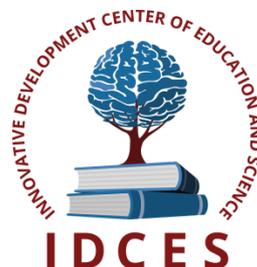


**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**Актуальные проблемы технических наук в России и за  
рубежом**

**Выпуск III**

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

**г. Новосибирск  
2016 г.**

**Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом,** / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. **г.Новосибирск,** 2016. 187 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 Ключева 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 **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом», г.Новосибирск** 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).
---

## Оглавление

<b>СЕКЦИЯ №1.</b>	
<b>ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01) .....</b>	<b>7</b>
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН	
Тимофеев В.Н. ....	7
ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТИПОВОГО ВАРИАНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Евгеньев Г.Б. ....	9
<b>СЕКЦИЯ №2.</b>	
<b>ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00) ..</b>	<b>15</b>
ПРОГРАММА РАНЖИРОВАНИЯ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
Ашнокова З.С., Петров В.И. ....	15
<b>СЕКЦИЯ №3.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00).....</b>	<b>18</b>
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК СОЕДИНЕНИЙ $A^3B^5$ НА $Si$ , ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО НАПЫЛЕНИЯ	
Девицкий О.В., Сысоев И.А. ....	18
<b>СЕКЦИЯ №4.</b>	
<b>МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00) .....</b>	<b>20</b>
АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕТОНАЦИЙ В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	
Ильин П.Н., Толстов М.С., Тобоев В.А. ....	20
ПОСТРОЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА	
Кошечкин А.А., Лапиков А.Л., Масюк В.М. ....	23
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРИСТАВНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ	
Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М. ....	29
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ АГРЕГАТОВ	
Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А. ....	31
ФОРМИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ОХЛАДИТЕЛЯ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА В ПОДКАПОТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	
Попов К.С., Юнусов А.Ф., Жернова А.П. ....	33
<b>СЕКЦИЯ №5.</b>	
<b>ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00) .....</b>	<b>36</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПАРОТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЫСОКОВЯЗКИЕ НЕФТЯНЫЕ ПЛАСТЫ	
Петухова С.Ю., Кыдырханов И.И. ....	36
ОБЗОР МЕТОДА ПОДБОРА АККУМУЛЯТОРОВ В БАТАРЕЮ ПО ВНУТРЕННЕМУ СОПРОТИВЛЕНИЮ	
Чупин Д.П. ....	40
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ДЛЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
Николаев А.А. ....	43
ТЕРМИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР НАГРЕВА МЕТАЛЛА ТРУБ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕЙ	
Тырникова Ю.В., Зажигаева К.В. ....	47
УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕАКТОРОВ ПО КРИТЕРИЮ РАДИАЦИОННОГО ОХРУПЧИВАНИЯ	
Постников Н.Н., Постников Д.Н. ....	51
<b>СЕКЦИЯ №6.</b>	
<b>ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00) .....</b>	<b>53</b>
РАСЧЕТ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРИКОНТУРНЫХ ПОРОДАХ ВОКРУГ ВЫРАБОТКИ С АНКЕРНОЙ КРЕПЬЮ	
Демин В.Ф., Грачев И.А., Демина Т.В., Стефлюк Ю.Ю. ....	53

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОМПОНОВКИ ДЛЯ БУРЕНИЯ НАКЛОННО НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН Гречин Е.Г., Пашков Э.В., Зыкова В.К. ....	59
<b>СЕКЦИЯ №7.</b>	
<b>МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00) .....</b>	<b>62</b>
ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРУПКИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТЛИВОК НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ Гатитулин М.Н., Карякин Д.А., Шипулин А.С. ....	62
К ВОПРОСУ О ПРАВКЕ ЛИСТА НА СЕМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ Шинкин В.Н. ....	64
<b>СЕКЦИЯ №8.</b>	
<b>ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00) .....</b>	<b>71</b>
КОНСТРУКТОРСКОЕ РЕШЕНИЕ СНИЖЕНИЯ ПЕРЕУПЛОТНЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ГРУНТОВ Евдокимов В.Г., Рыбаков С.А., Кузнецов Е.Е. ....	71
РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА СТУДЕНТОВ – УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА Жужгова Ю.Е. ....	73
УЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ Шатманов О.Т., Эсеналиев Т.Б., Жанбирова Ж.Г., Турсымбекова З.Ж. ....	76
<b>СЕКЦИЯ №9.</b>	
<b>АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10) .....</b>	<b>79</b>
<b>СЕКЦИЯ №10.</b>	
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00) .....</b>	<b>80</b>
АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ АСПЕКТЫ СКАТНЫХ КРЫШ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ Сауд Я., Коренькова Г.В. ....	80
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ Зверева М.А., Лучко И.И. ....	82
ДЕРЕВЯННО-КАРКАСНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ КАК ВАРИАНТ МАЛОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ Дамдинова Д.Р., Ломова Н.М., Лыкшитов К.Б., Баторова И.Ю. ....	84
К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ АРМОФИБРОКАУТОНА ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ Поликутин А.Э., Левченко А.В., Нгуен Фан Зуй, Зябухин П.А., Мыльцев К.И. ....	91
КАРКАСНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ В РОССИИ Лосева Ю.В., Заморов А.А., Ковалёв А.В. ....	96
ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ЗДАНИЯХ ИННОВАЦИОННОГО НАПРАВЛЕНИЯ. ПОЗИЦИЯ АРХИТЕКТОРА Хрусталева Д.А. ....	98
ПРЕИМУЩЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ФИБРОБЕТОНОВ Хачатурян Ф.А., Ковалев А.В., Канцуров А.С. ....	100
СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Гончаров Р.Д. ....	102
СТЫКИ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН, ИХ ДЕФЕКТЫ И СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ Плевков В.С., Гончаров М.Е., Фомичева И.Ю., Лунева К.С. ....	103
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ Лезина Е.П. ....	106
<b>СЕКЦИЯ №11.</b>	
<b>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00) .....</b>	<b>108</b>
ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ МЕДНОГО ЭЛЕКТРОДА МЕТАЛЛАМИ ПЕРЕХОДНОГО РЯДА И БАРИЕМА НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОВЫДЕЛЕНИЯ КАЛЬЦИЯ Мурзагалиев А.Н., Щербинина О.Н., Закирова С.М. ....	108
ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ МЕТАЛЛА ЭЛЕКТРОДА НА КИНЕТИКУ ЭЛЕКТРОВЫДЕЛЕНИЯ КАЛЬЦИЯ ИЗ РАЗБАВЛЕННОГО АПРОТОННОГО РАСТВОРА Мурзагалиев А.Н., Щербинина О.Н. ....	111

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ МЕЛАССЫ - ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОДУКТА Провоторова М.А., Никулина Н.С., Никулин С.С., Кириков Б.В. ....	114
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ВОВЛЕЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АСФАЛТО-СМОЛИСТЫХ ПАРАФИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ Елашева О.М., Смирнова Л.Н. ....	116
<b>СЕКЦИЯ №12.</b>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00) .....</b>	<b>118</b>
БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ МУЧНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ АМАРАНТОВОЙ МУКИ Никитин И.А., Пыресева А.И., Кулаков В.Г., Коровина Е.С. ....	118
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ИЗ РАЗНЫХ ВИДОВ МУКИ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР НА BIOTEХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЦИДОФИЛЬНОЙ ЗАКВАСКИ Невская Е.В., Цыганова Т.Б., Быковченко Т.В., Головачева О.В. ....	121
КАРТОФЕЛЬ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ Колошеин Д.В., Борычев С.Н., Чесноков Р.А., Васютин И.С., Крюнчакина А.Д. ....	124
<b>СЕКЦИЯ №13.</b>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00) .....</b>	<b>126</b>
<b>СЕКЦИЯ №14.</b>	
<b>ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00) .....</b>	<b>127</b>
ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ Мелентьев В.С., Обухова Т.С., Левина К.Д., Сусова Е.А. ....	127
<b>СЕКЦИЯ №15.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....</b>	<b>130</b>
АЛГОРИТМ РАСЧЕТА НАЧАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ И РАЗДЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ СОБСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ Кондрашова Ю.Н., Газизова О.В., Митюшев А.А., Николаев А.А. ....	130
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ВЫХОДЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С НАГРУЗКОЙ НА РАЗДЕЛЬНУЮ С ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ РАБОТУ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РЕСИНХРОНИЗАЦИЕЙ Сагадатов Т.Р., Газизова О.В., Малафеев А.В., Кондрашова Ю.Н. ....	135
ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПИТАЮЩИХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УЗЛА Газизова О.В., Абдулхаликова А.А., Дубина И.А. ....	139
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ С ВЕКТОРНЫМ ПРИНЦИПОМ УПРАВЛЕНИЯ ВЫХОДНОЙ ЧАСТОТЫ И НАПРЯЖЕНИЯ Юшков И.С., Бобров М.А., Архипов А.Н. ....	142
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКА СТАТОРА В СИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ БЕЗДАТЧИКОВЫХ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ Гуляев И.В., Бобров М.А., Юшков И.С., Архипов А.Н. ....	145
<b>СЕКЦИЯ №16.</b>	
<b>БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00) .....</b>	<b>148</b>
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ Шатманов О.Т., Каримов Т.Х., Жанбирова Ж.Г., Турсымбекова З.Ж. ....	148
К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, ИСПОЛЗУЮЩИХ ОБОРУДОВАНИЕ, РАБОТАЮЩЕЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ БОЛЕЕ 0,07 МПА ИЛИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ НАГРЕВА ВОДЫ БОЛЕЕ 115 °С Белов Д.А., Логвин Я.В., Есин М.Е., Осипов В.А. ....	151
НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ - ПРОБЛЕМА СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ Хизов А.В. ....	156
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДОЙ ГОРОДОВ И СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ Шатманов О.Т., Каримов Т.Х., Жанбирова Ж.Г., Турсымбекова З.Ж. ....	158

