субъектов РФ относятся резервирование, изъятие, в том числе путем выкупа, земель для нужд субъектов РФ; разработка и реализация региональных программ использования и охраны земель, находящихся в границах субъектов РФ [1].

Приморский край занимает значительную часть территории РФ, а управление его земельными ресурсами – это сложноорганизованный процесс. Земельные ресурсы края являются недвижимым имуществом с особым правовым режимом. Особое место среди многообразия объектов недвижимого имущества, права на которые подлежат государственной регистрации, занимают объекты, отнесенные к культурному наследию.

При подготовке документации по оформлению государственной регистрации прав собственности на земельный участок под объектом историко-культурного назначения, памятник архитектуры Приморского края, авторы столкнулись с многочисленными проблемами.

Основным источником информации об объектах культурного наследия и их территориях, а также зонах их охраны при формировании и ведении государственного кадастра является Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации.

Однако в ходе работы было выявлено, что в ГКН отсутствуют сведения об объекте недвижимости культурного наследия (памятник истории и культуры) народов РФ, который расположен на земельном участке, принадлежащем на правах государственной собственности Приморскому краю.

При оформлении государственной регистрации права собственности на здание охранное обязательство памятника архитектуры Приморского края было передано в Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Приморского края. Однако надлежащего государственного учета недвижимости с полными сведениями о включении в реестр объектов культурного наследия не было.

В настоящее время право государственной собственности субъекта на здание зарегистрировано. Однако при оформлении земельного участка, установлении его границ, под данное здание оказалось, что площадь участка стала меньше на 595 кв. м по сравнению с его площадью как ранее учтенного – 1981 кв.м.

Часть территории данного земельного участка была оформлена под многоквартирный дом, так как границы исследуемого земельного участка не были уточнены, а обязательного согласования, согласно ст. 39 ФЗ-221[3], не требовалось, так как данный земельный участок был внесен в государственный кадастр недвижимости без уточненных границ.

Запрещение и ограничение хозяйственной деятельности при использовании земель историко-культурного назначения устанавливаются в основном в соответствии с требованиями статьями 34-35 «Закона об охране и использовании памятников истории и культуры» в Российской Федерации. В целях обеспечения охраны памятников истории и культуры предусмотрено установление охранных зон, в которых запрещается производство земляных, строительных и других работ, а также хозяйственная деятельность без специального разрешения [2].

Зоны охраны памятников истории и культуры устанавливаются как в поселениях, так и на иных территориях. Границы зон охраны памятников истории и культуры определяются в градостроительной документации. Поэтому непонятно, почему при выдаче разрешения на строительство многоквартирного дома эти обстоятельства не были учтены. Даже если объект культурного наследия не был отражен в ГКН с уточненными границами земельного участка государственной собственности Приморского края, на котором находится памятник архитектуры, то должно было быть согласование границ строящегося объекта и об этом должны быть оповещены смежные землепользователи.

Смежный землепользователь многоконтурного земельного участка МКД воспользовался правом постановки на государственный учет, согласно схемы расположения земельного участка на КПТ, а также межевого плана земельного участка. На основании данных документов не требовалось согласования границ земельного участка, но не было учтено при этом, что на исследуемый земельный участок имелось охранное обязательство. А это уже и ошибка одновременно и учета и контроля, которые являются основными методами управления земельными ресурсами.

Таким образом, в ходе исследований были выявлены существенные проблемы кадастрового учета объектов недвижимости и государственного земельного надзора за использованием земель, находящиеся в собственности субъекта на территории Приморского края:

– потеря достоверной информации, которая является базовой основой для обеспечения механизма регулирования земельного оборота, установления платежей за землю, ведения государственного кадастра недвижимости, землеустройства и контроля за использованием земель;

– утрата границ земельных участков, что не обеспечивает точность и бесспорность положения их на местности, и приводит к многочисленным земельным спорам и не разрешаемым судебным делам в сфере оборота земель; затрудняет организацию цивилизованного земельного рынка и не позволяет обеспечить со стороны государства гарантии прав земельной собственности;

– незаконное предоставление земельных участков, в том числе охранных территорий.

Решение данных проблем возможно путем согласованного взаимодействия всех организаций, принимающих участие в управлении земельными ресурсами на региональном уровне. Также необходима четкая регламентация законодательных актов в области использования земель, в которых не должно быть противоречий.

#### **Список литературы**

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 №136-ФЗ в ред. от 01.05. 2016 г. – <http://vladrieltor.ru/zemkodeks>
2. Федеральный закон от 25.06.2002 г. №73-ФЗ «Об объектах культурного наследия» (памятниках истории и культуры) народов РФ». [http://www.consultant.ru/document/Cons\\_doc\\_LAW\\_37318/](http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_37318/)
3. Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О государственном кадастре недвижимости».
4. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_70088/4f1bebcfa021a0dc294282157b643f1cda962ff2/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088/4f1bebcfa021a0dc294282157b643f1cda962ff2/)
5. Варламов, А.А. Земельный кадастр: Т.2. Управление земельными ресурсами. Учебники и учебные пособия для студентов высш. учебных заведений/ А.А. Варламов, С.А. Гальченко. – М.: КолосС, 2014. – 528 с.

### **РАСЧЁТ УСИЛИЙ В СТЕРЖНЯХ ФЕРМЫ. ВЛИЯНИЕ ШПРЕНГЕЛЕЙ НА ВЫБОР СЕЧЕНИЯ СТЕРЖНЯ**

**Пенкин А.Н., Мурсалова Д.Р., Горчаков А.О.**

СКФУ, РФ, г.Ставрополь

Фермой называют конструкцию, остающуюся геометрически неизменной после условной замены её жёстких узлов шарнирными. Фермы широко используются в современном строительстве, в основном для перекрытия больших пролётов с целью уменьшения расхода применяемых материалов и облегчения конструкций, например – в строительных большепролётных конструкциях, типа мостов, стропильных систем промышленных зданий, спортивных сооружений, а также – при возведении небольших лёгких строительных и декоративных конструкций – павильонов, сценических конструкций, тентов и подиумов.

Внутренние усилия в стержнях ферм посредством способа моментной точки определяют по формуле:

$$N = \pm \frac{M}{r}$$

где  $M$  – момент сил, расположенных на одной из отсеченных частей фермы, относительно моментной точки;

$r$  – плечо усилия  $N$  относительно моментной точки.

Из формулы очевидно, что при увеличении  $r$  внутреннее усилие  $N$  будет снижаться. Достичь увеличения  $r$ , а соответственно и прочности фермы, можно за счет повышения её высоты. Из конструктивных особенностей раскосы фермы располагают под углом  $45^\circ$  к стойкам и поясам, т.е. увеличение высоты фермы приводит к увеличению длины панелей. Соответственно повышается масса всей конструкции и экономия материала на стержнях фермы за счет снижения в них действующих усилий может оказаться ниже его расхода на сооружение.

Увеличить высоты фермы можно за счет введения в состав каждой панели дополнительных двухопорных ферм – шпренгелей, опирающихся на шарниры основной фермы. Стержни шпренгелей работают лишь на местную нагрузку, т.е. на нагрузку, приложенную в пределах их пролетов.

Целью данной работы является показать, что введением в основную ферму дополнительных стержневых конструкций, служащих для её усиления, шпренгелей, можно уменьшить металлоёмкость основной фермы без изменений прочностных характеристик.

Рассмотрим пространственную двухопорную ферму со сложной распределённой нагрузкой (Рисунок 1) и такую же ферму со встроенными шпренгельными фермами. Рассчитаем усилия в стержнях в первом и во втором случаях. Сравним полученные результаты.

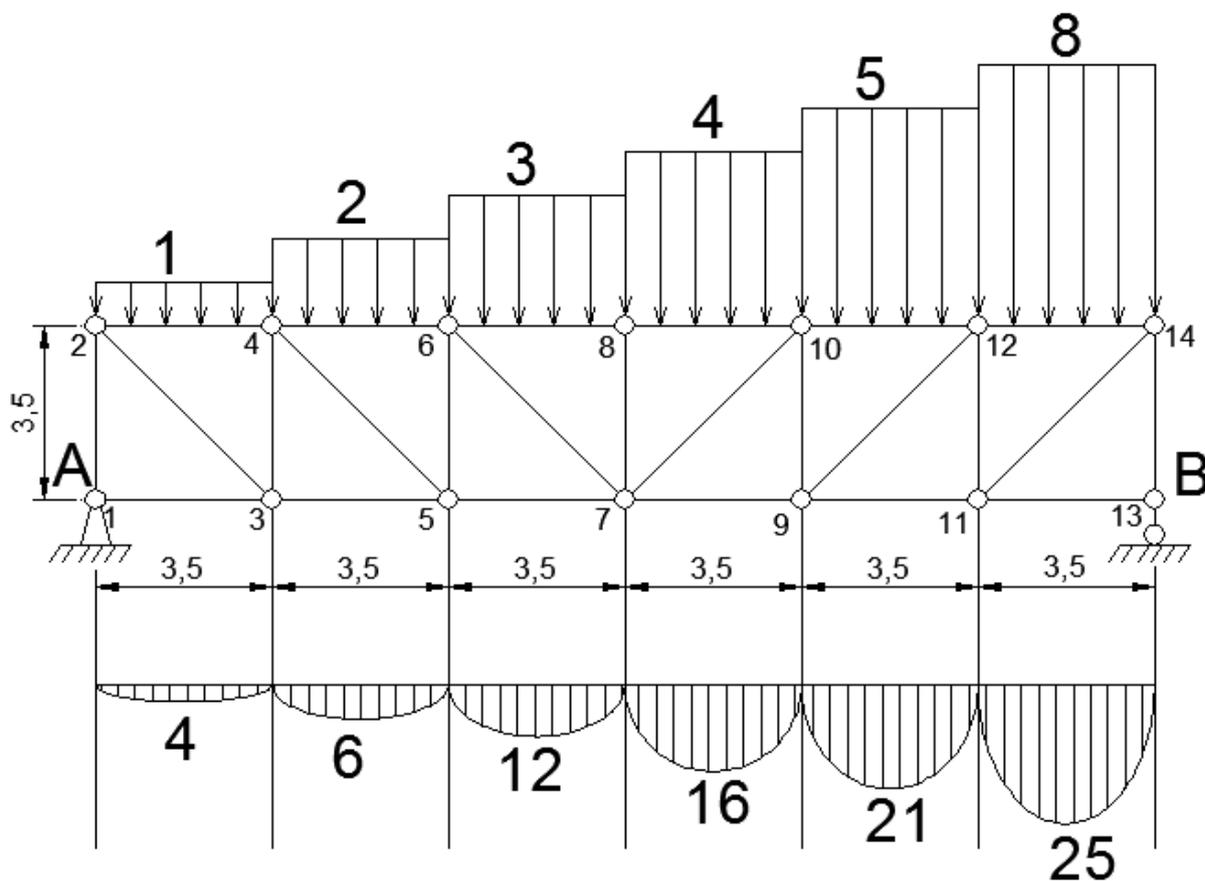


Рис.1. Пространственная двухопорная ферма со сложной распределённой нагрузкой.

Для начала найдём реакции опор в точках А и В:

$$\begin{aligned} \sum M_A = 0, & & R_B = 53,375 \text{ кН}; \\ \sum M_B = 0, & & R_A = 27,125 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Методом моментных точек находим усилия в стержнях.

Сечение 1-1:

$$\sum M_2 = 0, \quad U_{1-3} = 1,75 \text{ кН};$$

	$\sum Y = 0,$	$D_{2-3} = 33,39 \text{ кН};$
	$\sum M_3 = 0,$	$O_{2-4} = -25,375 \text{ кН}.$
Сечение 2-2:	$\sum M_4 = 0,$	$U_{3-5} = 28,875 \text{ кН};$
	$\sum Y = 0,$	$D_{4-5} = 15,17 \text{ кН};$
	$\sum M_5 = 0,$	$O_{2-4} = -45,5 \text{ кН}.$
Сечение 3-3:	$\sum M_6 = 0,$	$U_{5-7} = 51,625 \text{ кН};$
	$\sum Y = 0,$	$D_{6-7} = 8,75 \text{ кН};$
	$\sum M_7 = 0,$	$O_{6-8} = -56,875 \text{ кН}.$
Сечение 4-4:	$\sum M_{14} = 0,$	$U_{13-11} = 14 \text{ кН};$
	$\sum Y = 0,$	$D_{11-14} = 36,25 \text{ кН};$
	$\sum M_{11} = 0,$	$O_{12-14} = -39,375 \text{ кН}.$
Сечение 5-5:	$\sum M_{12} = 0,$	$U_{13-11} = 48,125 \text{ кН};$
	$\sum Y = 0,$	$D_{9-12} = 11,25 \text{ кН};$
	$\sum M_9 = 0,$	$O_{10-12} = -56 \text{ кН}.$
Сечение 6-6:	$\sum M_{10} = 0,$	$U_{7-9} = 35 \text{ кН};$
	$\sum Y = 0,$	$D_{7-10} = -8,75 \text{ кН};$
	$\sum M_7 = 0,$	$O_{8-10} = -56,875 \text{ кН}.$

Наиболее нагруженные стержни:

$$O_{8-10} = -56,875 \text{ кН}, \quad O_{6-8} = -56,875 \text{ кН}.$$

Из условия прочности  $\sigma = \frac{F}{N}$  находим площадь сечения:

$$F = 0,02 \text{ м} = 2 \text{ см}.$$

Рассчитаем пространственную двухопорную ферму со сложной распределённой нагрузкой, добавив в неё шпренгели (Рисунок 2).

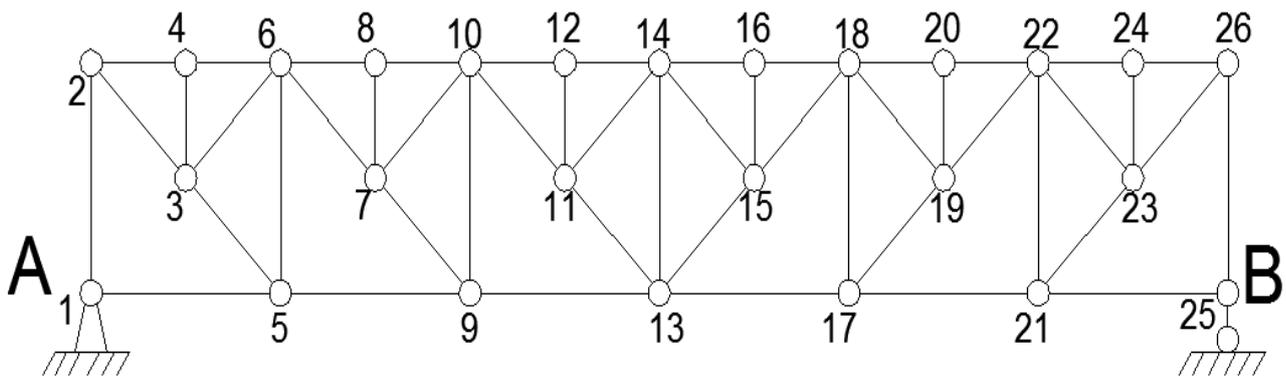


Рис.2. Пространственная двухопорная ферма со встроенными шпренгельными фермами.

Методом вырезания узлов найдём усилия в шпренгелях.

Узел 1:

$$\begin{aligned} \sum M_3 = 0, & \quad O_{2-4} = -1,75 \text{ кН}, & \quad O_{6-4} = -1,75 \text{ кН}; \\ \sum M_{11} = 0, & \quad D_{2-3} = -2,5 \text{ кН}, & \quad D_{6-3} = -1,75 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Считая аналогично, получим:

Узел 2:

$$\begin{aligned} O_{6-8} = -3,5 \text{ кН}, & \quad O_{8-10} = -3,5 \text{ кН}; \\ D_{6-7} = 5 \text{ кН}, & \quad D_{7-10} = 5 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Узел 3:

$$O_{10-12} = -5,25 \text{ кН}, \quad O_{14-12} = -5,25 \text{ кН};$$

	$D_{10-11} = 7,5 \text{ кН},$	$D_{14-11} = 7,5 \text{ кН}.$
Узел 4:	$O_{14-16} = -7 \text{ кН},$	$O_{16-18} = -7 \text{ кН};$
	$D_{14-15} = 10 \text{ кН},$	$D_{18-15} = 10 \text{ кН}.$
Узел 5:	$O_{18-20} = -8,75 \text{ кН},$	$O_{18-19} = -8,75 \text{ кН};$
	$D_{18-19} = 12,5 \text{ кН},$	$D_{19-22} = 12,5 \text{ кН}.$
Узел 6:	$O_{22-24} = -14 \text{ кН},$	$O_{24-26} = -14 \text{ кН};$
	$D_{22-23} = 20 \text{ кН},$	$D_{23-26} = 20 \text{ кН}.$

Из решения следует, что максимальные усилия равны 20 кН. Следовательно, шпренгели уменьшают усилия в стержнях на

$$\frac{(56,875 - 2 \cdot 20)}{56,875} \cdot 100\% = 29,8 \%$$

Таким образом, согласно проведённым расчётам, можно сделать вывод: введение шпренгелей уменьшает нагрузку на основные элементы фермы на 29,8%, что приводит к уменьшению материалоемкости основной фермы.

#### Список литературы

1. Александров, А.В. Строительная механика./ А.В. Александров, Б.Я. Лашеников, Н.Н. Шапошников. – М.: Высш. шк., 1983. – 364 с.
2. Дарков, А.В. Строительная механика: 8-е изд., перераб. и доп./ А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.
3. Кривошапко, С.Н. Строительная механика: лекции, семинары, расчетно-графические работы./ С.Н. Кривошапко. – М.: Высш. шк., 2008. – 391с.

## СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

**Кулибаба А.Д., Зверева М.А.**

ДВФУ, РФ, г.Владивосток

Приказом Министерства экономического развития РФ от 27.11.2014 № 762 в Земельный кодекс были внесены изменения в части подготовки схемы расположения земельного участка или земельных участков на кадастровом плане территории [1]. Несмотря на то, что с момента вступления в силу (с 1 марта 2015 г.) прошло уже более года, в настоящее время выявлены многие проблемы, пробелы при подготовке данной схемы, что приводит к частым отказам по утверждению схем. В результате этого тормозится и процесс предоставления земельных участков.

В ходе работы рассматривались и анализировались схемы расположений вновь образованных земельных участков на кадастровом плане территории (КПТ) в период с 1 марта 2015 года по 22 апреля 2016 года, а так же причины отказов департамента земельных и имущественных отношений Приморского края по утверждению схем.

Одним из нововведений земельного законодательства является формирование земельных участков с учетом пролегающих на данной территории красных линий. Поскольку в основном красные линии это границы дорог, то при формировании участка следует учитывать этот факт. Самое простое решение – новый объект не должен пересекать красных линий, а в некоторых случаях размещение объектов должно осуществляться с установленным отступлением от них.

По Приморскому краю содержатся только сведения о границах дорог. Программное обеспечение DIGIN предусматривает автоматическое определение всех пунктов, при наличии свежего КПТ, тогда как во многих других программах кадастровые инженеры самостоятельно добавляют каждый пункт и проверяют его отдельно. Исходя из этого, они не всегда могут полагаться на внутренние данные кадастрового плана территории.

Сведения о красных линиях так же хранятся в оцифрованном виде форматов mif/mid или dwg/dxf, что значительно облегчает начальный этап построения контура земельного участка, но как правило, эти сведения являются отчасти устаревшими и не всегда отображают максимальную достоверность. При формировании нового земельного участка, что в старой версии, что в новой учитывается специфика местности исходя из данных топосъемки и правил землепользования и застройки. Ранее это никак не указывалось, сейчас, в случае попадания

вновь образованного земельного участка в границы красных линий, следует определять ориентировочную площадь части участка, которая попадает в границы красных линий.

На сегодняшний момент многие схемы, которые были сделаны в период вступления приказа в силу, не утверждаются, поскольку происходит наложение границ участка на красные линии. На начальном этапе для многих кадастровых инженеров было проблематичным их определение.

Так же стоит отметить, что эти данные должны быть в свободном доступе, поскольку они используются не только кадастровыми инженерами в ходе формирования схем, а так же проектировщиками и т.д. До сих пор некоторые муниципальные образования на своих официальных сайтах не имеют данной информации в оцифрованном виде, что делает схему не полной.

Кроме красных линий в графической части схемы расположения земельного участка или земельных участков на кадастровом плане территории необходимо отображать местоположение зданий, объектов незавершенного строительства, сведения о которых содержатся в государственном кадастре недвижимости.

В то же время, не все здания имеют уточненные границы, поэтому при формировании схемы на основе «свежего» КПП здания отображаются лишь новые и очень в малом количестве. Тем самым, имея на местности густо застроенный район, на КПП может быть отражено одно здание или вообще ничего, хотя эти здания так же могут стоять с уточненными границами на КПП.

Анализ отказов в утверждении схем расположения земельных участков показал, что часто исполнительный орган государственной власти или орган местного самоуправления ссылаются на то, что образуемый земельный участок находится в водоохранной зоне. Сведения о водоохраных зонах так же должны быть доступны в форматах mif/mid или dwg/dxf. Однако, так же как и в случае «красных линий», эти сведения доступны не во всех муниципальных образованиях. Причем оцифрованные данные содержат в себе линии показывающие только лишь общую границу водоохранной зоны, без ее деления.

Самым простым решением было бы – оцифровав новые сведения, добавить их в кадастровый план территории. Это облегчило бы задачу, как и департаменту земельных отношений, так и кадастровым инженерам, которые занимаются подготовкой схем расположения. Так же разработчики программного обеспечения имели бы доступ к единому формату XML, что позволило бы им внести единые изменения в процесс формирования схемы.

Еще один не маловажный аспект – это возможность прямого общения со специалистом, который проверял заявку. Как и в любых других решениях о приостановках или отказах существуют «непонятные» моменты, на решение которых может уйти определенное количество времени. Постоянная связь с ведомством могла бы позволить сократить сроки формирования земельного участка в разы.

С недавних пор департамент земельных и имущественных отношений «пошел на встречу» и организовал прием исполнителей схем (кадастровых инженеров) вместе с заказчиком работ и представителем департамента земельных и имущественных отношений каждый второй вторник месяца [2]. Это большой шаг навстречу исполнителям схем, но более простым решением было бы наладить связь между кадастровым инженером и специалистом отработавшим заявку. Желающих попасть на прием огромное количество, а время ограничено. Тем самым у работников департамента отнимаются рабочие часы во время проведения таких встреч, и работа кадастровых инженеров по заявке растягивается на долгий срок. Проще было бы напрямую связаться со специалистом, и уточнить «непонятные» пункты, прописанные в отказе.