<b>СЕКЦИЯ №17.</b>	
<b>ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12) .....</b>	<b>162</b>
<b>СЕКЦИЯ №18.</b>	
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23) .....</b>	<b>162</b>
<b>СЕКЦИЯ №19.</b>	
<b>НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08) .....</b>	<b>162</b>
<b>ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ОБОЛОЧКИ НА СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦАХ НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ</b>	
<b>ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ</b>	
Богомолова О.Ю., Данилаев М.П. ....	162
<b>ЭЛАСТИЧНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОНТАКТЫ ДЛЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ДИСПЛЕЕВ</b>	
Шубин Н.Е. ....	162
<b>СЕКЦИЯ №20.</b>	
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05) .....</b>	<b>170</b>
<b>АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АВИАПЕРЕВОЗКАХ</b>	
Дауренбеков К.К., Даутбаева А.О., Дайрабеккызы Ж. ....	170
<b>АРХИТЕКТУРА ИСКУССТВЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТ-ПОМОЩНИКОВ И МЕГАИНТЕРНЕТ</b>	
Рязанова А.А., Щербиков А.Ю. ....	172
<b>КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ КАК ФАКТОР НОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ</b>	
Сухорослова Ю.В., Исаев А.А., Французова В.В. ....	175
<b>ОПИСАНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК</b>	
<b>ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИС</b>	
Кириленко Д.А. ....	179
<b>ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ</b>	
<b>СЛОЖНЫХ СИСТЕМ</b>	
Денисов А.И., Древис Ю.Г., Сводцев А.К. ....	181
<b>СЕКЦИЯ №21.</b>	
<b>МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08) .....</b>	<b>184</b>
<b>ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД .....</b>	<b>185</b>

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

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

**Тимофеев В.Н.**

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), г.Москва

Тенденции современного образования таковы, что крупные университеты, традиционно являясь базой высшего и послевузовского профессионального образования, приобретают и новые функции, в том числе развитие ресурсной базы образования (всех уровней), включая разработку методического обеспечения учебного процесса и подготовку кадров для работы с новыми образовательными технологиями. Уровень развития общества в последние десятилетия, его информационно-технологическая база, развитие компьютерной техники дали толчок поиску и развитию новых технологий в преподавании графических дисциплин, и открыли качественно новые возможности для преподавателей и студентов.

Кафедра компьютерного моделирования и аддитивных технологий МАМИ ведет подготовку будущих бакалавров по специальностям и направлениям машиностроительного профиля. Чтобы подготовить студента к инженерно-конструкторской деятельности, необходимо уделять особое внимание развитию технических способностей и пространственному воображению. Повышенные требования к выпускникам технических вузов сделали необходимым ввести в курс «Инженерная графика» использование современных программ проектирования, таких как AUTOCAD, Autodesk Inventor, КОМПАС-3D, TEFLEX. При выборе в качестве базовых данных программных продуктов, решающую роль сыграл процесс присоединения ряда московских вузов к университету машиностроения, а также учитывались следующие требования: востребованность в профессиональной деятельности, возможность приобретения (получения) для учебного процесса, соответствие ГОСам и другим нормативным документам. Кафедра принимает студентов первого курса и обеспечивает выполнение начального этапа сквозной компьютерной подготовки, которая начинается с общетехнических кафедр и заканчивается выпускающими кафедрами на старших курсах. Для практической реализации этих целей на кафедре используются компьютерные аудитории, оснащенные современными компьютерами с лицензионными программными продуктами и мультимедийными проекторами. Причем компьютер мы рассматриваем как чертежный инструмент, который имеет большие возможности помочь студенту преодолеть трудности усвоения разделов курса начертательной геометрии и инженерной графики.

Приоритетным направлением в научно-методической работе кафедры является усовершенствование учебного процесса на базе новых образовательных технологий, предусматривающих повышение эффективности самостоятельной работы студентов. В этом направлении кафедра проводит большую работу: издаются рабочие тетради и учебные пособия к выполнению графических работ, разрабатывается система контроля знаний студентов.

Вместе с тем, сокращение часов на курс начертательной геометрии в соответствии с ФГОС-3 и снижение общеобразовательного уровня поступающих в вузы, заставляет изыскивать резервы организационного порядка. В настоящее время при подготовке специалистов мы стремимся переместить акценты с аудиторной нагрузки на внеаудиторную мотивированную самостоятельную работу студентов по закреплению знаний, полученных на лекциях и практических занятиях.

Самостоятельные мотивированные занятия студентов начертательной геометрией позволяют разрешить трудности восприятия и закрепления знаний основных положений дисциплины по краткому лекционному и практическому курсу, способствуют развитию пространственного мышления, освоению навыков чтения чертежей и приобретению компетенций в соответствии с образовательным стандартом.

Мотивацией в данном случае может служить тестовый контроль, проводимый по завершению изложения определенного объема материала рабочей программы, результаты которого будут использоваться для последующей аттестации студента в течение семестра.

Для этой цели преподавателями кафедры разработан тренажер по курсу начертательной геометрии, являющийся одной из составных частей инженерно-графической подготовки, содержащий тестовые задачи, охватывающие практически все темы рабочей программы подготовки бакалавров и магистров машиностроительных специальностей технических вузов. Содержание тренажера таково, что каждому разделу

тестовых задач предшествует краткое изложение теории вопроса, обеспечивающее целенаправленное запоминание студентом основных положений теории начертательной геометрии, закрепляемое последующим решением массива тестовых задач. Тестирование проводится в компьютерной аудитории при проведении практических занятий. Использование тренажера в процессе обучения начертательной геометрии позволяет студентам самостоятельно изучать любую недостаточно усвоенную тему.

В первом семестре студенты параллельно с изучением дисциплины «Начертательная геометрия» изучают основы работы в графических системах с отработкой основных команд в аудитории и на домашних компьютерах. При чтении лекций по графическим дисциплинам используются электронные презентации формата Microsoft Power Point, состоящие из набора слайдов. Основой таких лекций является набор электронных слайдов, передающий на экран всю графическую информацию. Студентам интересны наглядные красочные изображения, они осваивают материал быстрее и лучше запоминают содержание. При изложении материала с помощью электронной презентации время лекции и практического занятия используется эффективно. Преподавателю не надо изображать решение какой-либо задачи у доски, ведь всю последовательность решения размещена на отдельных слайдах с использованием анимации. В процессе обучения студенты выполняют задания на геометрические построения сначала в системе AutoCAD и КОМПАС, а затем в полноформатных системах профессионального уровня. При этом студенты осваивают азы компьютерной 2D и 3D графики. Учебный процесс построен таким образом, что к концу семестра студенты на компьютере решают задачи и выполняют домашние задания по начертательной геометрии и инженерной графике. Умение работать в графических редакторах и выполнение различных заданий с использованием персонального компьютера прививает навыки самостоятельной учебной деятельности студента.

Кроме этого, для всех студентов первого курса введена новая дисциплина «Проектная деятельность». Студенты, обучающиеся по различным направлениям подготовки, участвуют в разработке реальных проектов с использованием компьютерных технологий создания технической документации на выпуск изделия. Зачет по этой дисциплине студенты сдают по итогам выполнения проектов. Актуальность овладения основами проектирования обусловлена, во-первых, тем, что данная технология имеет широкую область применения на всех уровнях организации системы образования. Во-вторых, владение логикой и технологией проектирования позволит более эффективно осуществлять аналитические, организационно-управленческие функции. В-третьих, проектные технологии обеспечивают конкурентоспособность специалиста. Развитие творческих способностей и смещение акцента от инструментального подхода к технологическому происходит благодаря необходимости осмысленного выбора инструментария и планирования деятельности для достижения лучшего результата. Формирование чувства ответственности происходит подсознательно: студент стремится доказать, в первую очередь, самому себе, что он сделал правильный выбор. Следует отметить, что стремление самоутвердиться является главным фактором эффективности проектной деятельности. При решении практических задач естественным образом возникают отношения сотрудничества с педагогом, так как задача представляет содержательный интерес и стимулирует стремление к эффективному решению. Особенно ярко это проявляется на тех задачах, которые сумел сформулировать сам студент.

Во втором семестре, студенты изучают дисциплины: «Инженерная графика», «Компьютерная графика», «Геометрическое моделирование». Студенты разрабатывают геометрические модели и выполняют рабочие чертежи деталей и сборочных единиц по этим моделям. Задания подобраны таким образом, что позволяют освоить и компьютерный графический программный продукт, и классический компонент графической деятельности.

Начиная с третьего семестра, студенты выполняют курсовую работу по дисциплине «Инженерная графика» с использованием программ геометрического моделирования, таких как Autodesk Inventor и КОМПАС-3D. Применение программного продукта осуществляется по рекомендациям профилирующей кафедры соответствующей специальности. На сегодняшний день фирма Autodesk (Inventor) предлагает преподавателям и студентам бесплатные полнофункциональные версии, как для учебного процесса, так и для установки на личных компьютерах дома. В курсовом проекте студенту выдается задание: по сборочному чертежу выполнить геометрические модели деталей и разработать рабочие чертежи. Кроме этого требуется выполнить виртуальную сборку компонентов, сборочный чертеж и спецификацию.

Не менее важной является задача дальнейшего использования полученных знаний, поскольку конечной целью являются профессиональные навыки, приобретенные студентами в процессе обучения. На старших курсах студенты выполняют графические работы в сочетании с прочностными расчетами и знакомятся с программами, имеющими в своем составе элементы САПР. Работают в различных научно-исследовательских лабораториях университета. Наряду с обучением, проводится целенаправленная совместная компьютерная подготовка

студентов для участия в национальном чемпионате сквозных рабочих профессий высокотехнологичных отраслей промышленности по методике WorldSkills в номинации «Инженерный дизайн CAD (САПР)».

## ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТИПОВОГО ВАРИАНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Евгеньев Г.Б.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г.Москва

Важным направлением дальнейшего совершенствования методов и средств автоматизации проектирования является интеллектуализация систем, основанная на знаниях. Эта методология может широко использоваться в случае типового вариантного проектирования изделий. При типовом вариантном проектировании сборочные единицы создаются из определенного набора узлов и деталей, для проектирования которых используются известные методы. Этот метод применяется, например, для проектирования различных приводов. Использование интеллектуальных систем позволяет сократить трудоемкость и себестоимость процесса за счет повышения уровня автоматизации вплоть до полуавтоматического, а также улучшить качество за счет использования апробированных баз знаний.

Для интеллектуализации проектирования возможны два подхода. Можно встраивать элементы искусственного интеллекта в CAD-систему. По такому направлению, например, идет SolidWorks. Другое направление, описываемое в настоящей статье, заключается в использовании геометрических баз знаний в форме параметризованных геометрических образов, сформированных с помощью CAD-систем, в виде правил в составе производственных баз знаний. Именно таким образом возможно создание полуавтоматических систем проектирования.

На Рисунке 1 представлена общая функциональная схема такой системы в стандарте IDEF0. На входе интеллектуальной системы проектирования и конструирования изделий имеется формализованное техническое задание. В результате работы системы генерируется конструкторская документация в стандарте ЕСКД, а также компьютерные модели, например, в формате 3D.

В качестве механизмов используются программные средства, обеспечивающие генерацию символьных и геометрических знаний. Символьные знания формируются с помощью системы экспертного программирования SprutExPro [1, 2, 3]. Система экспертного программирования позволяет непрограммирующему пользователю описывать свои знания на так называемом языке «деловой прозы», максимально приближенном к литературному языку, с автоматической генерацией программных средств на одном из языков программирования. Геометрические знания в форме параметризованных образов формируются в одной из CAD-систем, а за тем подключаются в производственные базы знаний, генерируемые в SprutExPro.

Процессом управляет разработчик, отвечая на вопросы, задаваемые системой. Более подробно это описано ниже.

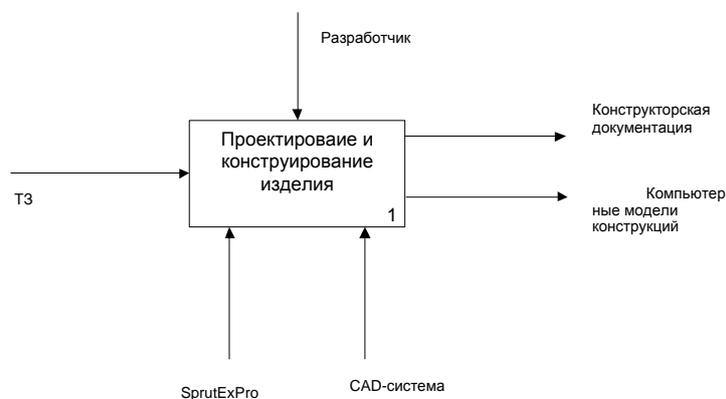


Рис.1. Функциональная схема полуавтоматической системы

На Рисунке 2 с использованием языка UML приведена диаграмма прецедентов, поясняющая функционирование системы. В работе системы участвуют два лица «Заказчик» и «Разработчик». Заказчик с участием разработчика создает техническое задание. На основе этого задания разработчик с помощью интеллектуальной системы выполняет функции расчетчика и конструктора, генерируя необходимую документацию и модели. Полученные 3D модели могут использоваться для изготовления спроектированного изделия с помощью 3D принтера. При использовании принтеров, способных печатать с применением металлических порошков, изделие изготавливается в металле.

На Рисунке 3 приведена диаграмма компонентов системы полуавтоматического проектирования на языке UML. Диаграмма компонентов это статическая структурная диаграмма, показывающая разбиение программной системы на структурные компоненты и связи (зависимости) между компонентами. В качестве физических компонентов могут выступать файлы, библиотеки, модули, исполняемые файлы, пакеты и т.п.

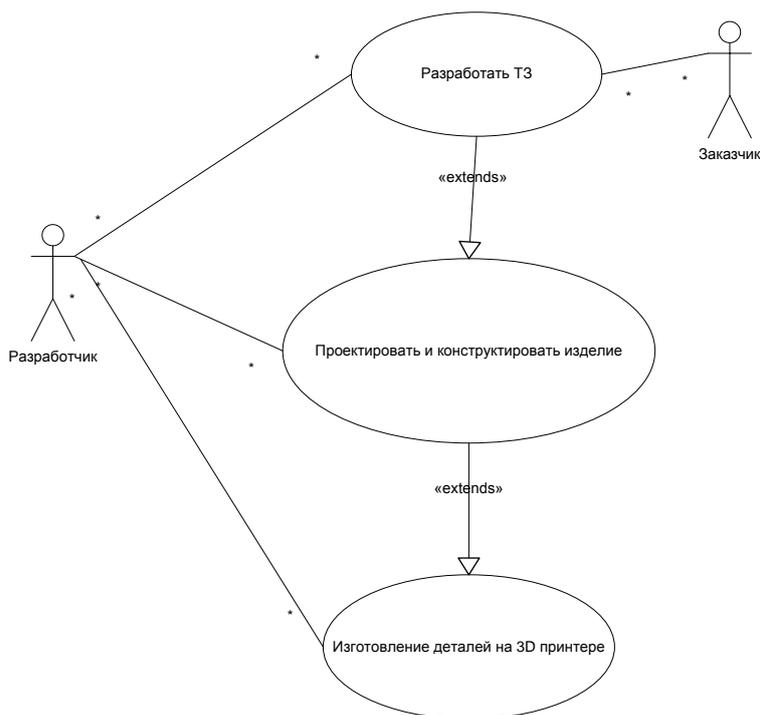


Рис.2. Диаграмма прецедентов на языке UML

Компоненты связываются через зависимости, когда соединяется требуемый интерфейс одного компонента с имеющимся интерфейсом другого компонента. Таким образом иллюстрируются отношения клиент-источник между двумя компонентами.

Зависимость показывает, что один компонент предоставляет сервис, необходимый другому компоненту. Зависимость изображается стрелкой от интерфейса или порта клиента к импортируемому интерфейсу.

Центральным компонентом является ядро системы, с которым связан интерфейс с пользователем. Ядро системы связано с модулем проектирования, выполняющим функции САЕ-системы, и с модулем конструирования, выполняющим функции САД-системы (Рисунок 3).

Базовой методологией создания системы выбрана многоагентная методология [1]. В качестве агентов рассматриваются модифицированные классы объектов UML. В отличие от UML атрибуты классов объектов делятся на три категории: экспортируемые, импортируемые и внутренние. Агенты оперативно обмениваются информацией, расположенной в экспортируемых и импортируемых атрибутах. Помимо этого, в качестве методов классов объектов используются продукционные базы знаний.

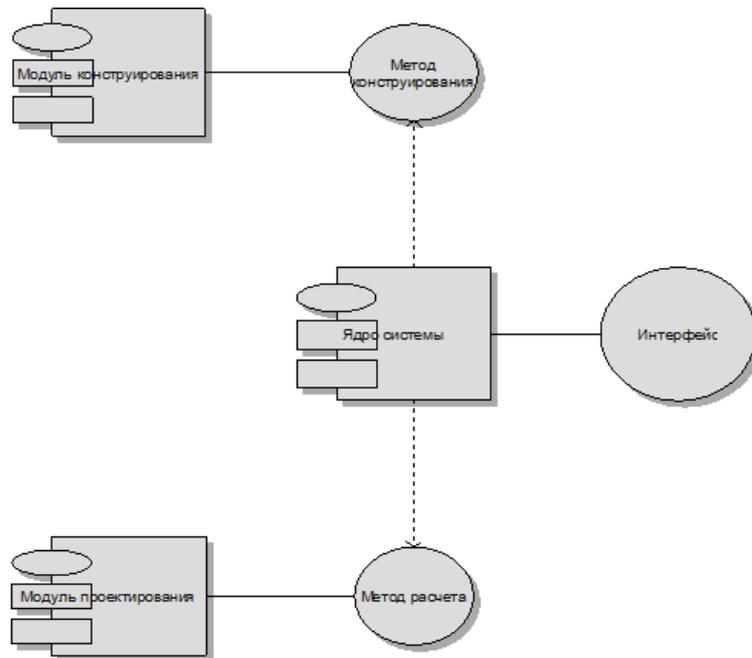


Рис.3. Диаграмма компонентов системы на языке UML

В этой связи на этапе концептуального проектирования системы разрабатываются UML диаграммы классов объектов, которые затем превращаются в рабочие программы с помощью инструментальной системы SprutX [3].

На Рисунке 4 представлена корневая диаграмма классов простого изделия «Редуктор двухступенчатый», на примере которого будет продемонстрированы элементы создания и функционирования полуавтоматической системы проектирования.