В последнее время специалисты департамента так же в отказах прописывают пункт о внесении в схему дополнительных сведений об адресе (местоположении) объекта, поскольку зачастую специалистам, которые выезжают на местность, сложно определить местоположение объекта. Все остальные ошибки можно обусловить как не понимание или невнимательность со стороны исполнителя схем, поскольку нередки отказы из-за неправильности оформления: указывание не в том падеже, округление координат по старым требованиям, наличие сведений подлежащих засекречиванию.

Ниже представлен пример составления схемы расположения земельного участка, по утверждению которой был получен отказ. В ходе работы над схемой были учтено следующее: исследуемый земельный участок граничит с тремя земельными участками, стоящими на государственном кадастровом учете (ГКУ). Подгрузив данный земельный участок на КПП и топооснову, заранее подготовленную, было выявлено, что в его пределах нет зданий или сооружений стоящих на ГКУ, он не попадает в пределы красных линий автодорог. При этом использовали оцифрованный файл, который находится в свободном доступе на сайте градостроительства и застройки Приморского края.

На основе этих данных была сформирована схема и передана заказчику. Однако эта схема не была утверждена, обоснование отказа – в описательной части нет сведений о «части земельного участка расположенного в охранной зоне объектов электросетевого хозяйства высокого напряжения».

Графически эти сведения не отображаются, поскольку данных сведений не содержит и КПП. После

дополнительного внесения сведений о линиях электросетевого хозяйства, схема была утверждена.

Исходя из выше изложенного видно, что любой исполнитель, подготавливающий схемы, не располагает полным набором данных и сведений, которые требуются для утверждения схемы. Поэтому необходимо на законодательном уровне более четко регламентировать процедуру формирования земельных участков в части составления схемы размещения земельных участков на кадастровом плане территории.

#### Список литературы

1. "Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.12.2015). Статья 11.10. Схема расположения земельного участка или земельных участков на кадастровом плане территории (введена Федеральным законом от 23.06.2014 N 171-ФЗ). [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/5f9badda79bd7b7d14e8df0d19f8c5089f78d032/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/5f9badda79bd7b7d14e8df0d19f8c5089f78d032/)
2. Приказ департамента земельных и имущественных отношений Приморского края от 03.09.2015 N 236 (ред. от 25.12.2015) "Об утверждении Административного регламента департамента земельных и имущественных отношений Приморского края предоставления государственной услуги "Перераспределение земель и (или) земельных участков, находящихся в собственности и ведении Приморского края, и земельных участков, находящихся в частной собственности". <http://base.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW020;n=86214>

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНО МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ

**Заморов А.А., Лосева Ю.В., Ковалёв А.В., Хачатурян Ф.А.**

ЮРГПУ(НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г.Новочеркасск

Не так давно на рынках строительных материалов стала появляться, так называемая, стеклопластиковая арматура (СПА) - аналог обычной стальной. Целью данной статьи является анализ физико-механических характеристик и экономической эффективности применения СПА, относительно традиционной металлической (МА).



Рис.4. Стеклопластиковая арматура (СПА)

СПА (Рисунок 1) разработана на основе неметаллического волокна, связанного композитным составом. Ее основу составляет стеклянное или базальтовое волокно, иногда используется углеродное или арамидное. [1]

Конструктивно СПА состоит из двух частей:

- Ствол (пучки параллельно расположенных волокон, склеенных составом на основе эпоксидной или полиэфирной смолы) — отвечает за ее прочность (Рисунок 2).

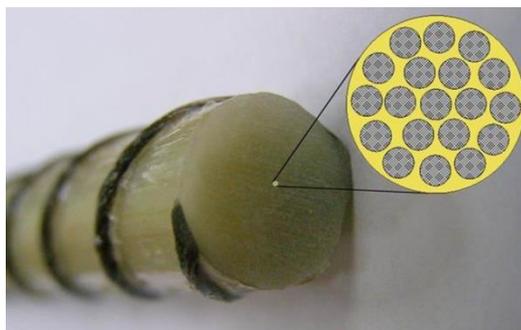


Рис.5. Структура СПА

- Оболочка обеспечивает надежную адгезию с бетоном. Обычно выполняется в виде волокон, навитых по спирали вдоль ствола, а иногда представляет собой напыление из песка.

Таблица 2

Физико-механические характеристики СПА, относительно МА

Характеристика	Металлическая арматура класса А-III(А400)	Композитная (Стеклопластиковая) арматура
Материал	Сталь	Стеклорвинг, связанные полимером на основе эпоксидной смолы
Модуль упругости, Мпа	200000	55000
Предел прочности при растяжении, Мпа	390	1000
Удельный вес, кг/м <sup>3</sup>	7850	1900
Относительное удлинение, %	14	2,5
Теплопроводность	теплопроводная	нетеплопроводная
Электропроводность	электропроводная	диэлектрик
Стойкость к агрессивным средам	коррозирует	не коррозирует
Отпускаемая длина, м	от 6 до 12	по требованию
Предполагаемая условная замена по физико-механическим свойствам (равнопрочная замена)	6А-III	4АСП
	8А-III	6АСП
	10А-III	8АСП
	12А-III	10АСП
	14А-III	12АСП
	16А-III	14АСП
	18А-III	16АСП

Исходя из данных Табл.1 приведем достоинства и недостатки СПА, относительно МА.

#### Достоинства СПА:

1. Небольшой удельный вес. Более чем в 4 раза меньший, чем у металлических аналогов, этот показатель позволяет применять СПА в легких конструкциях.

2. Низкая теплопроводность. Стеклопластик проводит тепло значительно хуже, чем металл. Это свойство СПА позволяет применять ее там, где необходимо сократить мостики холода, которые, в свою очередь, создает стальная арматура.

3. Упаковка в бухтах. Позволяет снизить расходы на транспортировку.

4. Устойчивость к химическим воздействиям.

#### Недостатки СПА:

1. СПА не гнется. При изгибе арматурного стержня на 90 градусов, произойдет его разрушение.

2. Низкий модуль упругости. В 3,6 раза ниже, чем у МА. Этот факт существенно ограничивает область применения СПА в строительстве.

Также в Табл.1, приведена строка равнопрочной замены (замена стальной арматуры на композитную, имеющую другой диаметр, но ту же прочность на растяжение), на основании которой проведем анализ экономической эффективности СПА относительно МА.

Таблица 3

Стоимость арматуры за 1 п. м.

d <sub>арм</sub> (мм.)	Цена (руб.) за 1 п. м.		d <sub>арм</sub> (мм.)
	Металлическая арматура класса А-III(A400)	Композитная(Стеклопластиковая) арматура	
6	13	8,50	4
8	20	10,5	6
10	30	16,6	8
12	40	24,3	10
14	55	34,5	12
16	70	45,9	14
18	90	55,6	16

Исходя из данных, приведенных в Табл.2, устанавливаем, что применение СПА при равнопрочной замене является более рациональным с экономической точки зрения, чем использование МА.

В ходе сравнительного анализа, мы установили, что физико-механические свойства существенно ограничивают область применения СПА. Ее не стоит применять в несущих конструкциях с большими нагрузками, но при этом рационально использовать в строительстве:

1. Ленточных и плитных фундаментов. (Касается малоэтажного строительства, при хороших грунтовых условиях).

2. Армировании кирпичных стен и стен из блоков. (Рисунок 3)



Рис.6. Армирование кирпичной кладки СПА.

Применение СПА в армировании стен получило широкое распространение. Применяется она как элемент армирования самих стен, так и в качестве связки облицовочной стены с несущей.

3. Многослойных панелей, в качестве связей.

4. Оправдано применение СПА в зданиях и сооружениях, подверженных воздействию агрессивных сред, таких как бассейны, емкости химической промышленности и т.д.

5. Также СПА широко применяется в армировании клеедеревянных балок.

#### Список литературы

1. А.М. Уманский, А.Т. Беккер. «Перспективы применения композитной арматуры». Вестник инженерной школы ДВФУ, 2012 №2 (11).
2. ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций-М.: Стандартинформ, 2014.
3. Пустовойтов В. П. Исследование свойств непрерывной стеклопластиковой арматуры и условий ее применения в бетонных конструкциях. Кандидатская диссертация НИИЖБ. М., 1969.
4. Симпозиум по стеклопластиковой арматуре. ИС и А Госстроя БССР, Минск, 1974.

## СЕКЦИЯ №11.

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

#### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ХИМИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Маткулова Л.Ф., Мусина А.Р., Осипова А.Г.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, РФ, г.Уфа

В нефтехимической промышленности одним из энергоемких и определяющих процессов являются процессы химического превращения и разделения многокомпонентных смесей. Поэтому задача оптимизации технологических схем и рабочих режимов химико – технологических установок является актуальной.

На нефтеперерабатывающих заводах широко распространен один из процессов вторичной переработки нефти – каталитический риформинг бензина. Обычно реакторный блок установки риформинга бензина состоит из 4 последовательно соединенных реакторов, в которых в результате дегидрирования нафтеновых углеводородов на катализаторе образуются ароматические углеводороды, являющиеся высокооктановыми компонентами бензина, а также ценным сырьем в химическом производстве для получения бензола, ксилола, толуола. Процесс риформинга является эндотермическим, поэтому углеводородный поток перед вводом в очередной реактор нагревается в печи, следовательно, тепловой режим работы реакторов существенно влияет на технико-экономические показатели

установки. Совершенствование работы установки возможно также путем ступенчатого риформинга, в результате выделения перед последним реактором из промежуточного гидрогенизата фракций н.к. – 85 °С и 85-150 °С [1].

В среде программирования Delphi 7 нами разработан пакет прикладных программ первой очереди информационной системы процесса ступенчатого каталитического риформинга бензина, включающий блоки фракционирования промежуточного гидрогенизата в ректификационной колонне перед последним реактором и оптимизации последовательности подогрева потоков между реакторами. Технологическая схема процесса приведена на рисунке 1.

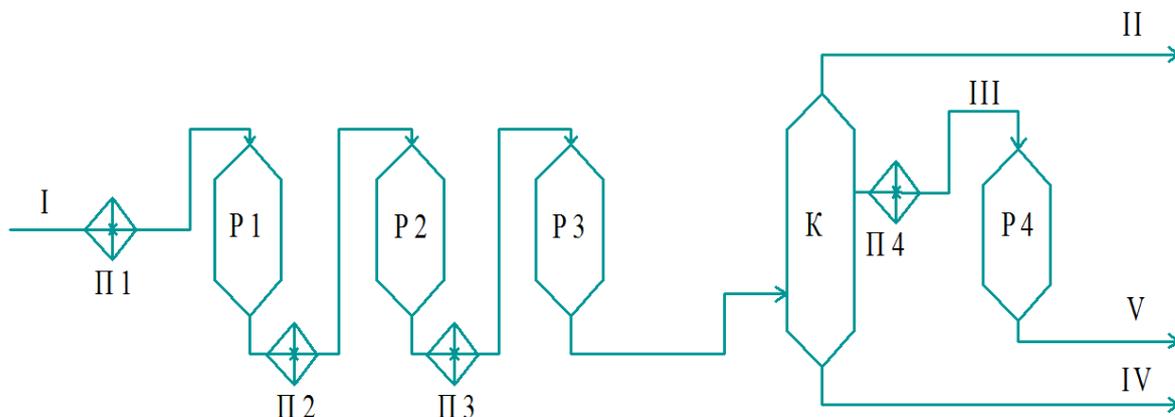


Рис.1. Технологическая схема ступенчатого каталитического риформинга бензина

П – печь; Р – реактор; К – ректификационная колонна; I–сырье; II - фракция н.к. – 85 °С; III - фракция 85-150 °С; IV–фракция 150 °С – к.к.; V–гидрогенизат.

При математическом моделировании сложных ректификационных колонн со многими вводами и выводами возникает проблема обеспечения сходимости решения. Наиболее устойчивым является модифицированный метод релаксации [2-4], который применен в данной информационной системе. Метод основан на расчете уравнения однократного испарения смеси с учетом теплового баланса ступени.

Алгоритм расчета таков.

1. Определяют температуру и долю отгона смеси с учетом уравнения теплового баланса

$$L_{j-1} \cdot h_{j-1} + V_{j+1} \cdot H_{j+1} + F_j \cdot h_f - L_j \cdot h_j - V_j \cdot H_j = 0. \quad (1)$$

и однократного испарения

$$\sum_{i=1}^n \frac{z_{ji}}{1 + e_j \cdot (K_{ji} - 1)} = 1 \quad (2)$$

при ограничении:

$$0 \leq e_j \leq 1, \quad j=1, \dots, N. \quad (3)$$

2. Корректируют расходы потоков:

$$L_j = (1 - e_j)(L_{j-1} + V_{j+1} + F_j); \quad V_j = e_j(L_{j-1} + V_{j+1} + F_j).$$

3. Если тепловой баланс (1) тарелки не выполняется, то переходят к п.1.
4. Осуществляется переход к следующей ступени.
5. Если материальный баланс колонны не выполняется, то переходят к п.1.

Здесь  $e$  - доля отгона;  $L, V$  - мольные потоки жидкости и пара;  $F$  – введенный (выведенный) на тарелку поток;  $K$  - константа фазового равновесия;  $h, H$  - энтальпии жидкого и парового потоков;  $Z$  - состав смеси потоков, введенных на тарелку;  $n$  - число компонентов;  $N$  - число тарелок.

Обычно при расчете модели тарелки пункта 1 алгоритма решают минимизационную задачу: минимизировать невязку теплового баланса (1) с учетом ограничений (2), (3). Однако, при расчете некоторых сложных колонн со многими вводами и выводами, на начальных итерациях данный подход может привести к раскачке решения.

Наиболее устойчивое решение удается осуществить при представлении уравнения теплового баланса и уравнения однократного испарения как системы нелинейных уравнений, которые решаются методом Ньютона - Рафсона с определением соответствующей матрицы Якоби [5].

Для оптимизации температурного режима реакторного блока установки принят дискретный принцип максимума Понтрягина, который успешно используется при совершенствовании схем и оптимизации рабочих режимов химико - технологических установок [6-8].

В зависимости от задачи оптимизации, величина теплоподвода в печь перед вводом в реактор может определяться 2 способами:

- 1) максимизация выхода целевых компонентов

$$\sum_{i=1}^K x_{4i} \rightarrow \max;$$

- 2) обеспечение требуемого качества целевых компонентов

$$\sum_{i=1}^K (x_{4i} - x_{4i}^*)^2 \rightarrow \min,$$

при соблюдении ограничения

$$\sum_{j=1}^4 B_j \leq B^0 .$$

Здесь  $x_{4i}$  – концентрация компонента;  $x_{4i}^*$  – заданная концентрация;  $B_j$  – величина теплоподвода в печь;

$B^0$  – суммарный теплоподвод;  $K$  – количество целевых компонентов.

Разработанный пакет прикладных программ информационной системы позволил определить оптимальный режим сложной реакционно – ректификационной системы.

#### Список литературы

1. Ахметов А.Ф. Разработка и исследование комбинированного процесса риформинга бензиновых фракций: дис. канд. техн. наук. - Уфа, 1975. -156 с.
2. Умергалин Т.Г. Математическое моделирование основных химико-технологических процессов. -Уфа: Издательство УГНТУ, 2001. -61 с.
3. Умергалин Т.Г., Галиаскаров Ф.М. Методы расчетов основного оборудования нефтепереработки и нефтехимии. -Уфа: Нефтегазовое дело, 2007. -236 с.
4. Умергалин Т.Г. О сходимости расчета процесса ректификации в присутствии насыщенного водяного пара // Теоретические основы химической технологии. 1991, Т. 25. № 2. -С. 302-305.
5. Умергалин Т.Г. Основы вычислительной математики. -Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. -106 с.
6. Умергалин Т.Г. Процесс совмещенной многоступенчатой конденсации и испарения смеси. - Уфа: Башкирское книжное издательство, 1991. -150 с.
7. Умергалин Т.Г., Исакова З.М. Компьютерное моделирование и оптимизация производственных технологических установок // Известия ЮФУ. Технические науки. 2005, № 1(45). - С.43-44.
8. Чикуров А.В., Умергалин Т.Г., Исакова З.М. О применении дискретного принципа максимума Понтрягина к решению задачи оперативного управления на предприятиях нефтепереработки и нефтехимии. Обозрение прикладной и промышленной математики. 2010, Т17. №1. - С.153-155.

## СЕКЦИЯ №12.

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

#### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕСОЧНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ПИЩЕВОЙ ДОБАВКОЙ «НУТРИКОН ФИТО»

Тефикова С.Н., Колбун А.А., Никитин И.А.

МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ), РФ, г.Москва

Население земного шара использует в пищу тысячи разнообразных продуктов, и ещё большим разнообразием отличаются блюда из них. Чтобы сохранить здоровье на многие годы, человек должен следить за разнообразием своего рациона, соблюдать режим питания. Как следствие, для поддержания массы тела и предотвращения ожирения человек стремится меньше есть, а значит, получает с пищей меньше микронутриентов. Кроме того, основную часть энергии человек получает из потребляемых жиров и углеводов, большую часть которых, как показали исследования, человек получает, употребляя в пищу мучные кондитерские изделия.

Наличие сладостей необходимо в нашем рационе, но их избыточное потребление может нанести вред организму. Поэтому необходимо вносить корректировку в состав мучных кондитерских изделий, с целью нивелирования их негативного воздействия на здоровье потребителей. Такой добавкой, которая может улучшить продукт, являются пищевые волокна «Нутрикон ФИТО» - гранулы светло-коричневатого цвета, имеющие травяной запах, являющиеся сырьевым ресурсом при переработке зерновых продуктов и лекарственных трав от производителя ООО «НИИ лечебно-оздоровительного питания и новых технологий» Россия, НСО, г.Бердск.

На базе пищевых добавок возможно создание ассортимента изделий с профилактической направленностью за счет использования, например, растительных пищевых волокон и лекарственных трав, способных обеспечить необходимый химический состав и пищевую ценность. В связи с актуальностью данной тематики применены растительные пищевые волокна и лекарственные травы в виде пищевой добавки «Нутрикон ФИТО» в соотношении, позволяющих увеличить содержание пищевых волокон, практически не меняя органолептических свойств песочного печенья.

«Нутрикон ФИТО» является натуральным источником растительных пищевых волокон, которые применяют как для очищения организма, так и для похудения в диетах, а также для профилактики ожирения.

Таким образом, разработанные изделия с пищевой добавкой «Нутрикон ФИТО» позволяют повысить в них содержание минеральных веществ и витаминов, таких как Са – на 1,32%, К – на 1,96%, Р – на 1,77%, Mg – на 2,73%, Fe – на 4,43%, витамин Е – на 1,3%, В<sub>2</sub> – на 2%, РР – на 2,74%, А – на 6%.

Пищевые волокна уменьшают всасывание углеводов и жиров в организме. Витамины и минеральные вещества увеличивают пищевую ценность, что делает печенья полезнее. Продукт хорошо применять для профилактики ожирения, восполняет недостаток дефицитарных факторов в рационе, балансирует структуру питания, оптимизирует функции ЖКТ, обмен веществ, а также способствует повышению защитных сил организма. Были проведены расчеты влияния пищевой добавки на химический состав сахарного печенья.

В результате проделанной работы было выявлено, что растительные пищевые волокна и лекарственные травы в виде пищевой добавки «Нутрикон ФИТО» в основном увеличивают содержание пищевых волокон, К, Mg и Са, появляется витамин Е по сравнению с контрольными образцами (Табл.1).

Сравнение химического состава изделий: а) контрольный образец; б) опытный образец.

а)	Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в 100 гр продукта	б)	Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в 100 гр продукта
	белки, г	85	4,3		белки, г	85	4,97
	Жиры, г	102	15,7		жиры, г	102	15,82
	углеводы, г	100	36,9		углеводы, г	100	37,46
	пищевые волокна, г	25	0,03		пищевые волокна, г	25	2,43
	Минеральные вещества, мг:				Минеральные вещества, мг:		
	натрий	4000	63,7		натрий	4000	66,37
	калий	2500	54,1		калий	2500	98,1
	кальций	800	13,8		кальций	800	21,07
	магний	400	8,92		магний	400	21,82
	фосфор	1200	42,37		фосфор	1200	42,37
	железо	14	0,6		железо	14	1,24
	Витамины, мг:				Витамины, мг:		
	А	1	0,11		А	1	0,12
	В1	1,7	0,06		В1	1,7	0,06
	В2	2	0,05		В2	2	0,08
	РР	19	0,44		РР	19	1,04
	Е	10	0		Е	10	0,26
	Энергетическая ценность	2400ккал	289ккал		Энергетическая ценность	2400ккал	294,4ккал

По органолептическим показателям (Табл.2) опытная проба имела незначительный привкус, вид в изломе с вкраплениями пищевой добавки.

Таблица 2

Органолептические показатели качества изделий

Наименование показателя	Контроль	Опыт (с 13 % замены муки)
Форма	Фигурная, без деформации	
Поверхность	Гладкая, местами шероховатая	
Цвет	Равномерный, соответствует данному продукту	Присутствуют темные вкрапления
Вкус и запах	Сладковатый, сливочный	Незначительный привкус лекарственных трав, без присутствия посторонних
Вид в изломе	Равномерная пористость, без пустот и следов непромеса	Равномерная пористость, без пустот и следов непромеса, имеются вкрапления пищевой добавки

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанная технология печенья позволит расширить ассортимент профилактических мучных кондитерских изделий, в т. ч. для предприятий общественного питания.

#### Список литературы

1. Родионова Н.С. Расширение ассортимента мучных кондитерских изделий собственного производства для предприятий сектора HORECA Н.С. Родионова, Е.С. Попов, С.Н. Тефикова, Я.А. Яковлева // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-12. С. 2570-2574.
2. Тефикова С.Н. Инновации в разработке безглютеновых кондитерских мучных изделий С.Н. Тефикова, А.В. Старикова // Сборник научных статей 2-й Международной молодежной научной конференции Будущее науки - 2014: в 3-х томах. Ответственный редактор: Горохов А.А. - Курск, 2014. С. 41-45.
3. Белокурова Е.В. Разработка технологии мучных изделий повышенной пищевой ценности для предприятий общественного питания Н. С. Родионова, Е.С. Попов, С. Н. Тефикова, Я. А. Яковлева // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-12. С. 2570-2574.

**СЕКЦИЯ №13.  
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)**

**СЕКЦИЯ №14.  
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УПРАВЛЯЕМЫХ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КОНДЕНСАТОРОВ**

**Андреев С.А., Илясов Д.С.**

ФГБОУ ВО Российский государственный университет «МСХА имени К.А. Тимирязева», г.Москва

Проиллюстрирована возможность частичной замены конденсаторов в электронных схемах на полупроводниковые диоды, стабилитроны и триоды. Рассмотрены схемы включения полупроводниковых элементов в режиме управляемых конденсаторов. Приведены результаты экспериментальных исследований полупроводниковых конденсаторов.

Ключевые слова: полупроводниковый диод, емкость, контактная разность потенциалов, управляющее напряжение, температурная стабильность, добротность, сопряжение и настройка.

**STUDY OF CHARACTERISTICS OF CONTROLLED SEMICONDUCTOR CAPACITORS**

It illustrates the possible partial replacement of capacitors in electronic circuits on semiconductor diodes, zener diodes and transistors. The schemes enable semiconductor elements in the regime-controlled capacitors. The results of experimental research of semiconductor capacitors.

Keywords: semiconductor diode, capacitance, contact potential difference, the control voltage, temperature stability, the quality factor, pairing and setup.

Полупроводниковые конденсаторы являются довольно интересными, и одновременно хорошо забытыми элементами электронных схем. Теоретические сведения из физики полупроводников свидетельствуют об образовании электрической емкости на границе *p-n* перехода и о возможности управления ею внешними воздействиями [1]. Разумеется, речь идет исключительно о малых емкостях, измеряемых единицами или десятками пикоФарад. Тем не менее, в практике приборостроения необходимость использования перестраиваемых конденсаторов с такой емкостью возникает довольно часто. Примерами этого могут служить входные цепи радиоприемной аппаратуры, схемы фильтров, высокочастотных генераторов и т.д. [2]. По сравнению с обычными конденсаторами их полупроводниковые аналоги на сегодня оказываются дешевле, поскольку в их структуре не содержатся такие относительно дорогие вещества как двуокись циркония или углекислый барий. Правда, вместо них в полупроводниковых приборах содержатся не менее дорогие кремний или германий, но требуемое количество этих элементов для одного полупроводника гораздо меньше. В настоящее время настройка радиоаппаратуры осуществляется в основном с помощью воздушных конденсаторов переменной емкости. Эти конденсаторы имеют сравнительно большую массу и габариты, причем по емкости номенклатура выпускаемых промышленностью конденсаторов недостаточно разнообразна. Блоки конденсаторов, выпускаемые заводами, обычно состоят из двух-трех секций; в то время как в ряде случаев требуются конденсаторы с большим количеством секций.

В качестве полупроводникового конденсатора можно использовать запертый *p-n* переход любого диода, стабилитрона или полупроводникового триода, причем, диапазон емкостей у различных переходов весьма широк (см. Табл. 1 и 2). Число «секций» такого конденсатора практически не ограничено, а отсутствие механического вала, связывающего секции, позволяет размещать каждый конденсатор непосредственно у колебательного контура, что особенно важно в диапазоне УКВ.

Недостатком полупроводникового конденсатора по сравнению с воздушным, можно считать меньшее перекрытие по емкости ( $k_c = 3 \dots 9$ ). Однако в диапазоне коротких и ультракоротких волн это свойство представляет собой даже преимущество, так как при существующей плотности размещения радиопередающих

устройств настройка принимающей аппаратуры с использованием конденсатора с большим перекрытием затруднена.

Добротность полупроводниковых конденсаторов несколько ниже, чем воздушных, но все же достаточна для многих практических случаев. Кроме того, в схемах на полупроводниковых триодах добротность контура определяется не столько добротностью катушки и конденсатора, сколько входным сопротивлением триода.

Нельзя не отметить и простоту дистанционной настройки, подстройки, а также автоподстройки контуров, которую можно осуществить полупроводниковым конденсатором. Применение полупроводниковых конденсаторов для настройки супергетеродина позволяет в некоторых случаях производить точное сопряжение гетеродинного и сигнальных контуров во всем диапазоне, а не в трех точках поддиапазона, как обычно.

Полупроводниковые конденсаторы могут найти широкое применение не только в качестве электронной настройки радиоприемной аппаратуры, но и для получения амплитудной и частотной модуляции, в генераторах качающейся частоты, параметрических и диэлектрических усилителях и для множества других целей.

Рассмотрим основные особенности и свойства полупроводниковых конденсаторов, знание которых необходимо для их успешного и правильного применения.

Основные характеристики полупроводниковых конденсаторов

Емкость. При исследовании *p-n* переходов диодов и триодов оказалось, что абсолютная величина емкости у разных переходов различна. Например, емкости селеновых шайб достигают 0,25 мкФ, а емкость высокочастотных диффузионных и поверхностно-барьерных переходов составляет единицы пикоФарад.

Как показал эксперимент, наиболее пригодным для настройки колебательных контуров оказались кремниевые переходы. Из выпускаемых в настоящее время промышленностью кремниевых диодов минимальными размерами обладают кремниевые стабилитроны VZX79-C10 – VZX79-C13, предназначенные для стабилизации постоянного напряжения в электрических цепях. Как конденсаторы, они обладают хорошими электрическими характеристиками. Поэтому в дальнейшем речь пойдет, в основном, о них. Как известно, кремниевые стабилитроны имеют *p-n*-переход сплавного типа. Емкость такого перехода выражается формулой:

$$C = \frac{K}{\sqrt{U_0 + E_{упр}}} \quad (1)$$

где  $C$  – емкость, пФ;  $U_0$  – контактная разность потенциалов, В;  $E_{упр}$  – внешнее управляющее напряжение, приложенное к переходу, В;  $K$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от геометрических размеров и физических свойств перехода.

Таблица 1

Зависимость емкости перехода диода от постоянного управляющего напряжения

Диод \ Еупр, В	0	0,1	0,3	0,6	1,5	5,0	15	40
1N34	3,4	1,6	1,1	0,8	0,6	0,58	0,55	0,45
1N302	1,45	0,6	0,5	0,4	0,35	0,3	0,25	0,21
1N443	80	52	42	35	26	10	7	5
FR603	78	75	72	64	56	42	27	10
1N488	–	350	300	280	250	150	–	–

В результате исследований была измерена емкость большого количества стабилитронов и рассмотрена ее зависимость от приложенного постоянного напряжения. Оказалось, что максимальная емкость полупроводниковых переходов на частоте 1 МГц, измеренная в отсутствие внешнего постоянного напряжения, для отдельных экземпляров колеблется в пределах от 50 пФ до 800 пФ. Изменение емкости перехода при изменении управляющего постоянного напряжения удобно характеризовать параметрами  $K$  и  $U_0$ . Если известны параметры  $K$  и  $U_0$ , то для каждого значения постоянного напряжения, приложенного к переходу, по формуле (1) можно найти его емкость.

Таблица 2

Зависимость емкости перехода некоторых полупроводниковых триодов от постоянного управляющего напряжения

Тип триода	$E_{упр}, В$ Переход	0	0,1	0,3	0,6	1,5	5,0	10,0
		2N104	К – Б Б – Э	– –	80 80	64 65	52 52	40 36
2N536	К – Б Э – Б	150 68,6	138 62	122 55	104 46	80 35	45 15	30
2N2089	К – Б Э – Б	22,5 72	14 66,5	11 59	9 54	7,5 49	5 –	4,5 –
2N602	К – Б Э – Б	10 5,5	7 4	6 3,5	5 3,2	4 2,4	3 2,0	2 –
2N603	К – Б Э – Б	26 38	24 32	20 26	17 21	13 16	8 10	6,5 7
2N1743	К – Б Э – Б	10 10	7,5 9,8	5,8 8,8	5,4 –	4,5 –	4,0 –	3,2 –

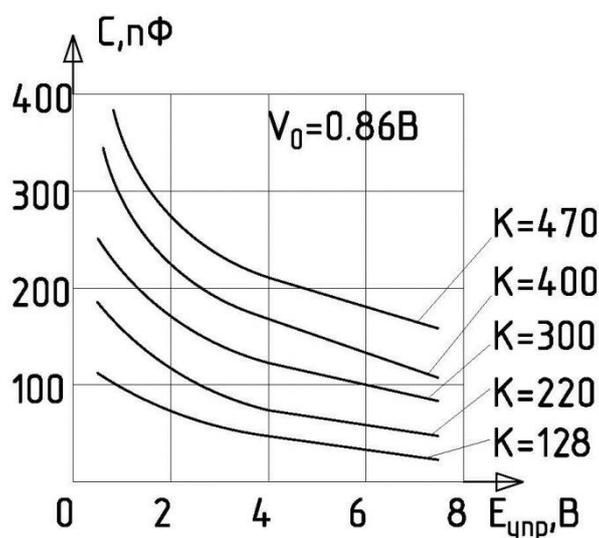


Рис.1. Усредненные зависимости емкости перехода от приложенного постоянного напряжения диодов Z1A11.

Измерения показали, что емкость стабилитронов имеет ярко выраженные области группирования, в пределах которых они отличаются менее чем на 10%. Для примера в Табл.3 приведены результаты статистической обработки измерений емкости диодов Z1A11, а на Рисунке 1 построены графики зависимости среднего значения емкости каждой из групп от приложенного управляющего напряжения.

Перекрытие по емкости у полупроводниковых стабилитронов на частоте 1 МГц может колебаться в пределах  $k_c = 2,5 \dots 3,2$  при изменении управляющего напряжения от 0,5 В до максимально возможного.

Контактная разность потенциалов. Физический смысл контактной разности потенциалов поясняется на Рисунке 2. Как известно, полупроводниковый переход можно условно разделить на три основные области: область преобладания положительных зарядов (область «дырок» или  $p$ -область), область носителей отрицательных зарядов (область электронов или  $n$ -область) и область, разделяющая две первые, обедненная свободными носителями заряда.

Основные параметры диодов Z1A11 как полупроводниковых конденсаторов

Группа	$K$	$U_0$ , В Первой партии	$U_0$ , В Второй партии	Количество экземпляров	% к общему числу
I	470	0,86	0,86	2	6
II	400	0,86	0,41	13	35
III	300	0,86	0,86	12	32
IV	220	0,86	0,86	9	24
V	128	0,86	0,86	1	3

На границе соприкосновения двух полупроводниковых слоев с различными типами проводимости образуется двойной электрический слой с положительным полюсом в  $n$ -области и отрицательным – в  $p$ -области. Этот двойной электрический слой обеднен свободными носителями зарядов и состоит из неподвижных ионов. В пределах этого двойного слоя имеется перепад потенциалов, образующий их контактную разность. Если внешнее постоянное напряжение, приложенное к полупроводниковому конденсатору, меняется от  $E_{мин}$  до  $E_{макс}$ , то перекрытие по емкости составит величину

$$k_c = \sqrt{\frac{U_0 + E_{макс}}{U_0 + E_{мин}}} \quad (2)$$

Из формулы (1) видно, что при изменении постоянного напряжения перекрытие по емкости будет тем меньше, чем больше контактная разность потенциалов  $U_0$ .

В различных партиях полупроводниковых стабилитронов контактная разность потенциалов может меняться в пределах от 0,4 до 1,1 В. Однако в одной партии элементов изменение контактной разности потенциалов не превышает 10% от среднего значения в этой партии.

Контактная разность потенциалов полупроводникового перехода является дополнительным постоянным напряжением. Поэтому при отсутствии внешней разности потенциалов переход не откроется, если амплитуда переменного высокочастотного напряжения не превысит контактную разность потенциалов.

Сопротивление утечки. Упрощенная эквивалентная схема полупроводникового конденсатора представлена на Рисунке 2. На этой схеме  $R_y$  представляет собой сопротивление утечки полупроводникового конденсатора, а  $C_g$  – емкость перехода.

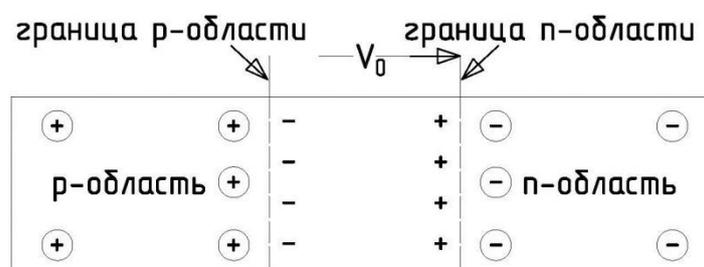


Рис.2. Упрощенная схема полупроводникового перехода.

Величина сопротивления утечки определяется неуправляемым током  $I_{ко}$ , протекающим через переход. У кремниевых стабилитронов это сопротивление достаточно велико. С увеличением постоянного напряжения сопротивление утечки увеличивается, однако в области, близкой к напряжению стабилизации, сопротивление вновь начинает падать. Графики, иллюстрирующие изменение сопротивления утечки от управляющего напряжения, для двух экземпляров стабилитронов Z1A11 приведены на Рисунке 3.

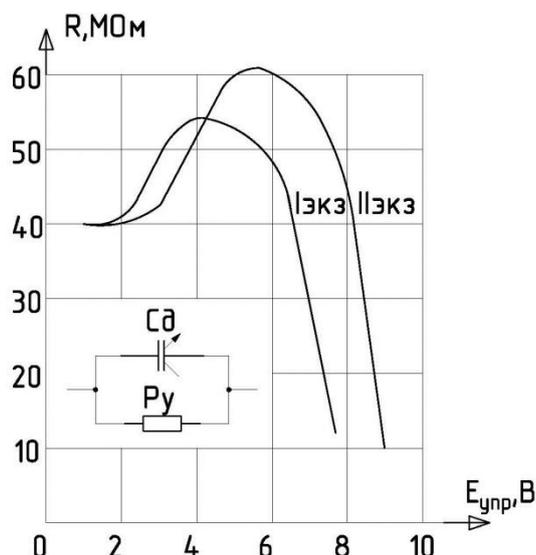


Рис.3. Эквивалентная схема полупроводникового конденсатора и зависимость сопротивления утечки его от управляющего напряжения (для двух экземпляров диода Z1A11).

Управляющее напряжение. Диапазон изменения управляющего напряжения (внешнего напряжения запирания) определяет перекрытие полупроводникового конденсатора по емкости – см. формулу (2).

Верхней границей управляющего напряжения является максимально допустимое запирающее напряжение перехода. У кремниевых стабилитронов верхней границей является напряжение стабилизации. Нижняя граница управляющего напряжения определяется моментом открывания перехода. Минимальное управляющее напряжение должно быть таким, чтобы напряжение высокой частоты не открывало бы переход (переход не откроется до тех пор, пока не будет преодолена контактная разность потенциалов). Это дает возможность работать и при отсутствии внешнего управляющего напряжения. Однако при малых управляющих напряжениях емкость меняется очень резко и настроить контур на нужную частоту оказывается проблематично. Это особенно заметно, когда постоянное напряжение подается с потенциометра, обладающего линейной зависимостью сопротивления от угла поворота вала. Задача значительно облегчается, если в качестве датчика используется потенциометр с показательным законом изменения сопротивления (см. Рисунок 4). Нижней границей управляющего напряжения можно рекомендовать напряжение 0,4 ... 0,5 В.

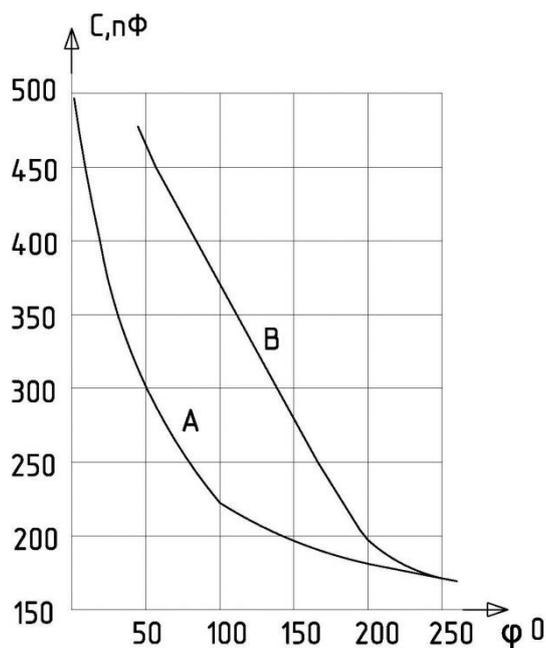


Рис.4. Зависимость емкости полупроводникового конденсатора от угла поворота вала потенциометра с линейным (кривая А) и с показательным (кривая В) законом изменения сопротивления.

Влияние амплитуды сигнала. Если амплитуда сигнала соизмерима с управляющим напряжением, средняя емкость полупроводникового конденсатора не будет равна емкости, соответствующей малому сигналу. Это происходит вследствие того, что емкость за одну половину периода высокочастотного напряжения будет меняться больше, чем за другую. В результате с ростом амплитуды сигнала контур будет расстраиваться, а его добротность начнет падать. (см. Рисунок 5 и Рисунок 6). Чтобы избежать расстройки контура, максимальное высокочастотное напряжение на полупроводниковом конденсаторе должно быть на порядок меньше максимального управляющего напряжения.

Если это невозможно, в контур включается не один, а два одинаковых полупроводниковых конденсатора (см. Рисунок 6). В таком случае переходы по постоянному току будут соединены параллельно, а по переменному – последовательно.

Переменное напряжение на каждом полупроводниковом конденсаторе равно половине напряжения контура. При этом напряжение на контуре до 1 В не вызывает заметной расстройки или падения добротности (см. Рисунок 5 и Рисунок 6).

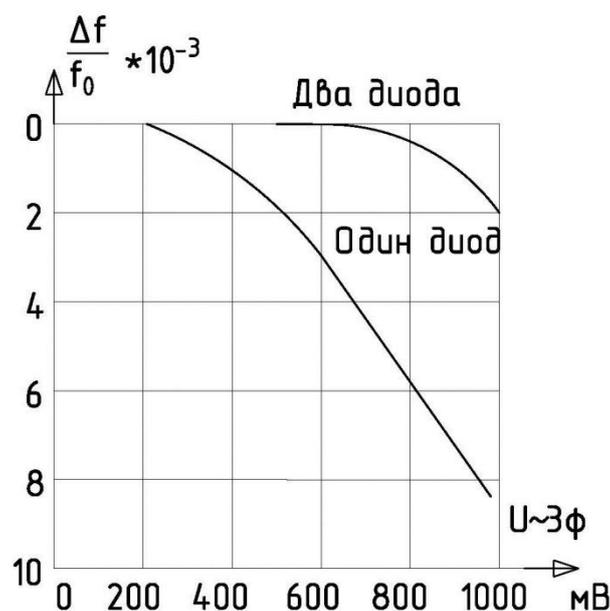


Рис.5. Зависимость средней частоты контура с одним и двумя диодами от амплитуды переменного напряжения.

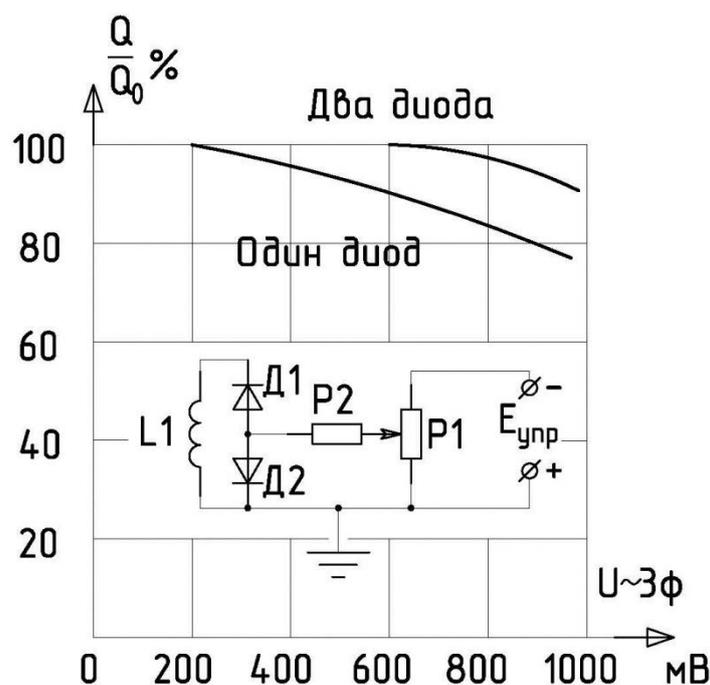


Рис.6. Схема включения колебательного контура при высоких уровнях сигнала и зависимость добротности контура с одним и двумя диодами от величины переменного напряжения.

Температурная стабильность емкости. Как и все конденсаторы, полупроводниковый конденсатор меняет свои параметры при изменении температуры. Измерения показали, что температурная зависимость емкости линейна.

Изменение емкости объясняется изменением контактной разности потенциалов  $U_0$  с ростом температуры. Температурный коэффициент емкости конденсатора положителен и зависит от величины управляющего напряжения. С ростом напряжения ТКЕ падает, так как изменение контактной разности в этом случае сказывается меньше. При изменении внешнего напряжения от нуля до максимально возможного температурный коэффициент емкости полупроводникового конденсатора меняется примерно на порядок.

Типичная зависимость температурного коэффициента емкости и добротности стабилитрона Z1A11 от управляющего напряжения приведена на Рисунке 7.

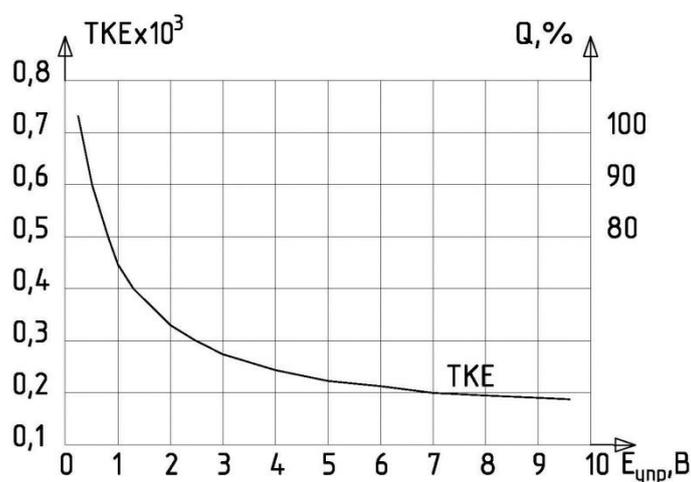


Рис.7. Зависимость ТКЕ и добротности кремниевого стабилитрона – полупроводникового конденсатора от управляющего напряжения.

Добротность. Добротность полупроводникового конденсатора обратно пропорциональна величине активных потерь. Как показали измерения, добротность плоскостных кремниевых переходов значительно больше

добротности германиевых. Именно это и определило использование кремниевых полупроводниковых конденсаторов для настройки контуров.