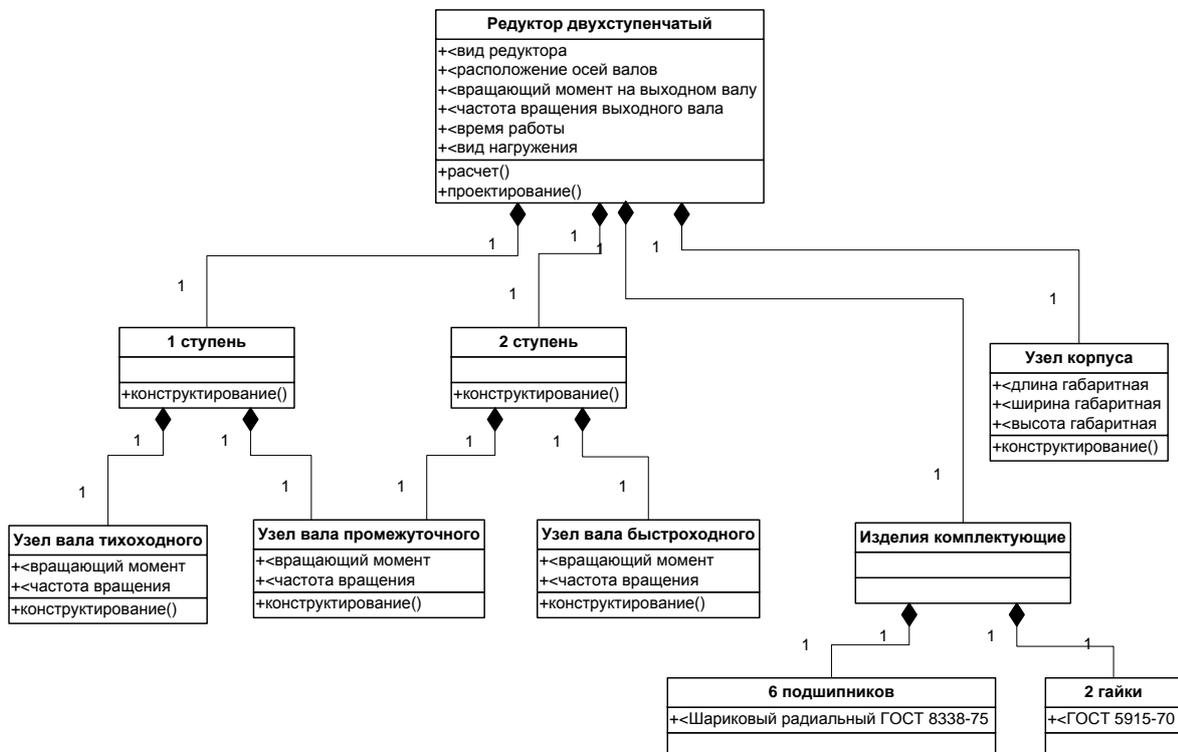


Рис.4. Диаграмма классов проектируемого объекта на языке UML

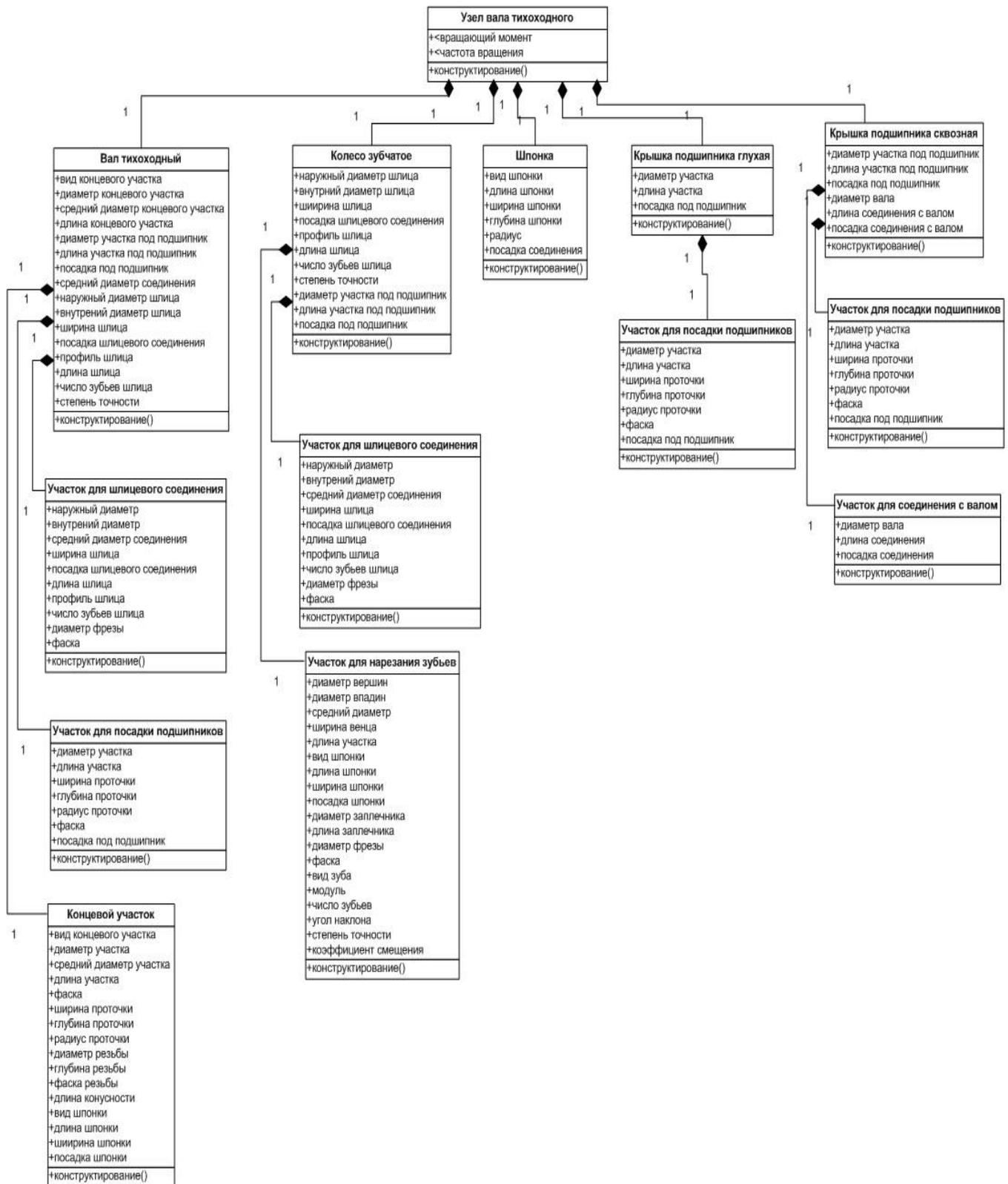


Рис.5. Диаграмма классов узла проектируемого объекта на языке UML

Проектируемый класс объектов имеет набор атрибутов, импортируемых из технического задания: вид редуктора, расположение осей валов, вращающий момент на выходном валу, частота вращения выходного вала, время работы и вид нагружения (Рисунок 4). В качестве методов используются базы знаний расчетов и проектирования редукторов. Редуктор состоит из 1-й и 2-й ступеней, узла корпуса и изделий комплектующих. В состав ступеней входят узлы валов тихоходного, промежуточного и быстроходного. Методами перечисленных классов объектов являются соответствующие базы знаний конструирования. Комплектующие изделия выбираются из баз данных.

На Рисунке 5 приведена диаграмма классов узла тихоходного, доведенная до технорабочего уровня. На ней представлены все детали и их элементы с полным набором атрибутов, обеспечивающих генерацию чертежей и 3D моделей деталей.

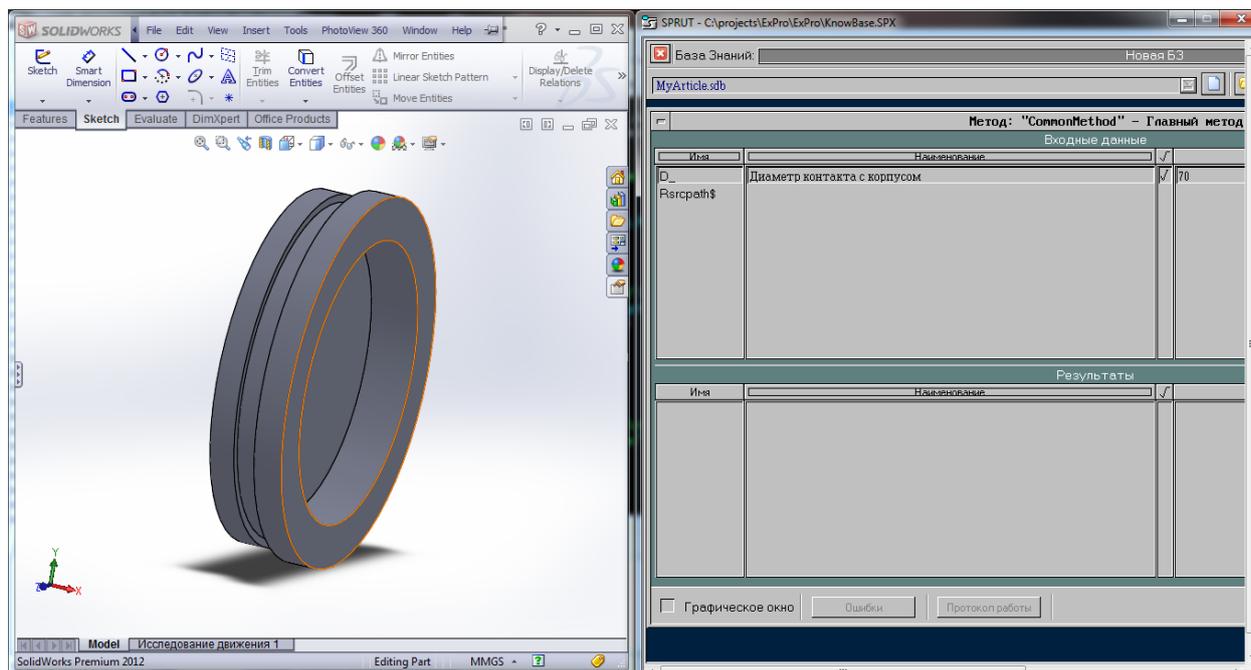


Рис.6. Модуль SprutExPro с геометрическими знаниями

Интерфейс модуля базы знаний в системе SprutExPro, обеспечивающий генерацию 3D модели глухой крышки подшипника представлен на рис.6. В качестве CAD системы здесь использовался SolidWorks. Метод создания таких модулей описан в работе [4].