Величина потерь в конденсаторе, а, следовательно, и его добротность, зависит от частоты, на которой работает конденсатор, от запирающего напряжения, а также от температуры. Типичная зависимость добротности кремниевого конденсатора от частоты приведена на Рисунке 8.

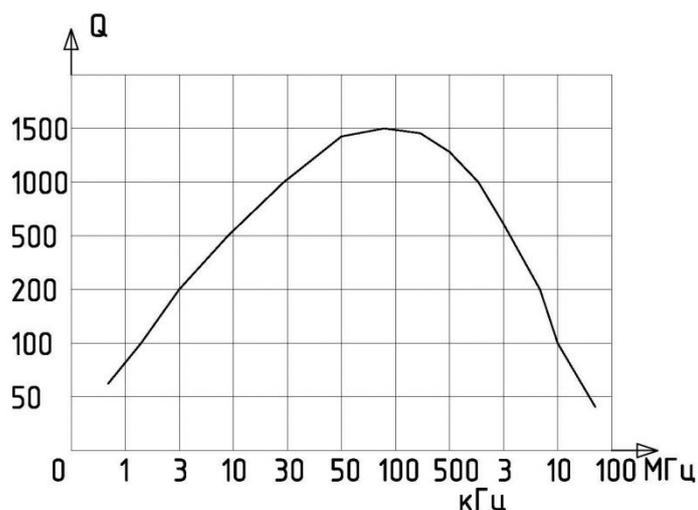


Рис.8. Зависимость добротности кремниевого полупроводникового конденсатора от частоты.

Установлено, что в среднем для кремниевых стабилитронов при управляющем напряжении 4 В на частоте 1 МГц добротность равна 250...500. На более высоких частотах она падает, достигая на частоте 30 МГц значения 5...15. Увеличение управляющего напряжения приводит к росту добротности кремниевых конденсаторов.

Зависимость добротности кремниевых стабилитронов от управляющего напряжения имеет несколько иной вид (рис.7). Наличие максимума при увеличении управляющего напряжения объясняется увеличением потерь в области, близкой к напряжению пробоя.

Сопряжение и настройка контуров, использующих полупроводниковые конденсаторы. Применение полупроводниковых конденсаторов позволяет использовать и новые, более гибкие методы сопряжения контуров. В настоящее время в супергетеродинной приемной аппаратуре для настройки используются воздушные конденсаторы переменной емкости. Эти конденсаторы имеют механический вал и одинаковые по емкости секции. Точное сопряжение частоты сигнала и гетеродина в традиционных конденсаторах осуществляется только в трех точках диапазона.

Полупроводниковые конденсаторы не имеют общего механического вала. Перекрытие их по емкости и сама абсолютная величина емкости в пределах одной группы может иметь разброс  $\pm 10\%$ .

При использовании полупроводниковых конденсаторов сопряжение контуров прежним методом ведет к необходимости отбирать полупроводниковые конденсаторы с одинаковым перекрытием по емкости, а также имеющие одинаковую величину. Поэтому метод сопряжения добавочными конденсаторами здесь неприемлем. В таком случае гораздо целесообразнее использовать метод сопряжения напряжением.

Закон изменения емкости от внешнего постоянного напряжения справедлив для каждого перехода – см. формулу (1). Легко заметить, что разброс по емкости у разных экземпляров полупроводниковых конденсаторов определяется только изменением контактной разности потенциалов переходов. Поэтому, если несколько колебательных контуров должны иметь одинаковое перекрытие по частоте, ее можно достичь, приложив к переходу дополнительное постоянное напряжение. Это напряжение должно действовать согласно или встречно контактной разности потенциалов.

Перекрытие по частоте в гетеродинном контуре обычно несколько меньше перекрытия в контуре сигнала. Поэтому для гетеродинного контура можно подобрать полупроводниковый конденсатор с меньшим перекрытием, или вывести его на рабочий режим подачи дополнительного постоянного напряжения (Рисунок 9).

Перекрытие по емкости можно увеличить, несколько скомпенсировав контактную разность потенциалов. Разброс по емкости в пределах группы (10%) компенсируется подстройкой индуктивности контура.

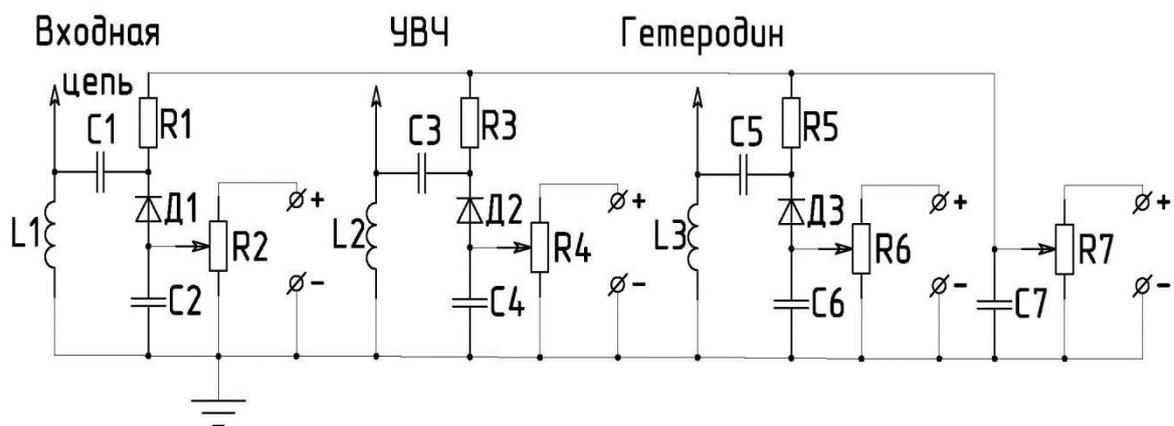


Рис.9. Схема сопряжения контуров, настраиваемых полупроводниковыми конденсаторами.

Настройка всех колебательных контуров высокочастотного тракта радиоприемной аппаратуры может быть осуществлена с помощью одного датчика постоянного напряжения (потенциометра). В этом случае точное сопряжение частоты сигнала и гетеродина может быть получено во всем диапазоне частот

Настройка и подстройка колебательных контуров с помощью внешнего управляющего напряжения очень удобна. В частности, настройка постоянным напряжением может быть осуществлена со значительного расстояния, так как для постоянного тока не имеет значения длина соединительных проводов. Некоторым недостатком такого способа является необходимость наличия отдельных источников смещения для подстройки каждого контура.

#### Список литературы

1. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. Учебник, 4-е изд. – М.: Энергия, 1977, 671 с.
2. Шалимова К.В. Физика полупроводников: Учебник, 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2010, 400 с.: ил. –Учебники для вузов. Специальная литература.

### УПРАВЛЕНИЕ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ВХОДНОГО ВОЗДУШНОГО ТРАКТА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА НА ОСНОВЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУХА

Улыбин С.В.

КНИТУ-КАИ, г.Казань

Проведен анализ влияния температурно-влажностной характеристики воздуха на безопасность работы входного воздушного тракта авиационного двигателя газоперекачивающего агрегата. Построена информативная функция опасности возникновения обледенения комбинированной системы фильтрации. Построен алгоритм управления противообледенительной системы.

Ключевые слова: газоперекачивающий агрегат, входной тракт, противообледенительная система, алгоритм управления.

В газодобывающей промышленности широко используются газоперекачивающие агрегаты (ГПА), которые построены на базе авиационных двигателей. Безопасность функционирования газоперекачивающего агрегата в значительной мере определяется состоянием входного воздушного тракта (ВВТ) двигателя, включающего воздухоочистительное устройство (ВОУ) с комбинированной системой фильтрации (КСФ) [1]. При этом в условиях реальной эксплуатации ГПА при температуре окружающего воздуха ниже +5°C и в условиях высокой влажности высока вероятность обледенения КСФ и повышения перепада давления воздуха на ней, что может привести к возникновению опасных и аварийных ситуаций [2].

Атмосферный воздух характеризуется наличием водяного пара, жидкой и твердой воды (льда) [3]. На Рисунке 1. приведена диаграмма состояний воды в окрестности тройной точки О. Диаграмма состоит из трех областей: твердой воды, жидкой воды и перегретого пара. Линия насыщения АО – перехода из пара в жидкость и обратно. Линия сублимации ОВ – перехода перегретого пара в лед и обратно. Линия затвердевания воды СО.

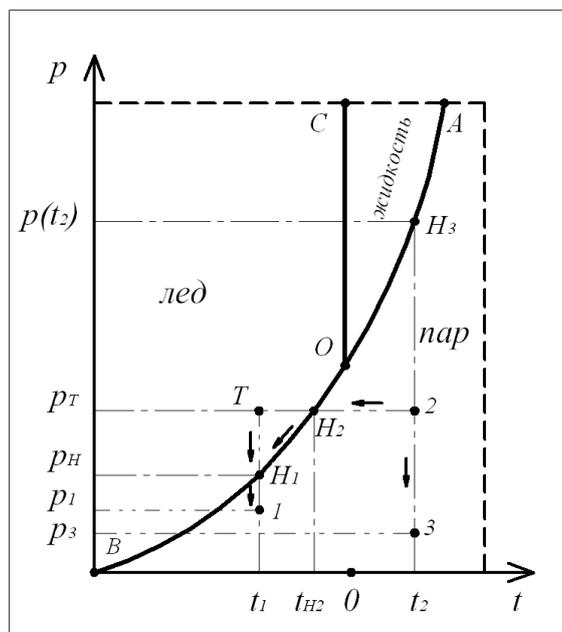


Рис. 1. Диаграмма состояния воды в зависимости от температуры и давления

На диаграмме нанесено состояние водяного пара в точке 1, которому соответствует температура  $t_1$  и давление  $p_1$ . Если повышать парциальное давление пара при  $t_1 = const$ , то достигнув линии насыщения в точке  $H_1$ , пар переходит в твердое состояние. Выше точки  $H_1$  пар конденсируется в лед. При изменении температуры пара в сторону уменьшения из состояния, изображаемого точкой 2, пар при неизменном парциальном давлении достигает температуры  $t_{H2}$  на кривой сублимации и далее, при уменьшении температуры, парциальное давление падает в соответствии с участком  $H_1H_2$  кривой сублимации. При достижении температуры  $t_1$  парциальное давление снизится до давления  $P_H$ , а разницей давлений  $P_T - P_H$  будет определяться количество выпавшего льда. Относительная влажность воздуха определяется выражением:

$$\Psi = \frac{p}{p(t)}, \quad (1)$$

где  $p$  - парциальное давление пара;  $p(t)$  - давление насыщения при температуре  $t$ .

Обледенение на элементах входного воздушного тракта имеет место при определенных температуре и влажности воздуха. Изменение давления и температуры может происходить при течении воздуха по каналу с переменным по длине сечением, например, во входном тракте газоперекачивающего агрегата. Вероятность обледенения растет вместе со снижением температуры воздуха, проходящего через КСФ ниже  $0^\circ C$  и повышением влажности. В соответствии с предложенной ранее методикой количественной оценки уровня опасности [2], частная информативная функция возникновения опасной ситуации по высокой влажности воздуха  $\Psi_{КСФ}$  с учетом ее взаимосвязи с температурой воздуха  $T_{КСФ}$  может быть представлена в следующем виде:

$$\Phi_{on}^{\Psi, T} = \begin{cases} K \left( \frac{\Psi_{КСФ}}{\Psi_{КСФ Д}} \right)^{|T_{КСФ}|}, & \text{при } T_{КСФ} < 0^\circ C \\ 0, & \text{при } T_{КСФ} > 0^\circ C \end{cases} \quad (2)$$

где  $\Psi_{КСФ Д}$  - допустимое значение влажности окружающего воздуха, превышение которого свидетельствует об опасной ситуации.

Для повышения надежности ПОС предлагалось ввести 2 оценки [4]:

а). «Быстрое» обледенение фильтров КСФ ВОУ. Частная информативная функция опасности возникновения имеет вид [4]:

$$\Phi_{on}^{BO} = \begin{cases} 1, & \text{при } (\Delta P_{\phi} - \Delta P_{\phi 1}) > 5 \frac{(\Delta P_{\phi 1} - \Delta P_{\phi 7})}{6} \text{ и } T_{окр} < 5^{\circ} C; \\ 0, & \text{при } (\Delta P_{\phi} - \Delta P_{\phi 1}) \leq 5 \frac{(\Delta P_{\phi 1} - \Delta P_{\phi 7})}{6} \text{ или } T_{окр} \geq 5^{\circ} C, \end{cases} \quad (3)$$

где  $\Delta P_{\phi}$  – текущий перепад давления на фильтрах КСФ ВОУ,  $\Delta P_{\phi 1}$  – перепад 1 ч назад,  $\Delta P_{\phi 7}$  – перепад 7 ч назад.

б). «Медленное» обледенение фильтров КСФ ВОУ. Частная информативная функция опасности возникновения имеет вид [6]:

$$\Phi_{on}^{MO} = \begin{cases} 1, & \text{при } (\Delta P_{\phi} - \Delta P_{\phi 12}) > 80 \text{ Па и } T_{окр} < 5^{\circ} C; \\ 0, & \text{при } (\Delta P_{\phi} - \Delta P_{\phi 12}) \leq 80 \text{ Па или } T_{окр} \geq 5^{\circ} C, \end{cases} \quad (4)$$

где  $\Delta P_{\phi}$  — текущий перепад;  $\Delta P_{\phi 12}$  — перепад 12 ч назад.

Интегральная информативная функция опасности возникновения обледенения, учитывающая вероятность появления обледенения при высокой влажности, возможность «быстрого» и «медленного» обледенения, имеет вид:

$$\Phi_{on}^{OBI} = 0,2 \cdot \Phi_{on}^{\Psi, T} + 0,4 \cdot \Phi_{on}^{BO} + 0,4 \cdot \Phi_{on}^{MO}. \quad (6)$$

С учетом температурно-влажностной характеристики воздуха и функции (6) сформирован расширенный по сравнению с предложенными ранее командами борьбы с обледенением [4] алгоритм управления ПОС КСФ. Предлагаемый алгоритм позволит снизить потери КПД авиационного двигателя при работе ПОС КСФ и своевременно предупредить развитие обледенения.

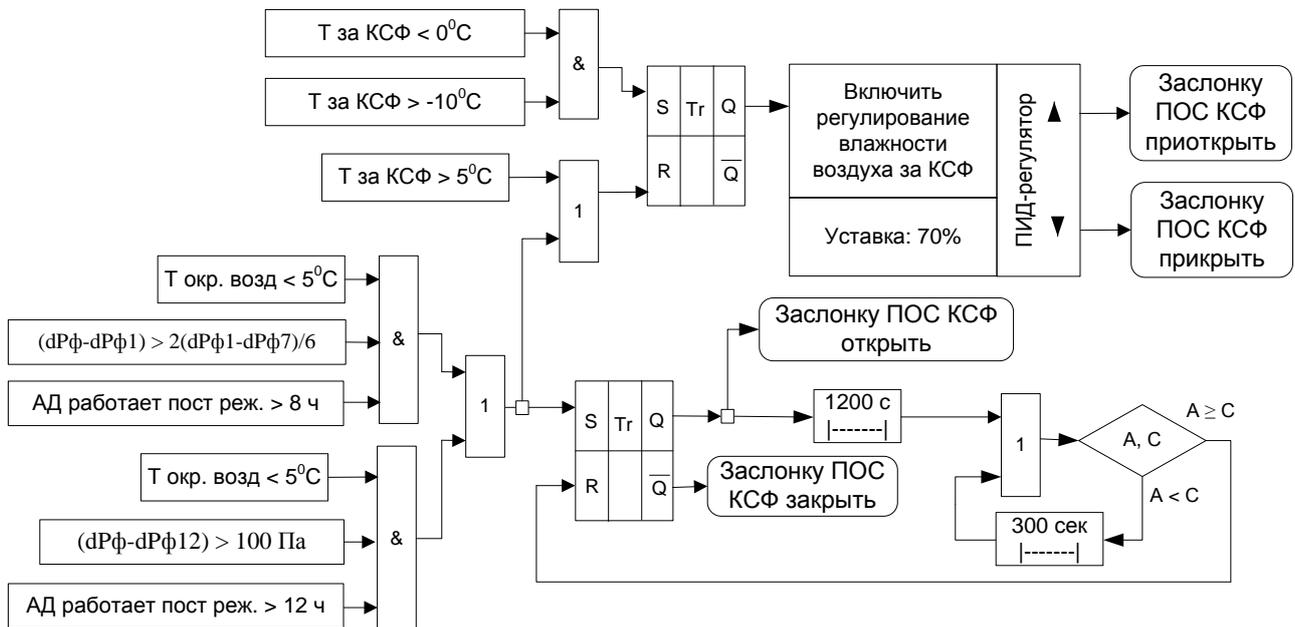


Рис.2. Алгоритм управления ПОС комбинированной системы фильтрации

A – значение перепада давления на фильтрах КСФ ВОУ, C – значение перепада давления на фильтрах КСФ ВОУ, за 1200 секунд до текущего.

При отсутствии «быстрого» и «медленного» обледенения и температуре воздуха за КСФ  $-10^{\circ} C < T_{КСФ} < 0^{\circ} C$  активируется контур регулирования влажности за КСФ с целью поддержания  $\Psi_{КСФ} = 70\%$ . В случае наличия условий «быстрого» обледенения или условий «медленного» обледенения отключается контур регулирования и заслонка ПОС КСФ подачи горячего воздуха из компрессора АД открывается на 100%. Через 1200 секунд работы ПОС сигнал поступает на элемент сравнения текущего значения перепада давления на фильтрах КСФ ВОУ «А» и значения перепада давления на фильтрах, зафиксированное за 1200 секунд

до текущего «С». В том случае, если  $A < C$ , через каждые 300 секунд контролируется разница между А и С. Если  $A \geq C$ , обледенение ликвидировано и необходимо подать команду на отключение ПОС КСФ.

Проведенный анализ температурно-влажностной характеристики воздуха на входе воздушного тракта авиационного двигателя газоперекачивающего агрегата позволил сформировать интегральную функцию опасности возникновения обледенения. На основе интегральной информативной функции опасности возникновения обледенения построен алгоритм управления противообледенительной системы комбинированной системы фильтрации с возможностью своевременного предупреждения развития обледенения и контуром регулирования, снижающим потери КПД авиационного двигателя при отборе горячего воздуха на нужды противообледенительной системы.

#### Список литературы

1. Михайлов Е.И., Резник В.А., Комплексные воздухоочистительные устройства для энергетических установок. – Л.: Машиностроение, 1978. - 144 с.
4. Улыбин С.В. Методика количественной оценки уровня опасности функционирования воздушного тракта авиационного двигателя газоперекачивающего агрегата / Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева – Казань – 2013 – №2, выпуск 2. С. 101-107.
5. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейдлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Энергия. 1974. – 414 с.
6. Улыбин С.В. Построение команд управления информационно-управляющей системы контроля состояния воздушного тракта авиационного двигателя газоперекачивающего агрегата / НАДЕЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО – 2014: Труды Международного симпозиума: в 2 т. под ред. Н. К. Юркова. – Пенза: Изд-во Пенз. ГУ – 2014. – 2 том – С. 111-113. ISSN 2220-6418

## СЕКЦИЯ №15.

### ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ В РЕЗОНАТОРЕ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

**Башкиров Д.А., Гусев Г.Г., Иванов И.О., Разницын П.А.**

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Аннотация: Рассматривается резонатор с дискретным представлением элементов электрической цепи при импульсном воздействии. По полученным аналитическим решениям построены фазовые траектории. Анализируются электродинамические процессы и состояния равновесия. Основные параметры резонатора и полученные топологические разбиения, определяют режимы в полу-мостовой схеме инвертора.

Ключевые слова: резонатор, импульс, аналитическое решение, характеристическое уравнение, периодический процесс, параметры процесса, метод фазовой плоскости, изображающая точка, фазовая траектория, особая точка, фокус, узел, фазовый портрет, инвертор.

Цель: Упрощение качественного анализа электромагнитных процессов в резонаторе в переходных и установившихся режимах. Повышение эффективности анализа взаимодействия между отдельными величинами процесса, в виду отсутствия проявления времени в явном виде. Достижение возможности визуального изображения в общем виде для статических и динамических состояний равновесия в целом для резонатора. Разработка методики построения фазовых траекторий на основе метода фазовой плоскости

Резонаторы электромагнитных процессов получили широкое распространение в технике. Это многочисленные применения в качестве основного блока в хранирующих устройствах, в блоках, определяющих частоту в инверторах мостовых и полу-мостовых схем и т. д. Интенсивное развитие элементной базы резонаторов ставит задачу острее, прежде всего, качественного анализа электромагнитных процессов в них. Упрощение качественного анализа электромагнитных процессов в резонаторе на основе метода фазовой плоскости является актуальной задачей.

Импульсное воздействие позволяет определить основные параметры резонатора [1-3]. Получение аналитических решений является основой построения фазовых траекторий [1].

Для получения аналитического решения цепи, содержащей резистор  $R$ , индуктивную катушку  $L$ , конденсатор  $C$ , рассматривается источник напряжения в форме разнополярных импульсов – меандра (Рисунок 1).

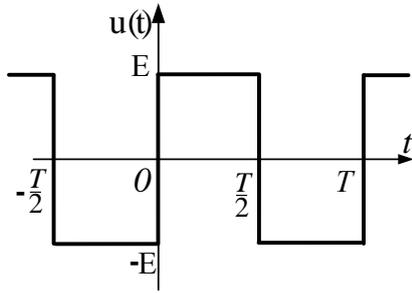


Рис.1.

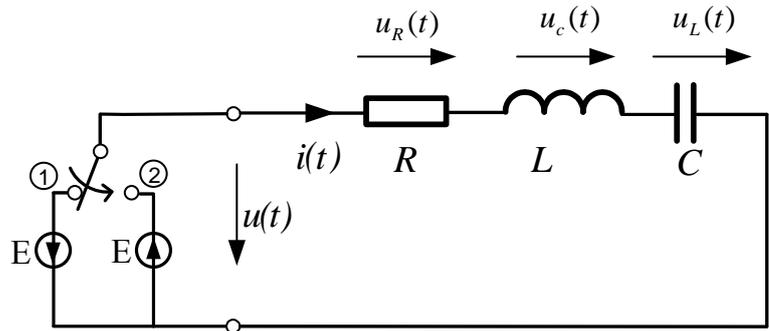


Рис.2.

Действие источника в контуре  $R, L, C$  представляется, как показано на Рисунке 2, включением в контур постоянной во времени ЭДС  $E$  при изменении положения ключа из положения 1 в положение 2, соответствующее включению положительного импульса. Отрицательному импульсу соответствует обратный переход ключа из положения 2 в - 1, что соответствует включению в контур ЭДС противоположного знака.

При этом дифференциальное уравнение для напряжения на конденсаторе:

$$\frac{\partial^2 u_c}{\partial t^2} + \frac{R}{L} \frac{\partial u_c}{\partial t} + \frac{1}{LC} u_c = 0$$

Характеристическое уравнение:  $p^2 + \frac{R}{L} p + \frac{1}{LC} = 0$ , корни:

$$p_{1,2} = -\delta \pm j\omega, \text{ где } \delta = \frac{R}{2L}; \quad \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$$

Аналитическое решение напряжения на конденсаторе для положительного импульса на интервале:  $0 \leq t \leq T/2$ :

$$u_c(t) = u_{\text{свч}} + A_1 e^{-\delta t} \sin(\omega t) + A_2 e^{-\delta t} \cos(\omega t); \quad u_c(t) = E - 2E e^{-\delta t} \left[ \frac{\delta}{\omega} \sin(\omega t) + \cos(\omega t) \right]$$

$$\text{Ток в цепи: } i(t) = C \frac{du_c}{dt}; \quad i(t) = \frac{2E}{\omega L} e^{-\delta t} \sin(\omega t)$$

$$\text{На индуктивности: } u_L(t) = L \frac{d}{dt} i(t); \quad u_L(t) = \frac{-2E}{\omega \sqrt{LC}} \left( e^{-\delta t} \sin(\omega t - \arctg \frac{\omega}{\delta}) \right)$$

Решение для отрицательного импульса на интервале  $T/2 \leq t \leq T$ :

$$\text{Напряжение } u_c(t) = u_{\text{свч}} + A_1 e^{-\delta t} \sin(\omega t) + A_2 e^{-\delta t} \cos(\omega t)$$

$$u_c(t) = -E + 2E e^{-\delta t} \left[ \frac{\delta}{\omega} \sin(\omega t) + \cos(\omega t) \right];$$

$$\text{Ток: } i(t) = C \frac{du_c}{dt}; \quad i(t) = \frac{-2E}{\omega L} e^{-\delta t} \sin(\omega t);$$

$$\text{Напряжение } u_L(t) = L \frac{d}{dt} i(t); \quad u_L(t) = \frac{2E}{\omega \sqrt{LC}} \left( e^{-\delta t} \sin(\omega t - \arctg \frac{\omega}{\delta}) \right)$$

Графики зависимости напряжения на конденсаторе и тока от времени представлены на Рисунке 3. Параметры контура  $R, L, C$  подобраны таким образом, чтобы проходящая составляющая положительного и отрицательного импульса затухала за промежутки  $T/2$ .

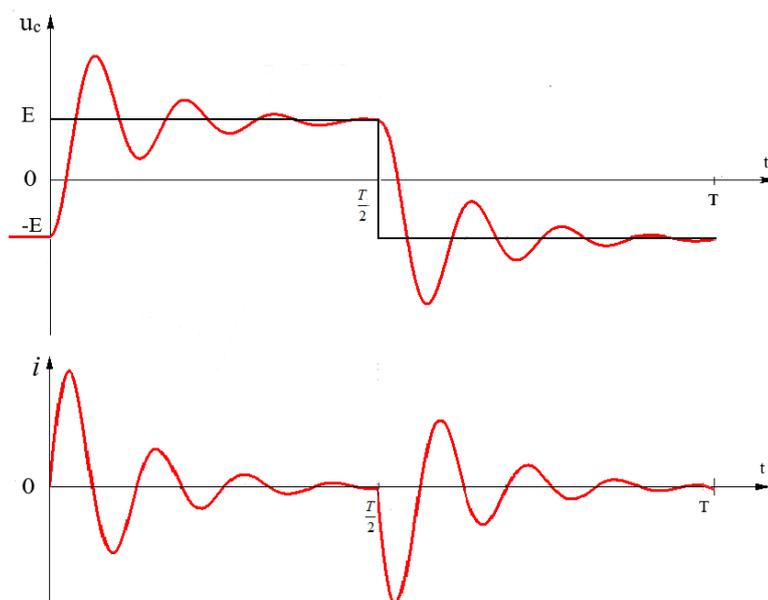


Рис.3.

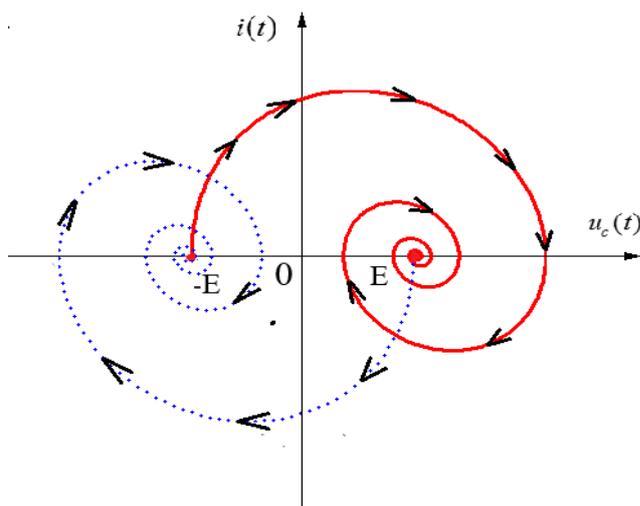


Рис.4.

Исходя из представленных графиков Рисунок 3 можно отметить что в нулевой момент времени напряжение на конденсаторе принимает значение  $-E$ , ток равен нулю. При максимальных значениях напряжения на конденсаторе ток в контуре равен нулю, а при напряжениях равных нулю ток достигает максимальных значений. Преходящая составляющая напряжения на конденсаторе и тока в контуре затухает за одинаковое количество периодов свободных колебаний. Графики напряжения на конденсаторе и тока для отрицательного импульса являются зеркальным изображением графиков для положительного импульса относительно оси времени.

При условии, если  $T = T_0$ , где  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ , ток в контуре  $i(t)$  и напряжение носят синусоидальный характер, соответствующий инвертированию [4].

Представлены результаты зависимости напряжения на конденсаторе  $u_c$  от тока  $i(t)$  на фазовой плоскости Рисунок 4. По оси абсцисс откладывается напряжение на конденсаторе  $u_c$ , по оси ординат откладывается ток в контуре  $i(t) = C \frac{du_c}{dt}$ . На графике непрерывной линией отображен фазовый портрет при положительном импульсе, пунктирной линией – при отрицательном импульсе.

На Рисунке 5 представлены результаты зависимости тока  $i(t)$  от напряжения на катушке  $u_L(t)$ . Ось абсцисс соответствует току в контуре  $i(t)$ , ось ординат -напряжение на катушке  $u_L(t) = L \frac{di}{dt}$

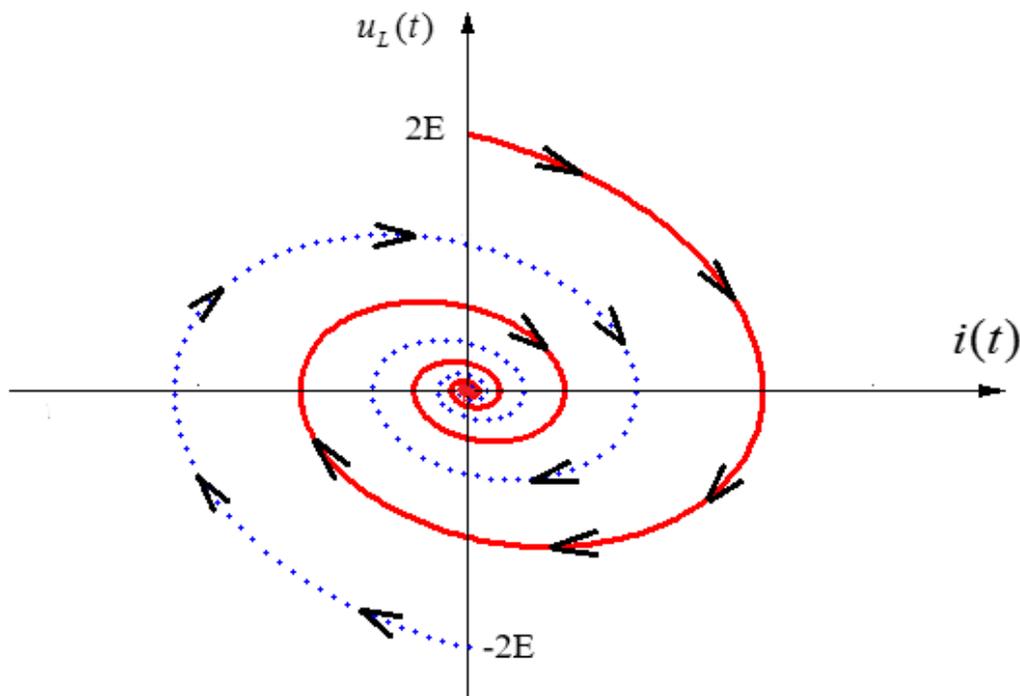


Рис.5.

В данных фазовых портретах, Рисунок 4, Рисунок 5 в верхней полуплоскости, соответственно при  $i(t) > 0$ , горизонтальная составляющая перемещения изображающей точки со временем направлено вправо – в сторону увеличения  $i(t)$ .

В нижней полуплоскости соответственно, при  $i(t) < 0$ , перемещение происходит влево – в сторону уменьшения  $i(t)$ . Точки пересечения фазовыми траекториями оси абсцисс, соответствуют точкам экстремума рассматриваемых зависимостей  $i(t)$ . Фазовые траектории пересекают ось абсцисс под прямым углом. Установившиеся процессы соответствуют точкам- фокусам для положительного и отрицательного импульсов.

Фазовые портреты позволяют установить взаимосвязь переменных,

Определить количество периодов свободных колебаний для положительного и отрицательного импульса.

Выводы:

1. Применение метода фазовой плоскости существенно упрощает качественный анализ электромагнитных процессов в резонаторе в переходных и установившихся режимах.

2. Повышается эффективность анализа взаимодействия между отдельными величинами процесса, в виду отсутствия проявления времени в явном виде.

3. Достигается возможность визуального изображения в общем виде для статических и динамических состояний равновесия в целом для резонатора.

#### Список литературы

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники электрические цепи. Изд-во Юрайт, 2013.
2. Демирчян К.С., Нейман Л. Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. СПб: Изд-во «Питер», 2003, Т.1.
3. Зевеке Г. В., Ионкин П. А., Нетушил А. В., Страхов С. В. Основы теории цепей, М.: Энергоатомиздат, 1989.

4. Кулик В.Д. Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи. Учебное пособие. СПб: СПбГТУРП, 2010.

## ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА И РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОРОШКОВЫХ МУФТ

**Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М.**

КГЭУ, РФ, г.Казань

В следящих электроприводах (ЭП), наряду с машинами постоянного тока [1], получили применение электромагнитные порошковые муфты (ЭПМ), осуществляющие передачу механической энергии нерегулируемого приводного двигателя на исполнительный вал привода [2].

Принцип работы ЭПМ основан на взаимодействии магнитных и механических сил в заполненном ферромагнитным порошком рабочем зазоре, разделяющем ведущую и ведомую ее части.

При отсутствии тока в управляющей обмотке ведущая часть муфты вращается вместе с якорем приводного двигателя, а ведомая часть неподвижна, поскольку ферромагнитный порошок свободно пересыпается в рабочем зазоре. При протекании тока через управляющую обмотку возникает магнитный поток, вызывающий определенную ориентацию частичек ферромагнитного порошка, вследствие чего создается приводная связь между ведущей и ведомой частями, сила которой зависит исключительно от величины тока, протекающего через управляющую обмотку.

Крутящий момент, передаваемый через порошковые муфты, пропорционален току возбуждения и изменяется бесступенчато от максимального проектируемого номинального значения до нуля.

Для следящих приводов небольшой мощности наибольшее распространение получили цилиндрические порошковые муфты типа КПМ (контактные порошковые муфты) и БПМ (бесконтактные порошковые муфты), отличающиеся одна от другой по способу подвода энергии к обмотке управления. В КПМ обмотка управления вращается вместе с ведущей частью муфты и подвод энергии осуществляется через щетки и контактные кольца. В БПМ обмотка управления неподвижна. Отсутствие скользящих контактов у БПМ является достоинством муфт данной конструкции. Однако ввиду наличия паразитного воздушного зазора между неподвижным корпусом и ведущей частью БПМ требуют несколько большей энергии управления, чем КПМ той же мощности.

Для обеспечения реверса нагрузки применяют две ЭПМ, ведомые части которых вращаются в противоположные стороны. В этой связи, вращающий момент, создаваемый блоком двух ЭПМ, определится как разность моментов

$$M_{ВР} = M_1 - M_2 ,$$

передаваемых каждой из муфт и будет зависеть от результирующего тока управления  $I_y$

$$M_{ВР} = K_M I_y . \quad (1)$$

Уравнение движения ЭП с ЭПМ, с учетом (1), примет вид

$$J_s \Omega_M = K_M I_y - \frac{M_c}{i\eta} , \quad (2)$$

где  $\Omega_M$  - угловая скорость вращения ведомой части ЭПМ.

Для обмотки управления будем иметь

$$U_y = I_y R_y + L_y \frac{dI_y}{dt} ,$$

откуда значение тока управления определится в виде

$$I_y = \frac{U_y}{R_y(T_y s + 1)}, \quad (3)$$

где  $T_y = \frac{L_y}{R_y}$  - постоянная времени обмотки управления.

После подстановки (3) в выражение (2) находим

$$\Omega_M = \frac{1}{Js} \left[ \frac{K_M}{R_y(T_y s + 1)} U_y - \frac{M_C}{i\eta} \right].$$

Так как ЭПМ применяются в следящих позиционных ЭП, то выражение для угла поворота исполнительного вала  $\alpha$  определится путем интегрирования угловой скорости  $\Omega_M$  и с учетом коэффициента передачи редуктора  $K_P$  запишется в виде

$$\alpha = \frac{K_P}{Js^2} \left[ \frac{K_M}{R_y(T_y s + 1)} U_y - \frac{M_C}{i\eta} \right]. \quad (4)$$

Наличие двух интегрирующих звеньев ( $v=2$ ) говорит о том, что нескорректированный ЭП с ЭПМ является структурно-неустойчивой системой.

С целью обеспечения устойчивости, ЭП охватывают жесткой обратной отрицательной связью (ЖООС) по угловой скорости  $\Omega_M$ .

Для реализации такой связи необходимо применить редуктор, так как тахогенераторы выполняются высокоскоростными ( $6000 \div 7000 \text{ мин}^{-1}$ ), а ведомые части муфт вращаются с частотой не более  $2000 \text{ мин}^{-1}$ .

На основании (4) ССДМ муфтового ЭП с ЖООС по угловой скорости примет вид, изображенный на Рисунке 1.

На Рисунке 1 через  $K_{БП}$  обозначен коэффициент передачи суммирующего усилителя ( блока питания).

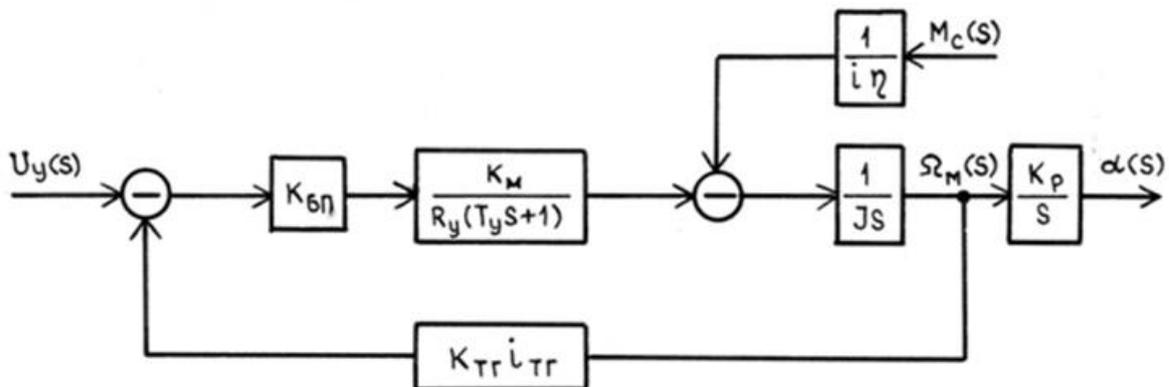


Рис.1. Структурная схема динамической модели муфтового электропривода с тахогенератором.

Передаточная функция контура, образованного ЖООС, имеет вид

$$\Phi(s) = \frac{1/(K_{TГ} \cdot i_{TГ})}{T_M T_y s^2 + T_M s + 1}, \quad (5)$$

где  $T_M = \frac{J R_y}{K_M K_{TГ} i_{TГ}}$  - электромеханическая постоянная времени ЭП.

Из анализа выражения (5) следует, что динамические свойства ЭП с ЖООС по угловой скорости  $\Omega_M$  идентичны свойствам ЭП с двигателем постоянного тока с якорным управлением (ДПТЯУ). При этом, быстродействие ЭП зависит от глубины обратной связи ( $K_{TГ} \cdot i_{TГ}$ ).

При использовании промышленных муфт задача выбора и расчета сводится к выбору приводного двигателя (ПД) и расчету динамической модели ЭПМ. При этом муфта рассматривается как трансформатор, мощность на входе которого равна  $P_1 = M_1\Omega_1$ , а на выходе –  $P_2 = M_2\Omega_2$ , при соблюдении условий  $P_1 > P_2$ ,  $M_1 > M_2$  и  $\Omega_1 > \Omega_2$ . Редуктор ЭПМ состоит из двух ступеней. Передаточное число первой ступени, от ПД к ведущей части, рассчитывается по формуле

$$i_1 = \Omega_{ПД} / \Omega_1.$$

Передаточное число второй ступени, от ведомой части к нагрузке определится как

$$i_2 = \Omega_2 / \Omega_H.$$

Кроме того, в позиционном следящем приводе с ЭПМ для обеспечения требуемых динамических свойств, применяется тахогенератор с редуктором. Поэтому дополнительную инерцию, вносимую тахогенератором и редуктором необходимо учитывать при расчете требуемого вращающего момента.

Сформулируем порядок выбора и расчета ЭПМ.

5. Расчет требуемого вращающего момента

$$M_{ВР.ТР} = \left( J_2 + J_{ТГ,Р} \cdot i_{ТГ}^2 + \frac{J_H}{i^2} \right) i \epsilon_H + M_C / i \eta,$$

где  $J_{ТГ,Р}$  – суммарный момент инерции тахогенератора и редуктора;

$J_2$  – момент инерции ведомых частей блока муфт;  $i = i_2$ .

5. Выбор по каталогу серийной ЭПМ, согласно условия

$M_{ВР} \geq M_{ВР.ТР}$ .

– и определение данных:

– номинального момента вращения МНОМ, Н·м;

– номинальной частоты вращения  $n$ , мин<sup>-1</sup>;

– максимального тока управления  $I_U$ , А

– сопротивления обмотки управления  $R_U$ , Ом;

– индуктивности обмотки управления  $L_U$ , Гн .

5. Определение параметров передаточной функции ЭПМ:

а) расчет коэффициента момента

$$K_M = \frac{M_{НОМ}}{I_U};$$

б) расчет постоянной времени обмотки управления

$$T_U = \frac{L_U}{R_U}.$$

4. Выбор и расчет ПД:

а) расчет требуемого момента

$$M_{ТР} = 2M_{НОМ}/i_1;$$

б) расчет требуемой мощности

$$P_{ТР} = M_{ТР} \cdot \Omega_{ПД};$$

в) выбор серийного двигателя по каталогу при условии, что мощность ПД должна быть больше или равна требуемой мощности

$$P \geq P_{ТР}$$

5. Построение ССДМ ЭПМ, Рисунок 1.

### Список литературы

1. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Хрисанов А.А. Особенности выбора электродвигателей замкнутых электроприводов постоянного тока // Актуальные вопросы технических наук в современных условиях, / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. г.Санкт-Петербург, 2016. с. 115-117.
2. Смирнова В.И., Разинцев В.И. Проектирование и расчет автоматизированных приводов. – М.: Машиностроение, 1990. 368 с.

## ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ ЗАЖИГАНИЯ

Гизатуллин Ф.А., Салихов Р.М., Салихова А.Р.

УГАТУ, РФ, г.Уфа

Исходя из существующего опыта создания систем зажигания для газотурбинных двигателей искровыми разрядами, сложились два подхода к проектированию перспективных систем зажигания газотурбинных двигателей.

При первом подходе проектирование осуществляется путем подбора соответствующих параметров систем зажигания ГТД, а заданной величиной, например, для емкостных систем зажигания, считается энергия разряда, выделяющаяся в свече, или начальная энергия накопительного конденсатора. Такой подход позволяет установить строгий порядок выбора отдельных параметров элементов, что, как показала практика, приводит к большому количеству экспериментов и дополнительных испытаний, и как следствие, сопровождается большими материальными затратами.

Второй подход заключается в создании математических моделей, позволяющих формализовать задачи проектирования и представить в качественном плане взаимосвязь параметров систем зажигания ГТД с характеристиками топливовоздушной смеси в процессе воспламенения. Использование этого подхода имеет хорошие перспективы, ориентированные, в конечном итоге, на значительное сокращение времени и материальных затрат на проектирование систем зажигания ГТД.

В настоящее время имеется достаточно большое число работ по исследованию разрядных процессов в системах зажигания [1,2,3,4], которые включают математические модели, позволяющие более полно описать динамику работы существующих и проектируемых систем зажигания.

Однако практически проектирование систем зажигания продолжает вестись разработчиками по первому пути, что объясняется не столько реальными условиями конструирования, сколько ненаглядностью предлагаемого математического аппарата и сложностью его использования.

В то же время современные информационные технологии, которые могут позволить разработку принципиально новых моделей для исследования и проектирования систем зажигания, являются наиболее предпочтительными.

В данной статье рассматриваются виды компьютерного моделирования для оценки возможности их применения при разработке плазменных систем зажигания.

Под схемотехническим моделированием понимают моделирование электрических процессов в электронных устройствах, традиционно изображаемых в виде принципиальных электрических схем, т.е. соединений условных обозначений элементов схемы [5].

Существует несколько пакетов схемотехнического моделирования: Micro Cap, CAD, Multisim и т. п. Эти пакеты в основном ориентированы на разработку электронных схем, включая проектирование печатных плат, но не позволяют в полной мере проводить моделирование сложных электротехнических систем.