На Рисунке 7 приведена схема интерфейса при функционировании полуавтоматической системы в процессе проектирования одноступенчатого редуктора.

На входе в систему имеется техническое задание, которое формируется с использованием соответствующего окна. Имеется возможность формирования технических заданий разного состава. На Рисунке 7 приведен вариант простого задания, включающего величины момента, вращающего на выходном валу в Нм, частоты вращения на выходе в об/мин, ресурса передачи в часах и количестве изделий.

Управление процессом проектирования осуществляется с помощью ответов на вопросы с заданной номенклатурой вариантов значений, выводимых базой знаний. В окне первого вопроса (пряжок на рисунке слева на право и сверху вниз) разработчику представляется возможность выбора электродвигателя для привода. Приведено подмножество электродвигателей из базы данных, способных обеспечить выполнение технического задания по мощности и частоте вращения. Во втором вопросе предлагается выбрать вид зуба колес (прямой, косой или шевронный). Следующие вопросы связаны с выбором термообработки и материалов шестерни и колеса. Заключительные два вопроса позволяют уточнить значения свойств материалов шестерни и колеса.

После ответов на все вопросы интеллектуальная система производит все необходимые расчеты и генерацию документации и 3D модели. Если в результате ответов на вопросы нарушаются какие-либо ограничения, встроенные в базу знаний, интеллектуальная система выдает отказ с объяснением причин.

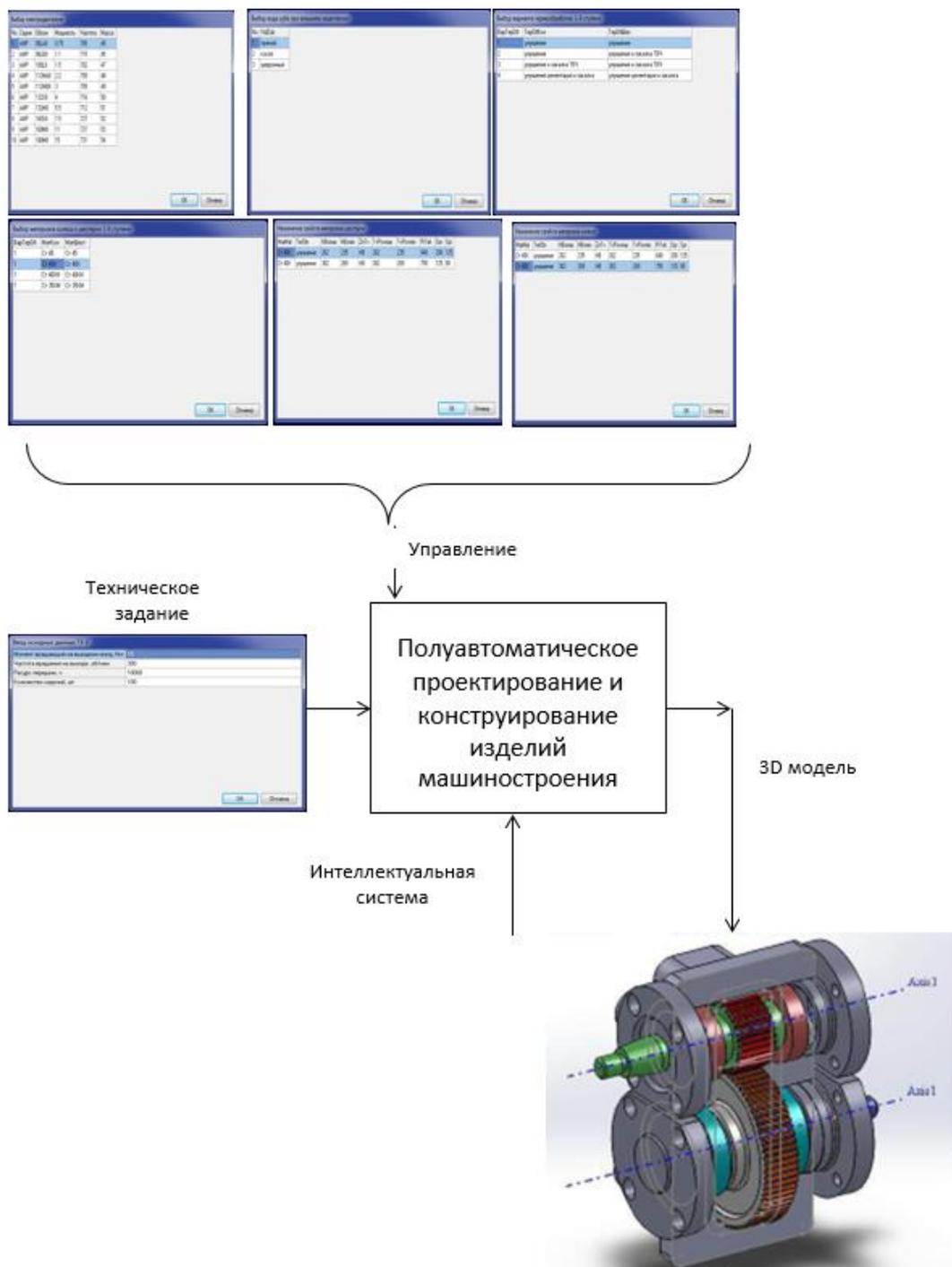


Рис.7. Схема функционирования полуавтоматической системы

Таким образом, разработана и реализована методология и необходимые программные средства, позволяющие создавать полуавтоматические системы типового вариантного проектирования изделий машиностроения.

#### Список литературы

1. Евгений Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования: учеб. пособие / Г.Б. Евгений. – 2-е изд., доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 410 с.
2. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учебное пособие: в 2 т. / [Г.Б. Евгений и др.]; под ред. Г.Б. Евгеньева. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.
3. Интернет ресурс [www.sprut.ru](http://www.sprut.ru)

4. Евгеньев Г.Б., Кокорев А.А., Пиримяшкин М.В. Интеллектуальные системы полуавтоматического проектирования и быстрого прототипирования изделий машиностроения // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) #9 (18). 2015. | ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. С. 19-25.

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

### **ПРОГРАММА РАНЖИРОВАНИЯ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Ашнокова З.С., Петров В.И.**

МГТУ ГА, РФ, г.Москва

Цель работы.

Разработка программы ранжирования рисков информационной безопасности с применением качественного определения величины риска.

Актуальность и причины темы исследования.

Зачем ранжировать риски? Чтобы вложенные средства не пропали зря, а дело приносило прибыль необходимо заранее быть готовым к угрозам и к их последствиям. [1] Решению именно таких проблем посвящена разработка программы «Ранжирование рисков информационной безопасности», значимость которой будет определена следующим функционалом:

- наглядная оценка величины рисков и их ранжирование;
- возможность изменения критериев оценивания и получения нового упорядочивания рисков информационной безопасности;
- применение метода качественного определения риска;
- моделирование лабораторного прибора компьютером – доска Гальтона, иллюстрирующая нормальное распределение вероятностей наступления рисков информационной безопасности. [2]

Работа состоит из следующих задач:

1. Моделирование доски Гальтона.

Задача включает в себя следующие пункты:

- иллюстрация нормального распределения вероятностей наступления рисков;
- получение значений вероятностей угроз;
- написание аниматора на языке C#

2. Описание методики оценки рисков.

Задача включает в себя следующие пункты:

- применение метода качественного определения величины рисков ИБ;
- ранжирование рисков ИБ.

Моделирование доски Гальтона.

Одной из функциональных частей программы ранжирования рисков ИБ является моделирование доски Гальтона. Это аниматор лабораторного прибора (Рисунок 1), который нужен в качестве иллюстрации нормального распределения вероятностей наступления рисков ИБ. Интерфейс аниматора изображен на рисунке (Рисунок 2). Будем предполагать, что имеем 6 неких рисков ИБ (на аниматоре они схематично изображены кувшинами). Пользователь далее задает некое количество угроз (изображены как шары). Т.к. у нас нет исходных данных от конкретных фирм по вероятностям таких угроз, и воспользуемся аниматором – получим некую выборку, представляющую с собой необходимое нам на данном этапе распределение угроз. Далее будет кратко описан принцип работы аниматора:

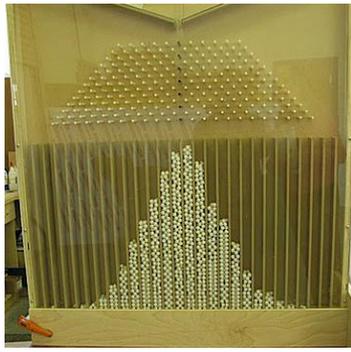


Рис. 1. Лабораторный прибор – доска Гальтона

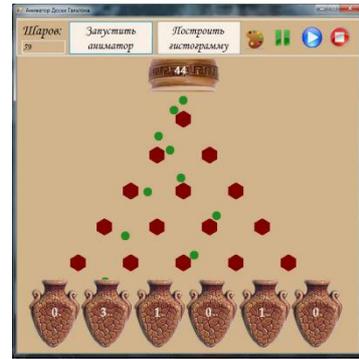


Рис.2. Аниматор доски Гальтона

Формула нормального распределения:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \text{ где}$$

$x$  – случайная величина (время, значение электрического напряжения и т.п.);

$\mu$  – наиболее вероятное значение (математическое ожидание) случайной величины  $x$ ;

$$\mu = \sum_{i=1}^k p(i) * x_i, \text{ где}$$

$k$  - количество ячеек (кувшинов – место, куда падают шары на доске Гальтона);

\* $p(i)$  – вероятность попадания шара в кувшин с номером  $i$ ;

$x_i$  – количество шаров, упавших в кувшин с номером  $i$ ;

$\sigma$  – мера разброса данной случайной величины  $x$ , то есть её отклонения от математического ожидания (измеряется в квадратах единиц измерения случайной величины).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i-m)^2}{k-1}}, \text{ где}$$

$m$  – среднее арифметическое количества шаров по кувшинам

\*  $p(i)$  (вероятность попадания шара в кувшин с номером  $i$ ) является константой.

В итоге мы будем иметь некую выборку – распределение вероятностей угроз. Теперь можно переходить ко второй функциональной части программы – описание методики оценки рисков для их дальнейшего ранжирования.

Описание методики оценки рисков.

Ранжирование рисков – это инструмент, используемый для сравнения и классификации рисков. Задача ранжирования рисков появляется, как правило, при возникновении несоответствия между необходимостью снижения или уменьшения целого ряда рисков с одной стороны, и имеющимися ресурсами – с другой.

Для определения величины рисков и их последующего ранжирования выбран метод качественного определения рисков. Суть этого метода заключается в обследовании рисков с точки зрения их качественных характеристик с тем, чтобы выявить, какие из них более серьезны по размерам возможного ущерба, а какие – менее серьезны, какие более вероятны, какие – менее.

Итак, составим алгоритм работы получения величины риска и соответственно работы программы ранжирования рисков:

$$[\text{Величина риска}] = [\text{Размер ущерба}] \times [\text{Вероятность осуществления сценария инцидента}]$$

Из предыдущего раздела мы имеем составную часть определения величины риска – вероятность его угрозы. Далее задаем величину уязвимости (в программе пользователь выбирает одно из трех значений: низкий, средний или высокий). По предыдущим 2 пунктам определяем вероятность осуществления сценария инцидента с помощью следующей таблицы (Рисунок 3):

Вероятность угрозы (из Шага 1)	Низкая			Средняя			Высокая		
Величина уязвимости (задает пользователь)	Н	С	В	Н	С	В	Н	С	В
Вероятность осуществления сценария инцидента	0	1	2	1	2	3	2	3	4

Рис.3. Определение вероятности осуществления сценария инцидента

Вычисляем значения величины рисков с помощью таблицы (Рисунок 4). Результирующий риск измеряется по шкале от 0 до 20, который может оцениваться по критериям рисков, т.е. сравниваться с максимально допустимым уровнем риска, в качестве которого может быть выбрано, например значение 7. Минимальный уровень риска, равный 0, соответствует очень низкой вероятности инцидента и очень низкому влиянию этого инцидента на бизнес, а максимальный уровень риска, равный 20, соответствует очень высокой вероятности инцидента и очень высокому влиянию на бизнес. Данная шкала рисков также может быть сведена к простому общему рейтингу риска, например: низкий риск: 0-5; средний риск: 6-12; высокий риск: 13-20.

После определения уровня (величины) рисков, их необходимо проранжировать с целью определения приоритетов обработки этих рисков. Этот функционал также поддерживает программа – выводит гистограмму (Рисунок 5) с нашими ранее 6 рисками со значениями.

	Вероятность успешной реализации угрозы (осуществления сценария инцидента)	0 очень маловероятно	1 маловероятно	2 возможно	3 вероятно	4 часто
Качественные уровни ущерба (влияние на бизнес)	1.очень низкое	0	1	2	3	4
	2.низкое	1	2	4	6	8
	3.среднее	2	3	6	9	12
	4.высокое	3	4	8	12	16
	5.очень высокое	4	5	10	15	20

Рис.4. Определение величины риска

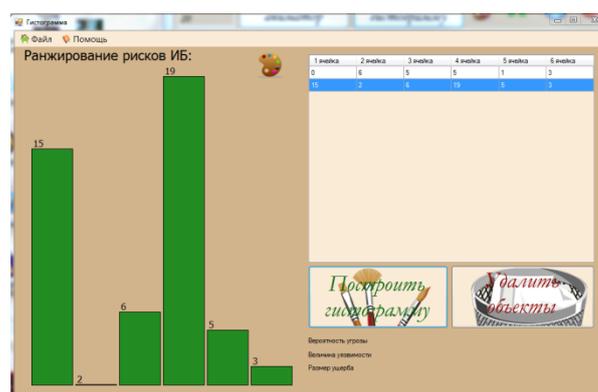


Рис.5. Пример распределения рисков по степени важности обработки

#### Заключение.

В данном отчетном материале был описан функционал программы ранжирования рисков информационной безопасности. Так же в ходе данной работы заключены следующие результаты:

- Ранжирование рисков помогает экономить время и деньги;
- Для ранжирования необходима оценка рисков;
- Программа позволяет добиться необходимой «гибкости» системы рисков, т.е. меняя параметры (вероятности угроз, величины уязвимостей, размеры ущерба) получаем новые распределения рисков по их значениям.

#### Список литературы

1. Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками. М.: ДМК Пресс,2010. – 312 с.
2. Шилдт, Герберт. С# 3.0: руководство для начинающих, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2009. – 688с.: ил. – Парал. тит. англ.

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

#### ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК СОЕДИНЕНИЙ $A^3B^5$ НА Si, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО НАПЫЛЕНИЯ

Девецкий О.В., Сысоев И.А.

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», РФ, г.Ставрополь

Введение. Уже более двадцати пяти лет наиболее актуальной проблемой электроники, а в частности фотовольтаики, остается получение пленок соединений  $A^3B^5$  на кремниевых подложках. Эту проблему отчасти породила конкуренция между достаточно дешевыми и простыми в получении кремниевыми солнечными элементами (далее СЭ) предельные значение эффективности, которых уже достигнуты и каскадными СЭ на основе соединений  $A^3B^5$ , имеющими значительно большую эффективность [1], но в тоже время более высокотехнологичными в получении, использующие значительно более дорогие, чем кремниевые, подложки GaAs. Конечно, как и у тех, так и других СЭ есть некоторое количество присущих только им достоинств и недостатков. По нашему мнению, объединение достоинств этих двух видов СЭ и получение качественно новых СЭ соединений  $A^3B^5$  на кремниевых подложках является одной из наиважнейших задач современной фотовольтаики. Одним из путей решения этой задачи исследования пленок соединений  $A^3B^5$  на кремниевых подложках является создание некоторых технологических решений, направленных на снижение количества дефектов кристаллической структуры на границе пленка  $A^3B^5$  – подложка Si, а также нахождение таких методов получения, которые могли заметно упростить и удешевить процесс синтеза данных пленок без потери качества.

Общеизвестно, что основными проблемами получения слоев соединений  $A^3B^5$  на кремнии является большое рассогласование постоянной решетки (от 0,37 до 4%) и коэффициента термического расширения (КТР) (до 2-2,5 раз). Эти два различия в указанных параметрах порождают возникновение прорастающих дислокаций в эпитаксиальных пленках и как следствие снижение эффективности СЭ на их основе. В то время как влияние решеточного рассогласования можно снизить, получая слои близкие к кремнию (например, слои GaP и  $In_xGa_{1-x}P$ ), влияние разницы КТР пленки и подложки снизить достаточно более проблематично. Добиться снижения количества прорастающих дислокаций при температуре получения пленок является возможным, но после охлаждения их до температуры окружающей среды естественным образом увеличивается. Таким образом, для пленок соединений  $A^3B^5$  на кремниевых подложках в большей степени критичным оказывается большая разница в КТР пленки и подложки. Очевидно, что понижение температуры синтеза будет являться одним из основных путей получения монокристаллических пленок  $A^3B^5$  на Si с низкой плотностью прорастающих дислокаций.

Наиболее перспективным в этом отношении методом, обеспечивающим низкотемпературный синтез тонких пленок  $A^3B^5$  является метод импульсного лазерного напыления (ИЛН). Качество пленок, получаемых методом ИЛН сопоставимо с качеством пленок, синтезируемых методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ), этот факт подтверждается в работе [2]. Немаловажным достоинством метода ИЛН кроме уже перечисленного низкотемпературного синтеза эпитаксиальных пленок является точный контроль толщины напыляемой пленки.

Цель работы: исследование структурных свойств тонких эпитаксиальных пленок GaP на Si, определение влияния времени синтеза на структурные свойства пленок.

Методика эксперимента. Получение GaP/Si структур осуществлялось с применением экспериментального технологического комплекса импульсного лазерного напыления, созданного на базе вакуумной учебно-технологической установки «Varicoat - 430А» и лазера АYG:  $Nd^{3+}$  типа LS-2138. Процесс напыления осуществлялся распылением поликристаллической мишени GaP лазерным излучением второй гармоники АYG:  $Nd^{3+}$  в вакуумной камере. Процесс синтеза проводился условиях высокого вакуума ( $P = 10^{-4}$  Па) с применением метода механической сепарации осаждаемых частиц по скорости.

Влияние условий напыления на структурные свойства пленок GaP исследовалось методами рентгеновской дифрактометрии. Рентгенофазовый анализ образцов проводился на дифрактометре ARL Xtra TermoScientific с использованием  $CuK_\alpha$  излучения.

Результаты и обсуждение. В процессе эксперимента были синтезированы пленки GaP на кремниевых подложках с ориентацией (100) с различным временем напыления. Температура синтеза пленок составляла 250 °С, что является оптимальной температурой для получения монокристаллических пленок GaP [3]. На Рисунке 1 представлены рентгенодифракционные спектры пленок GaP/Si, при различном времени напыления пленки.