Для моделирования электротехнических систем, которые обладают достаточно сложным математическим описанием, наиболее перспективным является создание имитационных моделей, позволяющих всесторонне исследовать характеристики и состояние моделируемых устройств и систем. Преимуществами имитационных моделей является малая трудоемкость их разработки, быстрое действие, возможность задания параметров в широком диапазоне и возможность выбора их оптимальных значений.

Имитационное аналитическое моделирование — это частный случай математического моделирования. Существует класс объектов, для которых по различным причинам не разработаны аналитические модели, либо не разработаны методы решения полученной модели. В этом случае математическая модель заменяется имитатором или имитационной аналитической моделью.

Аналитическая имитационная модель — логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на ЭВМ, созданное для анализа и проектирования объекта.

Среди существующих прикладных программ система MatLAB может обеспечивать проведение исследований практически во всех известных областях науки и техники. Особое место среди инструментальных приложений MatLAB занимает система визуального моделирования Simulink. Simulink это интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа поведения динамических нелинейных систем. Он позволяет строить графические блок-диаграммы, имитировать динамические системы и совершенствовать проекты. Simulink интегрирован с MatLAB и обеспечивает доступ к широкому спектру инструментов проектирования.

Библиотека блоков SimPowerSystems является одной из множества дополнительных библиотек Simulink, ориентированных на моделирование конкретных устройств. SimPowerSystems содержит набор блоков для имитационного моделирования электротехнических устройств. Комбинируя возможности Simulink и SimPowerSystems, пользователь имитирует работу устройств во временной области и работает с различными видами анализа таких устройств []. Моделируемый объект представляет собой графическую функциональную параметрическую блок-схему, включающий блоки элементов системы и связи между ними, функциональные блоки элементов моделируемого объекта могут быть, в свою очередь, вложенные подсистемы со своей организацией, образуя иерархические структуры.

Имитационные модели строятся, как правило, на основе решения в явном виде систем уравнения, описывающих процессы в исследуемом объекте, так и без получения аналитических решений. В данном случае применяются аналоговые вычислительные блоки, воспроизводящие характерные для данного класса задач соотношения между непрерывно изменяющимися физическими величинами – аналогами исходных данных. Обычно, в качестве машинных переменных обычно используются электрические токи и напряжения, а моделируемых соотношений – законы Ома и Кирхгофа для электрических цепей. Когда решение уравнений, составляющих модель, получено математическими методами, то используется аналитический метод. При этом вектор выходных характеристик системы является функциями внутренних и внешних параметров, а явное представление этих функции и есть имитационная аналитическая модель. Получение аналитических моделей возможно только в случае относительно простых объектов. В связи с этим имитационные аналитические модели используются для ориентировочных оценок процессов в исследуемых объектах и в процедурах оптимизации, требующих высокого быстродействия и небольшой точности.

Однако, в одну и ту же имитационную модель могут одновременно входить подмодели обоих типов. При этом некоторые части или уровни системы моделируются аналитически, а другие - с помощью описания логики работы. Такой подход позволяет охватить качественно новые классы систем, которые не могут быть исследованы с использованием только аналитического или имитационного моделирования в отдельности.

При использовании второго подхода разработаны новые схемотехнические решения [6,7] и компьютерные модели для плазменных систем зажигания ГТД [8,9], подтвердившие на практике свою эффективность.

Таким образом, при проектировании и исследовании плазменных систем зажигания целесообразно применение новых информационных технологий, основанных на создании схемотехнических и имитационных аналитических компьютерных моделей.

#### Список литературы

1. Гизатуллин Ф. А. Худяев В. Н. Моделирование и исследование процессов в плазменной системе зажигания // Вестник УГАТУ, 2007, Т. 9, № 6 (24), С. 170-177.
2. Гизатуллин Ф.А., Лобанов А. В. Моделирование разрядных процессов в импульсно-плазменной системе зажигания. // Вестник УГАТУ, 2008 г., Т. 11, № 2., Уфа, УГАТУ, с.161-168.
3. Гизатуллин Ф.А., Салихов Р. М. Схемотехническая модель плазменной системы зажигания постоянного тока // Авиакосмическое приборостроение. – М., 2011. №7. С. 8-12.
4. Gizatullin F.A., Salikhov R.M. ON THE ANALYSIS OF ELECTRIC ARC PROCESS STABILITY IN PLASMA SYSTEMS OF IGNITION WITH ALLOWANCE FOR GTE COMBUSTION CHAMBER PARAMETERS Russian Aeronautics. 2011. Т. 54. № 3. С. 318-321. DOI: 10.3103/S1068799811030147.
5. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
6. Гизатуллин Ф. А., Салихов Р. М., Хохрина В. В. Плазменная система зажигания. Патент на полезную модель №120721, МПК F02P 3/06; опубл. 27.09.2012, Бюл. №27
7. Гизатуллин Ф.А., Салихов Р. М., Ишейкина Т. М. Плазменная система зажигания. Патент на полезную модель №132497, МПК F02P 3/06 опубл. 20.09.2013, Бюл. №26.
8. Гизатуллин Ф. А., Салихов Р. М., Лобанов А. В., Галиев Р. В., Шамсутдинов Р. Р. Исследование эффективности плазменной системы зажигания постоянного тока. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014610881, зарег. 17.01.2014.
9. Гизатуллин Ф. А., Салихов Р. М., Салихова А. Р. Определение режимов работы осцилляторов в составе плазменных систем зажигания ГТД. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015617125, зарег. 30.06.2015.

## СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ С УПРАВЛЕНИЕМ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ И СПЕКТРОМ СВЕТОВОГО ПОТОКА

**Ширiev Р.Р., Садыков М.Ф.**

ФГБОУ ВПО «КГЭУ», РФ, г.Казань

Проблема энергоресурсосбережения вышла на лидирующие позиции. Самым основным потребителем электроэнергии в городах являются сети осветительных установок. Меры по повышению энергоэффективности освещения зачастую ограничиваются лишь заменой одних несовершенных электрических источников света на другие.

В системах искусственного освещения помещений повсеместно применяются светильники с газоразрядными люминесцентными лампами. За многолетний срок эксплуатации в осветительных сетях они зарекомендовали себя как надежные и экономичные приборы, по сравнению с лампами накаливания. Однако судя по спектру излучения ни люминесцентные, и даже ни светодиодные светильники для человека не могут быть полноценной альтернативой естественного освещения [1]. Светотехнические параметры естественного освещения не отличаются постоянством, что является, нормой и служит фундаментом для хронобиологических явлений. Необходимость учета этих факторов справедлива при дневном использовании электрического освещения. В темное время суток человечество вынуждено использовать столь несовершенные, но необходимые системы искусственного электрического освещения.

Перспективным направлением в современной светотехнике, способным помочь в сложившейся ситуации, является создание светильников с динамично изменяемыми светотехническими параметрами. Независимое электрическое питание от альтернативных источников повысит энергоэффективность. Своевременное регулирование интенсивности светового потока и спектра излучения светильников, при необходимости реалистично имитируя световой день, будет поддерживать благоприятный световой микроклимат в помещении, и способствовать оздоровлению психофизического состояния людей.

Научные труды отечественных и зарубежных исследователей свидетельствуют о влиянии спектра светового потока источников света на циклические колебания интенсивности биологических процессов человека [2,5,3]. Принято считать, что отдыху и подготовке ко сну должно способствовать освещение «теплых» тонов, а более «холодные» тона провоцируют к более высокой умственной активности [4,2]. Эти утверждения базируются в основном на результатах научных достижений прошлого, когда объектом научных исследований служили тепловые и газоразрядные источники света.

Большинство современных публикаций в светотехнических журналах посвящены светодиодным светильникам. В них видят решение экономических и технических задач и, в частности, связанных с обеспечением комфортных условий труда и быта человека. Спектральный состав светодиодного освещения сильно отличается от спектра излучения ламп накаливания и газоразрядных источников света. Процессы зрительного восприятия человеком окружающей действительности настолько сложны, что было бы неверно присваивать одним источникам света свойства, присущие другим.

Таким образом, осознав недостатки существующих систем освещения, совместно с ООО «МГК «Световые Технологии», производителем современных энергоэффективных светотехнических изделий, была разработана и собрана осветительная установка со светодиодными источниками света. Также были проведены научные исследования на предмет взаимосвязи световой среды, работоспособности и эмоционального состояния человека.

Светотехнический расчет осветительной установки осуществлялся с применением компьютерной программы DIALux 4.10 (Рисунок 1) и с учетом строительных норм и правил (СНиП). Электротехнический расчет проводился с учетом правил устройства электроустановок (ПУЭ). Компания «Световые Технологии» изготовила и в одну из лабораторий КГЭУ осуществила поставку светотехнического оборудования, в состав которого вошли восемь светильников на светодиодах мощностью по 27 Вт каждый. Замена имеющихся на тот момент светильников с люминесцентными лампами на светодиодные позволило снизить затраты на электроэнергию в четыре раза.

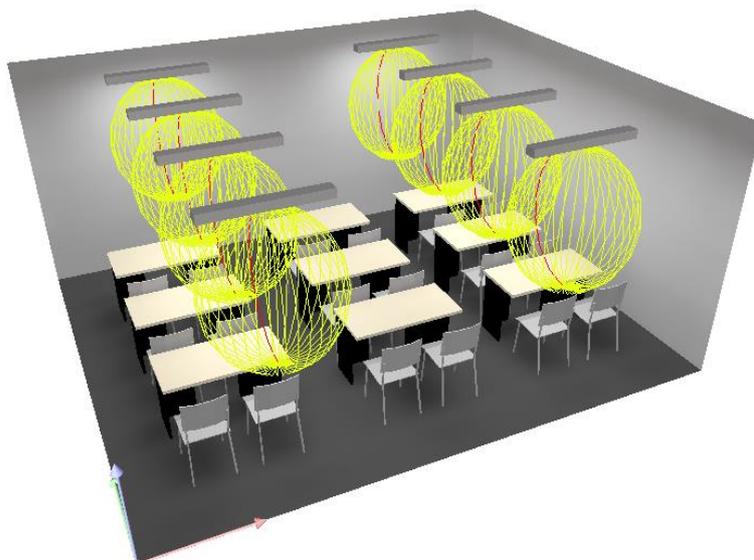


Рис.1. Трехмерная модель осветительной установки

Разработанная и испытанная система освещения (Рисунок 2), отвечает действующим нормам СНиП и ПУЭ. В ее состав входят щит освещения, светодиодные светильники, электронная пускорегулирующая аппаратура, роутер, панель управления, придающие нашей системе освещения уникальные особенности.

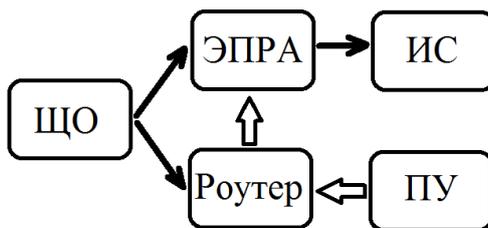


Рис.2. Принципиальная блок-схема системы освещения.

На Рисунке 2: ЩО – щит освещения; ЭПРА – электронная пускорегулирующая аппаратура; Роутер – контроллер DigiDim 910; ПУ – панель управления; ИС – источник света – светодиодный светильник. Настройки позволяют использовать установку в четырех режимах: «холодный», «теплый», «нормальный» свет, «световой день». Регулирование освещенности на рабочей поверхности учебной лаборатории возможно в широких пределах (20-1800 лк).

Совместными усилиями был разработан план научных исследований влияния светодиодных светильников при разных цветовых температурах светового потока на работоспособность и эмоциональное состояние человека. Использовались три вида тестовых задания. Оценку внимания, работоспособности, утомляемости осуществляли с помощью корректурных проб и теппинг-теста, а оценку эмоционального состояния – с помощью опросника САН. Тестирование проводилось при разных условиях освещения: светильниками с люминесцентными лампами (ЛЛ) с цветовой температурой (Тц) равной 4000К и светодиодное (СД) освещение (Тц = 2800, 4000, 5800 К).

Анализ результатов тестирования показал, что у большинства опрошенных при освещении светодиодными светильниками с цветовой температурой Тц = 5800К («холодный свет») повышалась активность. Во всех режимах к концу эксперимента просматривается тенденция к снижению интенсивности моторной деятельности вследствие утомления. При светодиодном освещении (Тц = 5800К) по сравнению с люминесцентным освещением темп выполнения тестовых заданий и продуктивность в среднем выше на 10-15%. Выявлена тенденция к расслаблению при «теплом» (Тц = 2800К) светодиодном освещении.

Данная разработка в рамках задач энергосбережения не ограничивается лишь заменой одних светильников на более экономичные источники света. Дальнейшее развитие темы предполагает применение солнечных модулей или других альтернативных источников электрического питания, что позволит еще больше снизить затраты на электроэнергию.

#### Выводы

Результаты работы могут найти применение при разработке современных экономичных систем освещения.

Повсеместное применение аналогов описанной системы освещения и устройств альтернативной энергетики вызовет значительное снижение издержек на электроэнергию. Применение осветительных установок, способных изменять интенсивность и спектр светового потока, будет способствовать поддержанию благоприятного светового микроклимата в помещениях, оздоровлению психофизического состояния людей.

#### Список литературы

1. Аладов А.В., Закгейм А.Л., Мизеров М.Н., Черняков А.Е. О биологическом эквиваленте излучения светодиодных и традиционных источников света с цветовой температурой 1800-10000 К // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 7-10.
2. Аверьянов В.А. Исследование и оценка динамического по спектру освещения в производственных помещениях / В.А. Аверьянов, Н.М. Беляева, Н.И. Зоз, С.И. Мельникова // Светотехника. – 1981. – №3. – С. 13-16.
3. Архангельский Д.В. Исследования влияния света на зрительную работоспособность и утомление человека с учетом его циркадных ритмов / Д.В. Архангельский, В.Ю. Снетков // Вестник Московского энергетического института. – 2012. – №5. – С. 104-108.
4. Берзинь В.И. Гигиеническое обоснование оптимальной освещенности в учебных помещениях вузов / В.И. Берзинь // Светотехника. – 1978. – №1. – С. 17-19.
5. С. Ри Марк, Дж. Фигуэро Марианна, Ди Баллоу Джей. Циркадная фотобиология: новые горизонты практической и теоретической светотехники. Перевод: А. Шаракшанэ // Полупроводниковая светотехника. – 2012. – № 4. – С. 58-63.

#### СЕКЦИЯ №16.

#### БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖСЛАНЦЕВОЙ ГЛИНЫ

**Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З.**

Казахско-Русский международный университет, Казахстан, г.Актобе

В настоящее время остро стоит проблема экологического, экономического и социального взаимодействия для снижения степени угнетенности окружающей обстановки. Стало очевидным, что развитие экономики не должно сопровождаться деградацией и загрязнением окружающей среды. Такие проблемы, как неравенство экономического развития и антропогенная нагрузка на природную среду, необходимо изучать комплексно и всесторонне.

Комплексное использование сырья в зависимости от конкретной цели можно рассматривать обособленно на любой стадии производства готовой продукции. Но относить его «в горном производстве только к завершающей стадии промышленного освоения месторождений – переработке добытого полезного ископаемого (минерального сырья)» нецелесообразно. Общеизвестно, что развитие комплексного использования минерального сырья позволяет экономически эффективно вовлекать в эксплуатацию более бедные по содержанию отдельных ценных компонентов руды и, таким образом, существенно расширяет ресурсы недр, непосредственно оказывает влияние на параметры всех стадий производства, включая геологоразведочные и добычные работы. Экономически оптимальный уровень комплексного использования сырья можно выявить только в рамках системного подхода, при учете всех стадий производства. Таким образом, допустимо говорить, как о комплексном освоении, так и о комплексном использовании любого полезного ресурса недр и в отдельности, и всей их совокупности в целом. Причем необходимым обоснованно считается междисциплинарный или мультидисциплинарный подход при исследовании и решении любых прикладных задач применительно к недрам Земли.

Межсланцевая глина, образуется при добыче горючих сланцев на сланцеперерабатывающих заводах (на шахтах). Межсланцевая глина является отходом горючих сланцев. По числу пластичности межсланцевая глина относится к высокопластичному глинистому сырью (число пластичности 27-32) с истинной плотностью 2,55-2,62 г/см<sup>3</sup>. Химический оксидный состав межсланцевой глины представлен в Табл.1, а поэлементный в Табл.2.

Таблица 1

## Химический состав межсланцевой глины

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	П.п.п.
45-47	13-14	5-6	11-13	2-3	3-4	9-20

Таблица 2

## Поэлементный анализ межсланцевой глины

C	O	Na	Mg	Al+ Ti	Si	S	K	Ca	Fe
7,73	50,06	0,46	1,04	7,20	17,66	1,83	1,75	10,53	3,35

Для анализа размера частиц исследуемой межсланцевой глины был проведен металлографический анализ на микроскопе МИН – 8М при увеличении в 200 раз (Рисунок 1).

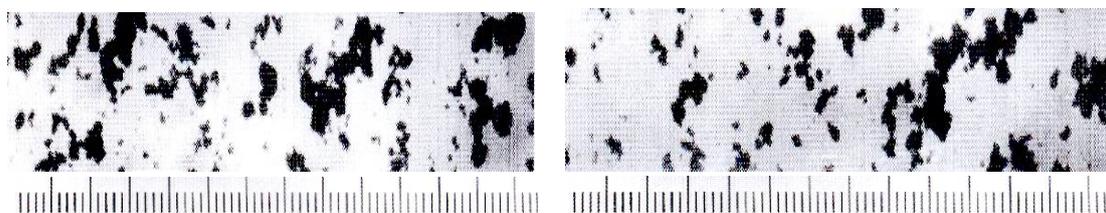
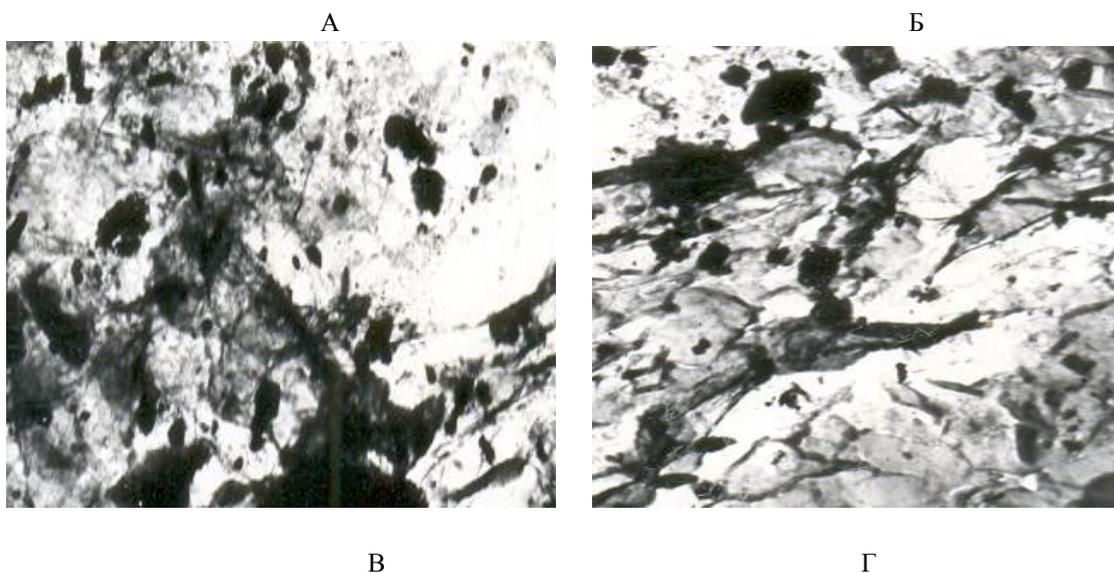


Рис.1. Металлографический анализ межсланцевой глины

Как видно из Рисунка 1 в образцах много крупных включений (размером более 2-5 мкм). Микроструктура межсланцевой глины представлена на рисунке 2.



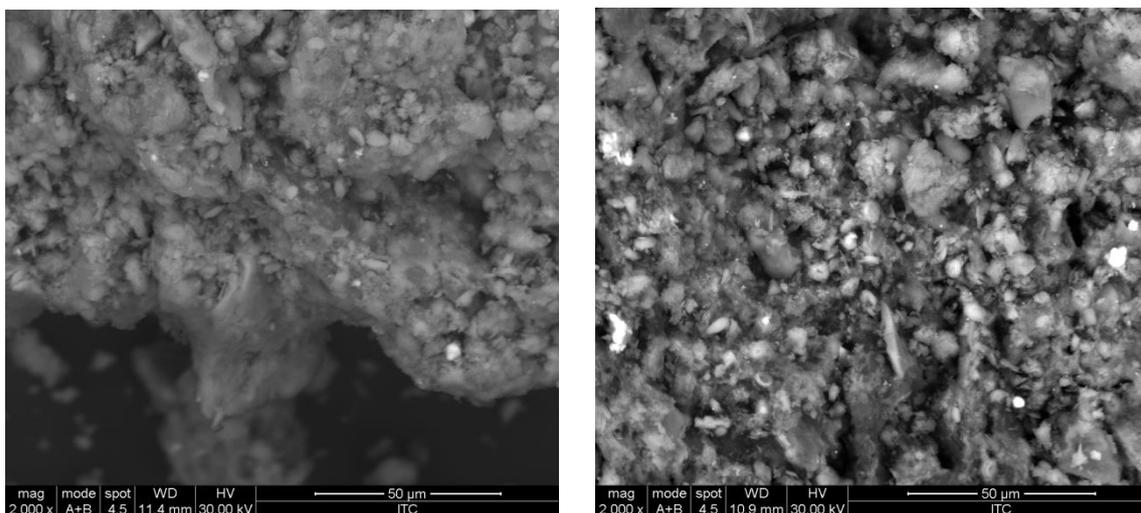


Рис.2. Микроструктура межсланцевой глины, выполненные на различных микроскопах.

Рисунки А и Б – на электронном микроскопе ЭМВ-100Б при ускоряющем напряжении 75 кВ и до 15000 кратном увеличении.

Рисунки В и Г - с помощью электронного растрового сканирующего микроскопа Phillips 525M Увеличение: А – х1200; Б х15000; В и Г х2000.

Минералогический состав межсланцевых глин разнообразен, однако общим для них является наличие кремнезема, гидрослюда, монтмориллонита и кальцита.

Рентгенофазовый состав исследовался на дифрактометре ДРОН – 6 с использованием  $CoK_{\alpha}$ -излучения при скорости вращения столика с образцом 1 град/мин. На рисунке 3 представлена рентгенограмма межсланцевой глины.

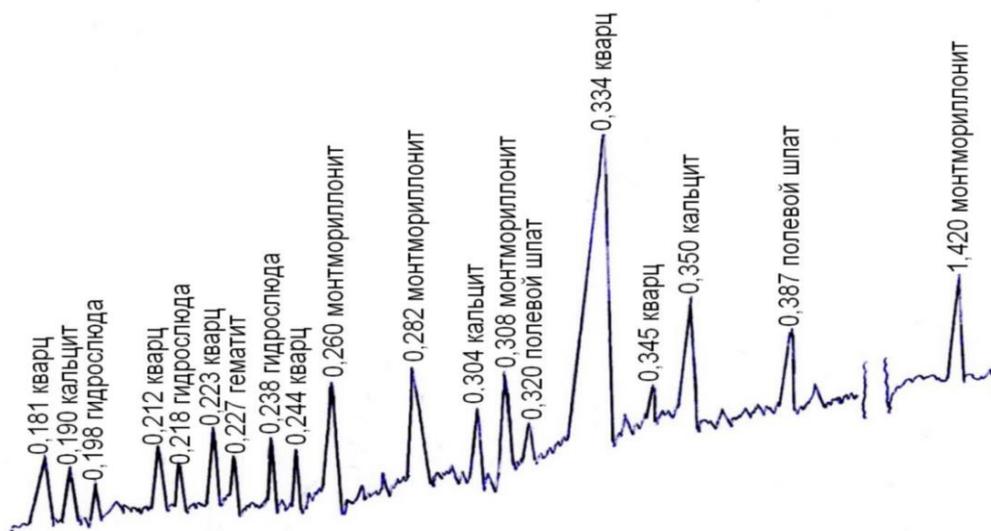


Рис.3. Рентгенограмма межсланцевой глины

На дифрактометре порошка межсланцевой глины отмечаются характерные интенсивные линии ( $d/n = 0,190$ ;  $0,304$  и  $0,350$  нм) кальцита, присутствие линии ( $d/n = 0,227$  нм) обусловлено гематитом, линии ( $d/n = 0,181$ ;  $0,212$ ;  $0,223$ ;  $0,244$ ;  $0,334$  и  $0,335$  нм) кварцем, линии ( $d/n = 0,198$ ;  $0,218$  и  $0,238$  нм) гидрослюдой, линии ( $d/n = 0,260$ ;  $0,282$ ;  $0,308$  и  $1,420$  нм) монтмориллонитом, а линии ( $d/n = 0,320$  и  $0,387$  нм) полевым шпатом.

Глинистые минералы в межсланцевой глине в основном представлены монтмориллонитом с примесью гидрослюда, поэтому она вполне может заменить монтмориллонитовую глину при производстве пористого заполнителя, например, керамзита [1-3].

### Список литературы

1. Пат. 2483042 RU C1 C04B 33/135. Керамическая композиция для изготовления легковесного кирпича / Колпаков А.В., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. заявл. 14.12.2011. Оpubл. 27.05.2013 Бюл. №5.
2. Пат. 2493119 RU C1 C04B 14/12. Керамическая композиция для производства пористого заполнителя / Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З., Колпаков А.В. заявл. 22.03.2012. Оpubл. 20.09.2013. Бюл. №26.
3. Пат. 2508269. RU C2 C04B 33/135. Керамическая композиция для изготовления легковесного кирпича / Абдрахимова Е.С., Рощупкина И.Ю., Колпаков А.В., Абдрахимов В.З. заявл. 11.01.2012. Оpubл. 27.02.2014. Бюл. №6.

## СЕКЦИЯ №17.

### ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

#### ИНЖИНИРИНГОВАЯ ПЛАТФОРМА RUP И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ВНЕДРЕНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИТ-КОМПАНИЙ

Гудков А.А., Яницкая Т.С.

ФГБОУ ВО ПВГУС, РФ, г.Тольятти

Деятельность ИТ - компаний имеет широкий спектр приложений в сфере бизнеса. Однако, наиболее востребованным является применение знаний специалистов по информационным технологиям в области проектирования и разработке сложных программных продуктов. На Рисунке 1 показаны результаты аналитического обзора группы компаний Snews Analitics, в которых проанализирована деятельность ИТ - компаний за 2015 г.[1]. По этим же направлениям Гудковым А.А. было выполнено статистическое наблюдение и обобщено через практический опыт работы распределение деятельности ИТ- компаний применительно к г.о. Тольятти.

Виды деятельности (по источнику Snews Analitics)



Рис.1. Распределение деятельности ИТ - компаний по видам работ

Как видно из рисунка, большинство работ связано с внедрением интегрированных сложных программных комплексов, функционирование которых без применения средств программной инженерии будет слишком затянута. Поэтому, одной из важных профессиональных составляющих коллектива таких компаний является знания и умения персонала применять стандарты программной инженерии, что послужило обоснование выбора темы исследования.

Согласно общепринятым понятиям, ИТ-компанией называется организация, которая занимается информационными технологиями и оказывает услуги населению по адаптации существующих программных

продуктов или проектированию. разработке и внедрению новых программных средств в профессиональную деятельность хозяйствующих субъектов [2]. В программной инженерии базовыми считаются следующие стандарты (Табл.1). В ней выводы о частоте использования стандартов также обобщены в результате проведения статистических исследований Гудковым А.А.

Таблица 1

Стандарты программной инженерии

Перечень стандартов	Описание назначение	Частота использования в деятельности ИТ - компаний, %
ISO/IEC 12207, Software Lifecycle Processes, 1995	Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств	> 50% охвата всех требований стандарта.
ISO/IEC 15504, Software Process Assessment (multipart), 1998;	Определяет оценку процессов разработки и поддержки ПО	<30% охвата всех требований стандарта
ISO 9001, Quality Management Systems-Requirements, 2000.	Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности	> 40% при взаимодействии с компаниями, имеющими внедренную СМК

Сегодня большинство ИТ - компаний используют платформу RUP, поддерживающую объектно-ориентированный подход [2]. В ее основе лежат 6 основных принципов, эффективное применение которых невозможно без базовых знаний стандартов программной инженерии: компонентная архитектура, реализуемая и тестируемая на ранних стадиях проекта; работа над проектом в сплоченной команде, ключевая роль в которой принадлежит архитекторам; ранняя идентификация и непрерывное устранение возможных рисков; концентрация на выполнении требований заказчиков к исполняемой программе; ожидание изменений в требованиях, проектных решениях и реализации в процессе разработки; постоянное обеспечение качества на всех этапах разработки проекта.

Использование методологии RUP направлено на итеративную модель разработки. Особенность методологии состоит в том, что степень формализации может меняться в зависимости от потребностей проекта. Можно по окончании каждого этапа и каждой итерации создавать все требуемые документы и достигнуть максимального уровня формализации. За счет такого подхода к формализации процессов методология является достаточно гибкой и широко популярной [3].

В Табл.2 показаны только те стандарты, которые (в рамках исследования по опросу руководителей компаний-разработчиков) имеют рейтинг охвата аудитории свыше 40%. Результаты обработаны авторами статьи совместно.

Таблица 2

Перечень стандартом, имеющих высокий рейтинг использования

Наименование стандарта	Суть предназначения	Комментарии
ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010.	Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств	Используется так или иначе во всех компаниях, но полнота охвата соответствия <20 %
ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93	Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководство по их применению	>33 придерживаются требований стандарта при оценке качества программного кода. Фрагменты стандарта применяются QA - специалистами
ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910-2002	Информационная технология. Процесс создания документации пользователя программного средства	Частично применяются в процессах документационного сопровождения и конфигурирования (>30%)

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005	Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем	Применяются выборочно при описании технических процессов проекта (>20%)
---------------------------	--	---

Тенденция к повышению качества программного обеспечения привела к распространению новых стандартов, гарантирующих соответствие процессов разработки ПО определенным характеристикам. Сертификаты соответствия стандартам становятся все более привычными, поскольку Потребители требуют выполнения более жесткого контроля качества [4].

Инжиниринговая деятельность IT - компаний может быть самой разнообразной: от оказания консалтинговых услуг и проектной деятельности до разработки сложных интеллектуальных проектов, программного обеспечения на рабочих местах пользователей, удаленного сопровождения совместной работы множества специалистов, до выполнения аудита сложных информационных проектов, что требует от персонала различных специфических знаний: от узкоспециализированных, до комплексных.

В последнее время стало актуальным понятие «QA – специалист», основная сфера деятельности которого связана с тестированием программных продуктов, где оценивается соответствие готовой продукции требованиям стандартов, например, стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. В Табл.3 отражены основные требования стандарта к профессиональным свойствам QA - специалиста.

Таблица 3

Анализ требований к компетенциям QA - специалиста

Требования ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93	Требования к знаниями QA-специалиста	Оценка навыков владения стандартом
Функциональные требования и атрибуты	Анализ того, что программное обеспечение выполняет для удовлетворения потребностей заказчика	Компетенция работы с ТЗ и документом "Требование заказчика"
Надежность	Оценка способности программного обеспечения сохранять свой уровень качества функционирования при установленных условиях за установленный период времени.	Компетенция тестирования в программе "узких мест"; Компетенция поиска ошибок тестирования в конкретном языке программирования; Компетенция документационного оформления выявленных ошибок
Практичность	Поиск конкретного набора атрибутов программной продукции для тестирования	Компетенция логического разбора кода программы; Компетенция оценки полноты использования требуемых атрибутов
Эффективность	Оценка уровня использования ресурсов программного средства и их качества	Компетентность оценки качества программных средств, используемых в программном продукте
Сопровождаемость	Поиск и оценка набора атрибутов, относящихся к объему работ, требуемых для проведения конкретных изменений (модификаций).	Компетенция логического разбора программного кода. Компетенция работы с ТЗ
Мобильность	Набор атрибутов, относящихся к способности программного обеспечения быть перенесенным из одного окружения в другое.	Компетенция оценки качества программного продукта и его платформы. Компетенция обоснования переносимости программных средств.

В качестве обобщения следует отметить следующее:

- рынок средств инжиниринга программных продуктов постоянно обновляется и сегодня уже требуются разработчики у которых сформированы системные знания по применению не одного стандарта, а их совокупности (Agile);

- работникам ИТ - компаний следует уделить внимание формированию интегрированных профессиональных компетенций, отражающих владение ими многими группами стандартов, чтобы уметь их применять в зависимости от различных производственных ситуаций. Поэтому, знание стандартов является неотъемлемой частью профессионализма специалистов, работающих в ИТ - индустрии.

#### Список литературы

1. Рынок инженерных и ИТ-систем: векторы развития 2015. Источник доступа: <http://www.cnews.ru/reviews/infrastructure2015>
2. Гудков А. А. Стандартизация деятельности ИТ-компаний: необходимость и реальность [Текст] / А. А. Гудков // Инновационные технологии в науке и образовании: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 18 дек. 2015 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. — Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. — № 4 (4). — С. 281–284. — ISSN 2413-3981
3. Яницкая Т.С. Исследование принципов организации адаптивных систем баз знаний / М.А. Болобанова, О.А. Рыль, Т.С. Яницкая // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2015. № 5-1. С. 115-119
4. Яницкая Т.С. Разработка и оценка результативности системы менеджмента качества промышленного предприятия / Т.С. Яницкая // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2008. № 2. С. 29-33

### СЕКЦИЯ №18.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

#### О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ХАССП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Верлина Н.А., Рудакова Ю.О.

Воронежский ГАСУ, РФ, г.Воронеж

В России системы менеджмента качества (СМК) на предприятиях появились в связи с развитием деятельности по управлению качеством продукции. Наиболее широко распространены системы качества на базе стандартов ИСО серии 9000. Эти стандарты регламентируют основные элементы системы качества [2]:

1. ответственность руководства (политика, цели, планирование, система управления качеством, анализ со стороны руководства);
2. управление ресурсами (людскими, информационными, инфраструктурой);
3. управления процессами (удовлетворенность потребителей, проектирование, закупки, производство);
4. измерения, анализ, улучшение (проверки, управление процессами, постоянное улучшение).

В стандарте ИСО 9001 устанавливает применение «процессного подхода» при разработке, внедрении и улучшении результативности системы менеджмента качества в целях повышения удовлетворенности потребителей путем выполнения их требований [2].

Для успешного функционирования организация должна определить и осуществлять менеджмент многочисленных взаимосвязанных видов деятельности. Деятельность, использующая ресурсы и управляемая в целях преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс. Часто выход одного процесса образует непосредственно вход следующего [2]. На Рисунке 1 приведена модель «процессного подхода».

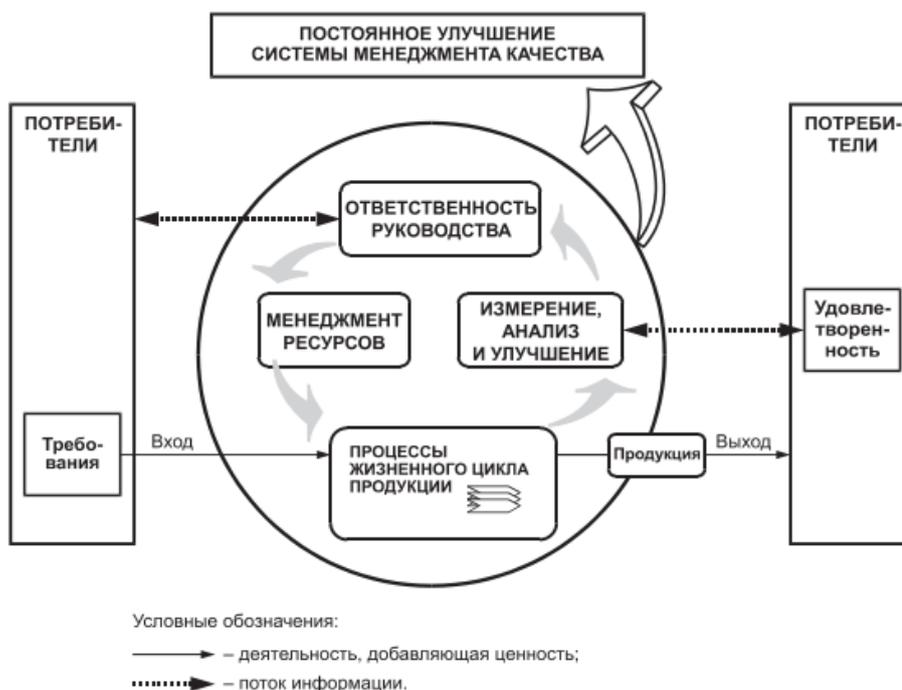


Рис.1. Модель системы менеджмента качества, основанная на процессном подходе.

Стандарт ИСО 9001 устанавливает требования к системам менеджмента качества в тех случаях, когда организация:

- а) нуждается в демонстрации своей способности всегда поставлять продукцию, отвечающую требованиям потребителей и соответствующим обязательным требованиям;
- б) ставит своей целью повышение удовлетворенности потребителей посредством эффективного применения системы менеджмента качества, включая процессы постоянного ее улучшения, и обеспечение соответствия требованиям потребителей и соответствующим обязательным требованиям.

Документация системы менеджмента качества должна включать в себя:

- а) документально оформленные заявления о политике и целях в области качества;
- б) руководство по качеству;
- в) документированные процедуры и записи, требуемые настоящим стандартом;
- г) документы, включая записи, определенные организацией как необходимые ей для обеспечения эффективного планирования, осуществления процессов и управления ими.

Таким образом, механизм действия СМК на основе стандартов серии ИСО 2000 предусматривает регламентацию в документах деятельности по качеству. Это, наравне с положительными эффектами, может привести к формальному подходу при внедрении системы, что и было установлено исследованиями специалистов [1]. Поэтому при анализе результативности внедрения СМК на основе стандартов серии ИСО 2000 выявлено, что во многих случаях не удалось добиться их высокой эффективности.

При этом малая эффективность таких СМК характерна и для производства строительной продукции. Качество строительной продукции закладывается в основном на стадиях ее производства и контроля. Внедренные на предприятиях стройиндустрии системы менеджмента качества на основе стандартов серии ИСО 2000 представляют собой относительно большой комплект документов и инструкций, касающихся распределения ответственности между работниками предприятия и практически не затрагивающих основные технологические пределы производства изделий и конструкций.

Одной из альтернатив СМК на основе стандартов серии ИСО 9000 может быть система, базирующаяся на принципах ХАССП (англ. Hazard Analysis and Critical Control Points (НАССП) — анализ рисков и критические контрольные точки).

Система менеджмента ХАССП, применительно пищевой промышленности, основывается на следующих 7 принципах [3].

- Принцип 1 – Проведение анализа опасных факторов.
- Принцип 2 – Определение критических контрольных точек.
- Принцип 3 – Определение критических значений.

Принцип 4 – Установление процедур мониторинга.

Принцип 5 – Определение корректирующих действий.

Принцип 6 – Определение процедур верификации.

Принцип 7 – Определение процедур документирования и ведения записей.

Не смотря на то, что данная система разработана для пищевой промышленности и во главу угла в ней поставлена безопасность пищевых продуктов, некоторые ее принципы и документы соответствуют и технологии производства строительной продукции. Так качество строительных изделий определяется параметрами в узловых точках (переделах) технологии и их критическими значениями. Эти переделы и их параметры указываются в карте технологического процесса производства строительного изделия.

Это соответствует следующим принципам системы ХАССП, которые могут быть использованы и для разработки системы качества на предприятиях строительной отрасли.

Принципу 2. Определение критических контрольных точек. Определение критических контрольных точек технологического процесса необходимо для применения мер контроля по предотвращению или снижению опасности брака до приемлемого уровня.

Принципу 3. Определение критических значений. Критические значения это максимальные или минимальные значения параметров, которые должны контролироваться в критических контрольных точках.

Принцип 4. Установление процедур мониторинга. Мониторинг это плановая последовательность действий по наблюдению или измерению установленных величин в критических контрольных точках системы ХАССП.

Что касается комплекта документации системы ХАССП, то он включает следующие документы:

- итоговый отчет по анализу рисков, включающий обоснования и меры контроля по каждому выявленному опасному фактору;

- план ХАССП с указанием контрольных критических точек, перечня потенциально опасных факторов, предельно допустимых параметров, процедур мониторинга, описания корректирующих воздействий, процедур контроля и записи результатов;

- список участников ХАССП с распределением обязанностей между членами группы;

- карту производственного процесса [1].

В целом, анализ документации показывает, что модель ХАССП по некоторым позициям пересекается с моделью ИСО 9001 (корректирующие действия и записи). Однако, представленный комплект документов включает меньшее количество бюрократических инструкций и большее количество, так называемых, технологических документов. Это является важным моментом и для производства строительной продукции.

Так же еще одним преимуществом системы ХАССП является ее относительная простота и, в результате этого, небольшие затраты на внедрение и сертификацию.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: система менеджмента качества на основе модели ХАССП может быть использована как альтернатива СМК на основе стандартов серии ИСО 9000 на предприятиях по производству строительной продукции.

#### Список литературы

1. Версан В.Г. 40 лет в профессии. Сборник статей. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2013. – с. 286- 296.
2. ГОСТ ISO 9001- 2011 Системы менеджмента качества. Требования — Введ. 2013-01-01.— М.: Изд-во стандартов, 2013.— 27 с.
3. Управление производством. Энциклопедия производственного менеджера. URL: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/diagramma-isikavy.html>.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ

Тарасова О.Г., Носова А.Н.

ФГБОУ ВПО «ПГТУ», РФ, г.Йошкар-Ола

В условиях современного развития производства и достаточно сложной экономической ситуации в стране и в мире в целом, обеспечение высокого качества выпускаемой продукции, и мебели в частности, является одним из важных направлений деятельности предприятий.

В настоящее время, наблюдается широкий размах жилищного строительства, и, не смотря на некоторый спад мебельного производства, спрос на эти изделия увеличивается. Выпуск современных видов мебели сопровождается

внедрением более совершенного обрабатывающего оборудования и современных технологий, а также применением новых материалов. Данные факторы приводят к положительным изменениям в конструкции мебели, с обеспечением высоких механических показателей.

Происходящее в настоящее время глубокое реформирование российской системы технического регулирования отменяет обязательность соблюдения требований стандартов, исключая продукцию, подлежащую обязательному подтверждению соответствия в формах обязательной сертификации и декларирования (до введения соответствующего технического регламента (ТР ТС)). На данном этапе развития мебельной индустрии произошли значительные перемены. Несомненно, разработка и вступление в действие принятого в 2012 году Технического регламента Таможенного Союза 025/2012 «О безопасности мебельной продукции» [3], имели благие намерения, как по облегчению участи изготовителей, так и ужесточению контроля требований, и в частности, показателей безопасности.

Введение декларирования, освобождающего производителей от жесткого контроля органов по сертификации, поскольку отменяет инспекционный контроль и тем самым уменьшает расходы на подтверждение соответствия, должно было уменьшить стоимость продукции, но этого не произошло.

В то же время документ устанавливает ряд обязательных для контроля параметров, которые заставляют производителей более строго относиться к разработке конструкции изделия, а также и к выбору сырья и материалов.

Несмотря на то, что потребителя всегда волнует приобретение качественной продукции, большинство не знают о нововведениях в законодательстве, направленных на обеспечение их безопасности.

Для оценки качества мебельной продукции проведен анализ нормативно-правовой документации и выполнен опрос респондентов о требованиях, которые они предъявляют к товарам данной группы, для удовлетворения своих потребностей.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать выводы о том, что при определении уровня качества мебели покупатели оценивают практически все потребительские свойства мебели: комфортабельность, эстетичность, эргономичность, надежность и другие. Вопросы, заданные 200 респондентам разных возрастных групп и социально-экономического положения, касались потребительских свойств и качества корпусной мебели.

Несомненно, одним из наиболее важных был вопрос о безопасности продукции, а поскольку большинство потребителей не знакомы с положениями Технического регламента «О безопасности мебельной продукции», то не было подразделения на конкретные группы показателей, при этом 61% респондентов ответили, что они первостепенное значение придают безопасности, 20% – не всегда и для 19% – это не имеет значения.

Иная картина наблюдается по ранжированию потребительских свойств мебели в порядке значимости: наиболее важными показателями для них являются удобство в пользовании, далее свойство надежности (прочность и долговечность), размеры и формы, а затем эстетические свойства.

Также установлено, что большинство покупателей при выборе мебели предпочтение отдают классическому стилю, что составляет – 55%, далее - стили готический и модерн – 40%, а оставшиеся – 5%.