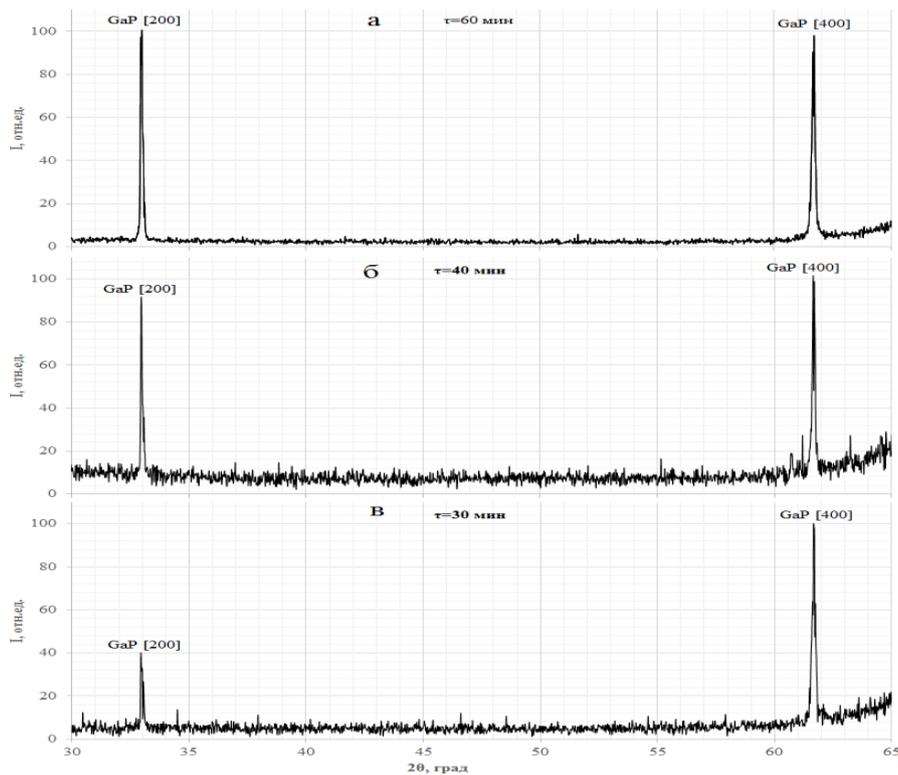


Рис.1. Рентгенодифракционные спектры пленок GaP/Si, при различном времени напыления: а)  $\tau_{\text{нап}}=30$  мин; б)  $\tau_{\text{нап}}=40$  мин; в)  $\tau_{\text{нап}}=60$  мин

Из Рисунка 1 видно, что по мере увеличения времени синтеза, а соответственно и толщины пленок степень их кристалличности увеличивалась. Также по мере увеличения  $\tau_{\text{нап}}$  отмечался сдвиг пиков дифракционного отражения от плоскостей [200] и [400] GaP с  $2\theta = 33,0^\circ$  и  $61,7^\circ$  соответственно для Рисунка 1.а до  $2\theta = 32,94^\circ$  и  $61,68^\circ$  соответственно для Рисунка 1.в. Это в многом объясняется влиянием промежуточного слоя между пленкой и подложкой, во многом накапливающим прорастающих дислокаций. Снижение толщины промежуточного слоя, по нашему мнению, позволит снизить значение плотности прорастающих дислокаций как минимум в разы.

Полуширина дифракционного пика (FWHM) отражения от плоскости [200] равна  $0,1^\circ$ . Исходя из этой величины, по формуле Дебая - Шеррера [4] может быть рассчитан средний размер кристаллита:

$$d = \frac{0,9 \cdot \lambda_{\text{CuK}\alpha}}{\beta \cdot \cos(\theta)},$$

где ( $\lambda_{\text{CuK}\alpha} = 1,54 \text{ \AA}$  - длина волны рентгеновского излучения,  $\beta$  - ширина пика на половине высоты (рад),  $\theta$  - дифракционный угол.

Рассчитанный средний размер кристаллитов  $d$  составляет около 114 нм, по нашему мнению, это значение сопоставимо с реальными размерами кристаллитов GaP (около 100 нм), которые можно получить методом растровой электронной микроскопии. Как следствие, уширение дифракционного пика для пленки GaP является в большей степени влиянием размерного эффекта и в меньшей степени влиянием дефектов кристаллической структуры вблизи границы пленка - подложка.

**Закключение.** Таким образом, в работе проанализированы одни из основных проблем получения пленок  $A^3B^5$  на Si, определены пути их решения. Показано особое значение применения метода ИЛН для низкотемпературного синтез эпитаксиальных пленок соединений  $A^3B^5$  на кремниевых подложках.

Степень кристалличности пленок GaP/Si, увеличивается с увеличением времени их синтеза. Снижение величины плотности прорастающих дислокаций и как следствие кристалличности возможно за счет уменьшения толщины промежуточного слоя между пленкой и подложкой. Полуширина дифракционного пика (FWHM) отражения от плоскости [200] равна  $0,1^\circ$  GaP. Размер кристаллитов составляет около 114 нм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания по проекту №2014/216, код проекта: 2516.

### Список литературы

1. Девицкий О.В., Сысоев Моделирование солнечного элемента на основе гетероструктур  $Al_xGa_{1-x}As - In_xGa_{1-x}As - GaAs$  // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2015. № 3 (48). С. 16-21;
2. Lei Zhao, Jianshe Lian, Yuhua Liu, Qing Jiang. Structural and optical properties of ZnO thin films deposited on quartz glass by pulsed laser deposition// Applied Surface Science 252, 2006. p 8451 – 8455;
3. Девицкий О.В., Сысоев И.А.Получение гетероструктур AlGaAs/GaP/Si методом вакуумной лазерной абляции для перспективных солнечных элементов // Science in the modern information society VII: Proceedings of the Conference. North Charleston, 9 - 10.11.2015, Vol. 2 —North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2015, p. 34-38 p;
4. Румянцева М.Н., Булова М.Н., Чареев Д.А., Рябова Л.И., Акимов Б.А., Архангельский И.В., Гаськов А.М. Синтез и исследование нанокомпозитов на основе полупроводниковых оксидов  $SnO_2$  и  $WO_3$  // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2001. – т. 42. – № 5. – с. 348–355.

## СЕКЦИЯ №4.

### МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

#### АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕТОНАЦИЙ В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

**Ильин П.Н., Толстов М.С., Тобоев В.А.**

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, РФ, г.Чебоксары

В современных автомобилях эффективность работы двигателя достигается совершенствованием рабочего процесса посредством использования электронных систем управления [1-4]. Самый быстрый эффект достигается от обновления программного обеспечения электронных блоков управления за счет применения более эффективных методов обработки и идентификации сигналов, полученных от различных датчиков. Одним из главных воздействий, которое в системах управления задается программно и имеет значительное влияние на эффективные характеристики двигателя внутреннего сгорания (ДВС), является угол опережения зажигания (УОЗ), оптимизация которого обеспечивает выполнение максимальной работы за один рабочий цикл [2,3]. Однако не всегда возможно реализовать оптимальное значение УОЗ вследствие неконтролируемого характера возникающих детонации. Следует также отметить, что текущее значение уровня вибраций при детонации не является его исчерпывающей характеристикой. В связи с этим предлагались различные способы распознавания детонации, в которых анализируется характер протекания (форма сигналов) детонационных процессов в двигателях. Применяемые для этих целей спектрально-корреляционные подходы и различные методы вейвлет-анализа, не дают достаточной информативности при обнаружении детонаций, а также при выработке решающих правил, позволяющих проводить надежную их идентификацию.

Перспективным решением проблемы выявления детонации является анализ акустического шума работающего двигателя. Используемые для этого микрофонные датчики достаточно дешевы, просты в эксплуатации и не требуют установки прямо на корпус двигателя, что защищает их от перегрева. Для эффективного использования акустической диагностики необходимо, чтобы полезная информация была должным образом извлечена из общего акустического шума, работающего ДВС. Основные трудности, возникающие при решении этой задачи, связаны со следующими факторами: существенной нестабильностью процесса детонационного сгорания в последовательных рабочих циклах, что обусловлено самой природой детонационного сгорания; высоким маскирующим уровнем шума двигателя, величина которого сильно зависит от конкретного экземпляра двигателя, флуктуирует во времени и различна для разных цилиндров двигателя; уровень акустического шума имеет составляющие, носящие случайный характер и имеющие в своем спектре частоты, характерные для детонации.

В данной работе для обнаружения и идентификации детонаций автомобильных двигателей предложен обобщенный динамический критерий, основанный на применении статистики высших моментов. Обнаружение последовательных циклов зажигания связано с вычислением функции нестационарности, которая выражается через отношение функции обобщенного среднего (ФОС) для различных фрагментов одного и того же процесса. ФОС определены либо в скользящем окне (фрагменте временного ряда, смещающемся вдоль оси времени), либо

основано на сравнении в различных временных окнах. Особенность этой функции состоит в том, что благодаря ее определению на полной совокупности моментов (избыточная информация), она более полно отражает динамику изменения перемежаемой нестационарности, проходящей через квазистационарные участки. Это позволяет решить задачу разделения стохастических процессов на группы (классы, кластеры) статистически схожих между собой. Общим подходом к классификации является введение понятия статистической однородности (относительной стационарности) различных фрагментов на основе статистики высших моментов. Другими словами, выделенные фрагменты одного процесса рассматриваются как различные реализации временного ряда, которые с помощью новых количественных характеристик объединяются в паттерны [5]. Фактические значения параметров паттернов сравниваются с эталонными с использованием функции обобщенного среднего (ФОС) и на основе такого сравнения делается вывод о наличии или отсутствии детонации в ДВС.

Для реализации случайной переменной  $x(t)$  из интервала  $[t_k, t_k + \tau]$  принадлежащего фрагменту  $L$  функция обобщенного среднего (ФОС) выражается через абсолютный момент порядка  $p$

$$G_p(L, \tau) = \sqrt[p]{\frac{1}{m} \sum_{j=0}^{m-1} \left( x(t_{k+j}) - \langle x \rangle \right)^p}; x_{k+j} = x(t_k + j \Delta \tau), \tau = m \Delta \tau. \quad (1)$$

Здесь  $\langle x \rangle$  обозначает среднее значение случайной переменной в рассматриваемом интервале,  $0 < p < \infty$ ,  $t_k$  – моменты времени, отделенные друг от друга фиксированными интервалами  $\Delta \tau = f_d^{-1}$  ( $f_d$  – частота дискретизации).