Одной из наиболее злободневных проблем является качество мебели поставляемой в разборном виде, поскольку большинство потребителей сталкиваются с большими трудностями именно при сборке. Респондентам были предложены вопросы о способах проверки качества мебели при ее доставке на дом и о действиях при обнаружении несоответствий. Как установлено: качество корпусной мебели покупатели при доставке оценивали визуально – внешний вид изделий и качество фурнитуры, дефекты производства и сборки, действие механизмов трансформации, качество стеклоизделий и зеркал, комплектность. При наличии несоответствий большинство потребителей предпочитают не предъявлять претензии, а по возможности самостоятельно устранять недостатки, и только в редких случаях обращались к изготовителю либо продавцу. О том, что имеется гарантийный срок и действует закон «О защите прав потребителей» [3] не знают. Следует отметить, что только очень небольшое количество потребителей обращаются в судебные инстанции для возмещения вреда, причиненного изготовителем бракованной продукции

Опыт работы в Испытательной лаборатории мебели и изделий из древесины позволяет выделить некоторые недостатки в мебельных изделиях, с которыми потребители обращаются для проведения экспертизы [4]:

- стойкие запахи, выделяемые изделиями мебели;
- неудобство при эксплуатации – несоответствие размеров тела потребителей, размерам конструкций, поскольку не учитываются национальные особенности, т.к. за основу при проектировании, как правило берут средний рост 170 см, единственный выход – это подгонка за счет фурнитуры или осуществление индивидуального изготовления мебели;
- производственные дефекты (сколы, заусенцы, отслоение облицовки, отсутствие защитно-декоративного покрытия и т.д.);

- низкое качество фурнитуры;
- некачественная сборка (большие зазоры между дверьми – до 5 мм, перекося при навеске дверей, и т.д.

На основе установленных недостатков можно отметить следующее:

- при проектировании корпусной мебели практически не применяются отраслевые стандарты, например, «Отраслевая система унификации (ОСУ). Мебель корпусная. Корпуса унифицированные. Типы. Размеры. Элементы щитовые», однако, применяя данный документ возможно проектирование большого числа унифицированных наборов;
- отсутствие на производстве Художественных советов, утверждающие конструкцию и дизайн изделия, сказывается на ухудшении качественных характеристик внешнего вида мебели;
- ограничено использование методов и средств композиции при проектировании (пропорции, тектоника, композиционное равновесие, масштабность, нюанс, тождество и т.д.);
- при приемке разборной мебели не всегда выполняется контрольная сборка и т.д.;
- имеются несоответствия по функциональным размерам корпусной мебели (ГОСТ 13025.1-4) [1], поскольку контроль размеров предусматривается по ТР ТС только для детской и ученической мебели, остальные размеры мебели для взрослого населения не проверяются в лабораториях, так как не подлежат обязательной проверке.

Устранение проверки функциональных размеров при процедуре подтверждения соответствия из разряда обязательных привело к тому, что изготавливается мебель любых размеров и форм. Уменьшение размеров по глубине изделия и увеличение высоты приводит не только к сокращению внутреннего пространства (глубины) для размещения предметов различного функционального назначения, но и к уменьшению устойчивости изделия.

Таким образом, как показали результаты социологического опроса, различные группы населения расходятся во мнениях относительно потребительских свойств корпусной мебели. Можно предположить, что это следствие наличия или отсутствия знаний о качественных характеристиках мебели и ее показателях безопасности.

Принятый Технический регламент Таможенного Союза 025/2012 «О безопасности мебельной продукции» [2], определяет существенные требования по механической, химической и другим видам опасностей. Положительным моментом принятия данного документа следует отметить такой положительный факт, как то, что мебель, изготовленная по индивидуальным заказам также подлежит обязательному подтверждению соответствия в различных формах: обязательной сертификации или декларированию соответствия, что даст потребителю большую уверенность в качестве приобретаемой продукции, поскольку даже набор проверяемых показателей по механической безопасности, достаточно большой и включает: устойчивость, жесткость, прочность статическую и динамическую, долговечность, прочность корпуса и крепления дверей, ящиков, штанго- и полкодержателей и т.д.

Так как действие данного закона распространяется как на крупные, так и на небольшие мебельные предприятия, осуществляющие изготовление корпусных мебельных изделий по заказам населения: наборы для кухни, спальни, гостиной, а также и детскую мебель, возможно, стоит надеяться, что ее качество будет повышаться, тем самым будет обеспечена и безопасность потребителей.

#### Список литературы

1. ГОСТ 13025.1-4 Функциональные размеры. - Введ.1987-01-01.- М.: Росстандарт России: Изд-во стандартов, 1985. 16- с.
2. ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции» Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.tsouz.ru/eek/rseek/rseek/seek5/documents/p\\_32.pdf](http://www.tsouz.ru/eek/rseek/rseek/seek5/documents/p_32.pdf) (дата обращения: 28.12.2015)
3. Федеральный закон «О защите прав потребителей» Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_305/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305/) (дата обращения: 28.12.2015).
4. Тарасова О.Г. О безопасности, дизайне и конструировании мебельной продукции // Вестник ПВГУС,. – 2010. – Вып.8. –С.46-47.

#### СЕКЦИЯ №19.

#### НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

**СЕКЦИЯ №20.  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЧЕТА РЯДА ПАРАМЕТРОВ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНОВ**

**Ризаев И.С., Мифтахутдинов Д.И., Яхина З.Т.**

Россия, г.Казань

Уровень развития регионов тесно связан с размером и конфигурацией территорий. Чем больше территория, тем выше физико-географические факторы, влияющие на развитие регионов. Больше природных и технических ресурсов, более высокая численность населения, больше поселков городского типа, более высокая инфраструктура. Множество поселков и городов должны быть связаны автомобильными и железными дорогами, авиационными линиями.

Правда слишком большие территории могут иметь и значительные неиспользуемые территории, покрытые лесами, водными и болотистыми участками, пустынями, горами (Бразилия, Канада, Россия, Китай, Австралия, Саудовская Аравия и т.д.).

На экономический потенциал региона влияет и конфигурация территорий. Проще вести управление компактными территориями (Германия, Франция), сложнее вытянутыми (Чили, Россия, Норвегия). То же самое касается и городов. Компактное расположение имеют Москва, Екатеринбург, Ростов-на-Дону, а вот Волгоград вытянут вдоль Волги на 70 км., что ухудшает физико-географический потенциал города.

Конфигурация территорий

Для учета конфигурации территории регионов используется индекс Бойса [1,2].

$$J_B = \sum_i^n \left| \frac{R_i}{\sum_i^n R_i} - \frac{1}{n} \right| \cdot 100,$$

где  $R$  – радиус региона,  $n$  – количество радиусов.

Для учета индекса Бойса, находят центр территории и проводят радиусы к характерным точкам. Чем больше радиусов, тем точнее полученное значение.

На Рисунке 1 показан пример определения индекса Бойса для г.Екатеринбурга



Рис.1. Определение индекса Бойса на примере г. Екатеринбург

Результаты расчетов представлены в Табл.1.

Расчет индекса Бойса для г.Екатеринбурга

№	R	$R / \sum_{i=1}^n R_i$	1/n	$R / \sum_{i=1}^n R_i - \frac{1}{n}$
1	2,0	0,0604	0,0833	0,0229
2	3,0	0,0906	0,0833	0,0073
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
12	2,5	0,0755	0,0833	0,0078
$\sum_{i=1}^n R_i = 33,1$		$\sum_{i=1}^n R_i = 0,1286$		

Индекс Бойса составит  $J_B = 0,1286 \times 100 = 12,8$

Индекс Бойса изменяется от нуля для *круга* и до двухсот для прямой линии [2].

Любая форма географического объекта может быть в пределах  $(0 \leq J_B \leq 200)$ .

Так, Москва – 8, Казань – 28, Самара – 40, Волгоград – 120.

На Рисунке 2 представлена карта г.Уфы.

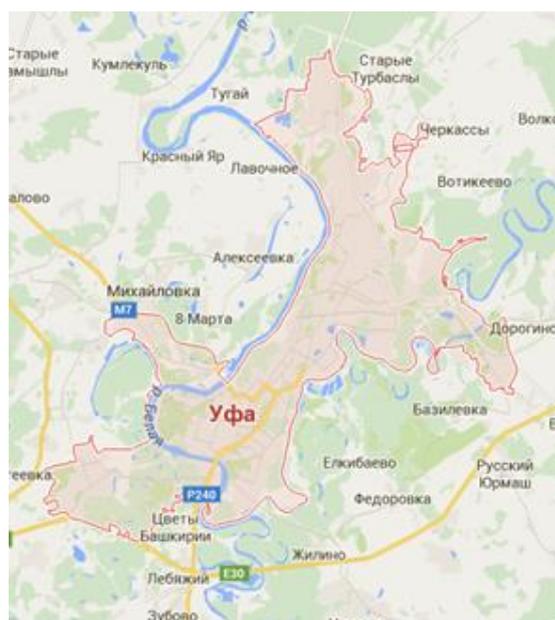


Рис.2. Карта г.Уфы

В рейтинге городов по качеству жизни Уфа находится на 18 месте. Город прижат к реке Белой и значительно вытянут вдоль реки. Индекс Бойса – 34.

В Табл.2 представлен список ряда городов России в порядке убывания по качеству жизни. Данные по рейтингу городов представлены Департаментом социологии Финансового университета при Правительстве Российской Федерации за 2014 г. [3]. В столбце 4 (Индекс Бойса) приведены расчетные значения индекса Бойса для ряда городов РФ.

Рейтинг качества жизни крупных Российских городов (данные за 2014 г.)

	Города	Число жителей (тыс.)	Качество жизни	Индекс Бойса	Качество покрытия дорог
1	Москва	12197	2	8	8
2	Казань	1205	3	28	6
3	Санкт-Петербург	5192	5	21	13
4	Челябинск	1834	6	15,8	3
5	Екатеринбург	1428	7	12	15
6	Ростов-на-Дону	1114	11	16,6	18
7	Пермь	1036	13	31,4	25
8	Уфа	1105	18	34	23
9	Воронеж	1023	21	31	26
10	Самара	1718	22	41	36
11	Ижевск	642	27	40	19
12	Ульяновск	619	35	37	34
13	Волгоград	1017	37	120	37

Под качеством жизни предполагают такие факторы, как экономический уровень, медицинское обеспечение, образование, строительство, дорожная сеть

Нас интересует, насколько связано качество жизни с конфигурацией территорий. Одним из наиболее важных показателей статистических взаимосвязей является коэффициент корреляции.

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x - M_x| \cdot |y - M_y|}{\delta_x \cdot \delta_y},$$

где  $n$  – число наблюдений,  $\delta_x, \delta_y$  - среднеквадратические отклонения.

В результате расчета было получено значение коэффициента корреляции между качеством жизни и конфигурацией территорий  $r = 0,752$ .

Интерес представляет и взаимосвязь качества покрытия дорог в зависимости от конфигурации территорий [2, 4]. Здесь коэффициент корреляции оказался равным  $r = 0,663$ . Такое значение показывает, что хотя связь не линейная, но тем не менее взаимосвязанная. Естественно, если регион территориально вытянут, то в городе появляются больше однонаправленных дорог. Такие дороги больше загружены, чаще возникают пробки и покрытие быстрее выходит из строя. Интересно, что взаимосвязь между качеством покрытия дорог и качеством жизни оказалась достаточно высокой  $r = 0,862$ .

Так как оба этих показателя (качество жизни и качество покрытия дорог) являются рейтинговыми, то более правильным было бы рассчитать тесноту связи между этими параметрами с использованием ранговой корреляции [8].

Воспользуемся ранговой корреляцией по Спирмену -  $r_s$ .

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6 \cdot \sum |x' - y'|}{n(n^2 - 1)}$$

где  $n$  – число наблюдений,  $x', y'$  рейтинги параметров, представленных в виде чисел натурального ряда. Так коэффициент ранговой корреляции между качеством жизни населения и качеством покрытия дорог оказался еще выше равным 0,89. Это показывает очень высокую тесноту связи.

Таким образом, физико-географические факторы оказывают значительное влияние на экономический потенциал города, то есть на качество жизни города.

Конфигурация территорий стран мира также влияет на качество жизни народов этих стран, но в первую очередь это качество зависит от уровня внутреннего национального дохода (ВНД) [7]. Так в Табл.5 приведены страны, указанные в порядке их рейтинга, с наиболее высоким уровнем валового внутреннего продукта (ВВП), рядом в соответствующих колонках приведены рейтинговые значения ВНД и качество жизни [5, 6].

Качество жизни людей в странах мира

№	Страна	ВВП	ВНД	Качество жизни
1	США	1	10	9
2	Китай	2	80	52
3	Япония	3	24	8
4	Германия	4	17	4
5	Великобритания	5	22	10
6	Франция	6	23	16
7	Бразилия	7	61	56
8	Италия	8	29	37
9	Индия	9	147	71
10	Россия	10	57	65
11	Канада	11	13	5

Коэффициент корреляции зависимости качества жизни от ВНД для указанных одиннадцати стран составил  $r = 0,85$ . Ранговый коэффициент корреляции совпал с параметрическим  $0,85$ . Надо отметить, что в таких странах, как Швейцария, Норвегия, Нидерланды, Финляндия, Дания, качество жизни весьма близко к уровню ВНД. Например, возьмем Норвегию в рейтинге стран по ВВП она занимает 26 место, но зато по ВНД и качеству жизни имеет рейтинг два к двум (2-2), что говорит о высоком жизненном уровне. Возьмем страны, входящие по рейтингу ВВП в первую десятку передовых стран (Табл.5).

Китай (2-80-52), Бразилия (7-61-51), Индия (9-147-71), Россия (10-57-65).

Видим, что эти страны имеют низкий ВНД по сравнению с ВВП и соответственно более низкое качество жизни.

#### Закключение

Рассмотрено влияние конфигурации городов (регионов) на качество жизни населения. Показано, что такая взаимосвязь существует. Города с компактным расположением территорий имеют как правило более высокое качество жизни, чем города территориально вытянутые в длину. Последние характеризуются и как правило более низким качеством дорожного покрытия.

#### Список литературы

1. ДеМерс, Майкл Н. Географические Информационные Системы. Основы / Пер.с англ. – М.: Дата+, 1999 – 490 с.
2. Ризаев И.С. Геоинформационные системы: учебное пособие / Казань: Изд-во Казан.гос.техн.ун-та, 2013. – 139 с.
3. Рейтинг качества жизни в крупных городах России в 2014 г. Департамент социологии Финансового университета при Правительстве РФ. [www.fa.ru/dep/press/about-us/Pages/Kachestvo-zhizni.aspx](http://www.fa.ru/dep/press/about-us/Pages/Kachestvo-zhizni.aspx) - 2014 г.
4. Кирпичников А.П., Мифтахутдинов Д.И., Ризаев И.С. Решение задачи корреляционной привязки изображения и цифровой карты местности / Вестник Казанского технологического университета. 2015, Т.18 № 17, с. 186 – 190
5. Индекс качества жизни пожилых людей / The Global AgeWath.Index <http://www.helpage.org/global-agewatch/>
6. Рейтинг стран мира по уровню валового внутреннего продукта / World Bank Development Data Group. 2015
7. Валовой национальный продукт (ВНП, ВНД) стран мира <http://nonews.co/directory/lists/countries/gnp>
8. Гурман В.Е. Теория вероятностей и математической статистики: Учебное пособие для вузов / М.: Высшая школа. 2004 – 479 с.

## ОПИСАНИЕ ОБЩЕЙ ПРОЦЕДУРНОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА СИС

**Кириленко Д.А., Кириленко А.М.**

46 ЦНИИ, РФ, г.Москва

С технической точки зрения сетевая информационная система (далее – СИС) представляет собой группу составляющих ее элементов, а именно технических и программных средств. Следовательно, при решении задачи формирования состава некоторой СИС, в расчетах целесообразно рассматривать показатели и характеристики отдельно взятых элементов

Ранее автором предложен комплекс аналитических моделей, позволяющий с математической точки зрения описать процесс формирования рационального состава СИС и учитывающий возможные ресурсные ограничения.

На основании вышеозначенного комплекса аналитических моделей в целях решения научной задачи формирования рационального состава СИС в настоящей статье предлагается общая процедурная модель процесса формирования СИС.

Процедурная модель решения вышеозначенной задачи имеет следующий вид (Рисунок 1) и состоит из 7 ключевых шагов.

Шаг 1. Ввод исходных данных.

На основании поставленной задачи и заданных условий функционирования формируемой СИС определяется состав исходных данных и вводится в систему для последующей обработки.



Рис.1. Процедурная модель решения задачи формирования рационального состава СИС

Необходимо понимать, что перечень исходных данных определяется исходя именно из планируемого назначения СИС, так как на следующих этапах расчетов именно эти данные лягут в основу формирования набора критериев для СИС.

Шаг 2. Генерация критериев.

На этом этапе происходит автоматизированный выбор критериев оценки качества функционирования формируемой СИС. На данном этапе привлекаются эксперты различной компетенции. ЛППР в данном случае

формирует некоторый набор вопросов, описывающих потенциальные свойства формируемой СИС. Эксперты выражают свое мнение и взгляды на важность каждого конкретного пункта, определенного ЛПР, в формализованных таблицах, данные из которых затем обрабатываются по профильной модели. После этого происходит автоматический учет уровня значимости показателя и квалификации эксперта. После этого ЛПР выдаются формализованные значения критериев качества формируемой СИС.

#### Шаг 3. Генерация вариантов СИС.

На данном этапе в автоматизированном режиме формируется некоторый набор возможных вариантов состава СИС. Процесс формирования происходит на основе полученного ранее набора критериев. Необходимо понимать, что на этом этапе функционирования процедурной модели ЛПР не имеет четких данных о технических и экономических характеристиках сформированных составов. Составы формируются из образцов, индивидуальные характеристики которых известны и хранятся в БД, на основе только планируемого функционала СИС.

#### Шаг 4. Оценка стоимости и эффективности вариантов СИС.

На данном этапе в автоматическом режиме производится расчет ключевых в условиях решаемой научной задачи показателей СИС, а именно - эффективности функционирования и стоимости технической реализации каждого из выбранных ранее составов. Полученные результаты сохраняются в БД как характеристики состава. При этом вычислительная процедура длится до полного выполнения, то есть обсчитывается каждая из определенных ранее позиций. ЛПР в свою очередь получает формализованный отчет о результатах расчета.

#### Шаг 5. Решение задачи выбора.

На данном этапе работы происходит решение задачи многокритериального выбора на основании данных, полученных на предыдущих этапах работы процедурной модели. При этом решение задачи происходит в автоматическом режиме на основе данных из БД. ЛПР получает формализованный отчет (шаг 7) с перечнем составов из числа определенных на шаге 3, расположенных по приоритету согласно заданных условий. Акт принятия итогового решения о составе формируемой СИС остается на ЛПР.

#### Шаг 6. Фильтр.

На данном шаге ЛПР может изменить некоторые исходные условия выбора, например предельное значение стоимости формируемой СИС или нижний порог ее эффективности, удовлетворяющий начальным условиям. Тогда процедурная модель будет выполняться с 3 шага, при этом шаг 7 повторяется без обновления, то есть ЛПР получает сравнительный отчет по предыдущим и настоящим исходным данным.

#### Шаг 6. Вывод набора вариантов.

На данном шаге ЛПР может получить нормированный по критериям и исходным условиям выбора набор вариантов состава СИС, удовлетворяющий начальным условиям.

### Список литературы

1. Анализ эффективности функционирования сложных систем [Текст] / В. Е. Кривоножко, А. И. Пропой, Р. В. Сеньков, И. В. Родченков, П. М. Анохин // Автоматизация проектирования. – 1999. – № 1. – С. 2–7.
2. Лопатников, Л. И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки [Текст] / Л. И. Лопатников. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2003. – 520 с.
3. Моргунов, Е. П. Многомерная классификация сложных объектов на основе оценки их эффективности [Текст] / Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова // Вестник НИИ СУВПТ: сб. науч. тр. / Под общ. ред. проф. Н. В. Василенко. – Красноярск, 2003. – Вып. 14. – С. 222–240.
4. Надежность и эффективность в технике [Текст]: справочник / Ред. совет: В. С. Авдеевский (пред.) и др. В 10 т. Т. 1. Методология. Организация. Терминология / Под ред. А. И. Рембезы. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.
5. Росин, М. Ф. Статистическая динамика и теория эффективности систем управления [Текст] / М. Ф. Росин, В. С. Булыгин. – М.: Машиностроение, 1980. – 312 с.
6. Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник: учеб. пособие [Текст] / Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
7. Charnes, A. Measuring the Efficiency of Decision Making Units [Text] / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European Journal of Operational Research. – 1978. – Vol. 2. – P. 429–444.
8. Cook, W. D. Hierarchies and Groups in DEA [Text] / W. D. Cook, D. Chai, J. Doyle, R. Green // Journal of Productivity Analysis. – 1998. – Vol. 10. – P. 177–198.
9. Data Envelopment Analysis [Text]: Theory, Methodology, and Application / A. Charnes, W. W. Cooper, A. Y. Lewin, L. M. Seiford. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 1994. – 513 p.
10. Farrell, M. J. The Measurement of Productive Efficiency [Text] / M. J. Farrell // Journal of The Royal Statistical Society, Series A (General), Part III. – 1957. – Vol. 120. – P. 253–281.

**СЕКЦИЯ №21.  
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)**

## ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД

### Январь 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные вопросы технических наук в современных условиях**», г.Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2016г.

### Февраль 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом**», г.Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2016г.

### Март 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения**», г.Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2016г.

### Апрель 2016г.

III Международная межвузовская научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы науки и техники**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2016г.

### Май 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2016г.

### Июнь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2016г.

### Июль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2016г.

### Август 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2016г.

### Сентябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2016г.

### Октябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2016г.

**Ноябрь 2016г.**

III Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**»,  
**г.Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2016г.

**Декабрь 2016г.**

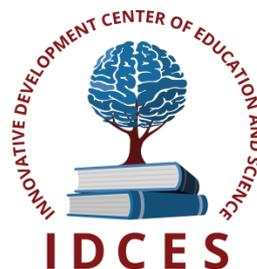
III Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**»,  
**г.Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2017г.

**С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки [www.izron.ru](http://www.izron.ru) (раздел «Технические науки»).**

**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**Вопросы технических наук: новые подходы в решении  
актуальных проблем**

**Выпуск III**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(11 июня 2016г.)**

**г. Казань  
2016 г.**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.06.2016.  
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 16,0.  
Тираж 250 экз. Заказ № 67.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»  
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58