Для получения количественных характеристик степени различия сравниваемых фрагментов  $L_1$  и  $L_2$  функции обобщенного среднего для этих участков строятся друг относительно друга. Если такое построение дает отрезок прямой линии, то это указывает на их статистическую близость, т.е. функциональная зависимость обобщенных функций для сравниваемых участков имеет вид

$$G_p(L_2, \tau); a G_p(L_1, \tau) + b, \quad (2)$$

Коэффициенты  $a$  (или тангенс угла наклона соответствующей прямой) и  $b$  (начальная отсечка прямой), определенные методом наименьших квадратов, характеризуют изменение общего акустического шума работающего двигателя. При совпадении временных структур сравниваемых паттернов, коэффициент  $a$  равняется единице,  $b$  – нулю.

Исследования проводились на автомобиле ВАЗ2109 с объемом двигателя 1600 см<sup>3</sup> (двигатель ВАЗ2111 1998 года выпуска). Для записи звуков вибрации двигателя микрофон располагали в передней части блока цилиндров на расстоянии 3-5 см. Использовался микрофон свободного поля МК265 номинальной чувствительностью 50 мВ/Па в составе универсального цифрового измерителя шумов и анализатора спектров «Экофизика-110А». Для получения звуков детонации запускали двигатель и при выбранном значении угла опережения зажигания резко увеличивали число оборотов коленчатого вала до появления вибраций двигателя (с 1200 до 3500 об/мин). При каждом значении УОЗ, изменявшемся от 0 до 11°, было проведено по 10 записей звуков вибрации двигателя с частотой дискретизации 48 кГц и длительностью 2.5 сек. Учитывая, что частота вибрации детонаций находится в пределах 5-10 кГц, осуществляли фильтрацию записанного сигнала с помощью полосового фильтра Баттерворта 6-го порядка (Рисунок 1).

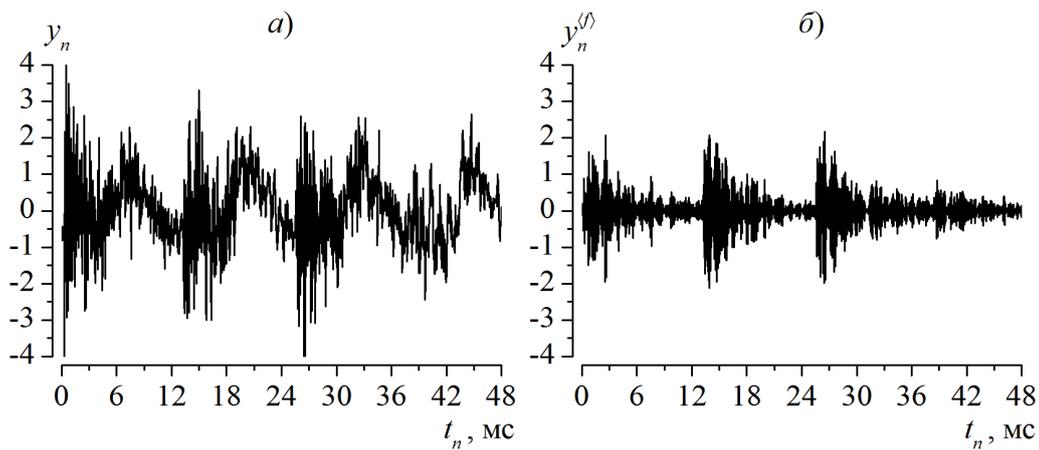


Рис.1. Выделение 4 последовательных циклов зажигания двигателя до (а) и после (б) применения фильтра Баттерворта.

Для выделения четырех последовательных циклов зажигания все записанные сигналы подвергались процедуре оптимального линейного сглаживания [6] с окном 0,6 мс, и при фиксированной частоте вращения коленчатого вала (1750 об/мин) были выбраны синхронизированные по порядку расположения цилиндров паттерны. Последовательные циклы зажигания, выделенные при разных углах зажигания, сравнивались между собой с помощью функции обобщенного среднего (Рисунок 2б). В качестве эталона выбран паттерн, соответствующий режиму работу двигателя без детонаций.

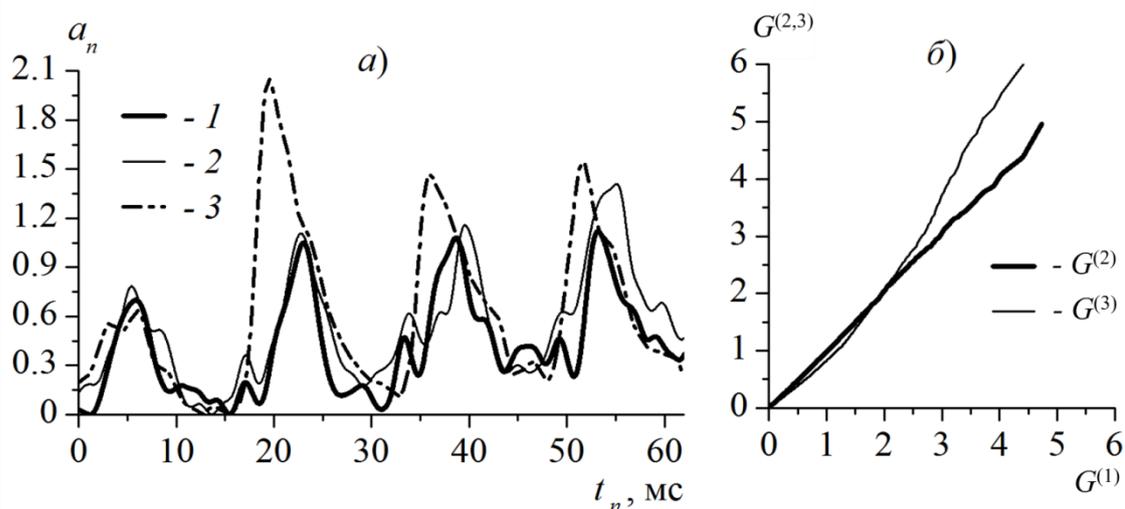


Рис.2. Синхронно сглаженные огибающие (а) при разных значениях отклонения УОЗ от нормы: 1- 0° (без детонации), 2 - 1° (без детонации); 3- 11° (детонация) и их сравнение в терминах функций обобщенного среднего (б).

Представленные функции  $G^{(2,3)} = aG^{(1)} + b$  различны и поэтому могут быть использованы для идентификации и количественной дифференциации о появлении детонаций. Что касается надежности анализа, то ее можно оценить по относительной величине тангенса угла наклона прямой и величине отсечки по отношению. Границы изменения параметра  $a$  выбраны в пределах  $0.9J \leq a \leq 1.1$ , что дает возможность оценить степень близости паттернов с точностью не превышающей 5%. Однако в некоторых экспериментах наблюдается разброс значений оценок параметров, связанный с особенностями двигателя, выбором точки регистрации и другими причинами.

В рамках принятия диагностируемого решения о наличии детонаций наибольшую эффективность показал метод, основанный на сравнении функций обобщенного среднего. Сравнительный анализ, проведенный с использованием других целевые функции, обычно применяемых в математической статистике показывает, что классические методы, основанные на предположении о стационарности, не позволяют правильно соотнести результаты сравнений к выбранным классам «норма» и «детонация».

Таким образом, предложенные в данной работе алгоритмы распознавания и идентификации детонаций способствуют повышению надежности диагностики работающего автомобильного двигателя и прогнозированию его вероятных изменений в ходе эксплуатации.

Исследование выполнено в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ.

#### Список литературы

1. Оксень Е.И., Оксень Д.Е. Использование виброакустических сигналов для оценки состояния двигателя внутреннего сгорания *Авиационно-космическая техника и технология*, 2011, №9 (86). С. 142-147
2. Etefagh, M. M., Sadeghi, M. H., Rezaee, M., Khoshbakhti, R., & Akbarpour, R. (2009). Application of a new parametric model-based filter to knock intensity measurement. *Measurement*. 2009. V. 43. pp. 353–362
3. Galloni E. Dynamic knock detection and quantification in a spark ignition engine by means of a pressure based method. *Energy Conversion and Management*. 2012. V. 64. pp. 256–262.
4. Sujono A. Utilization of microphone sensors and an active filter for the detection and identification of detonation (knock) in a petrol engine. *Modern Applied Science*. 2014.V.8. №.6. pp. 112-122.
5. Еськов Е.К., Тобоев В.А. Анализ статистически однородных фрагментов акустических шумов, генерируемых скоплениями насекомых// *Биофизика*. 2010. Т. 55. Вып. 1. С. 113-125.
6. Тобоев В.А., Толстов М.С. Признаковое описание акустических шумов на основе статистической близости функций обобщенного среднего (ФОС)// *Вестник Чувашского университета*. 2010. №3. С.19-31.

## ПОСТРОЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

**Кошечкин А.А., Лапиков А.Л., к.ф-м.н., доцент Масюк В.М.**

КФ МГТУ им. Баумана, РФ, г.Калуга

Шагоходы или шагающие роботы – разнообразные механизмы, передвигающиеся с помощью ног. Ввиду технических сложностей исполнения они не получили пока в реальной жизни большого распространения. Из используемых на практике механизмов можно назвать шагающие экскаваторы. Шагающие роботы весьма популярны в научной фантастике. По сравнению с колёсной и гусеничной техникой шагоходы имеют повышенную проходимость на пересеченной местности. Главной проблемой при создании шагоходов является соотношение цены и эффективности, а также отсутствие достаточно мощной, емкой и компактной энергоустановки. Одной из важнейших и сложнейших научных задач, которые необходимо решить при создании такого робота – это собственно задача управления ходьбой.

Актуальным является создание шагающих мобильных автономных роботов, способных работать в экстремальных условиях, таких как открытый космос или сильно пересеченная местность.

Прямая задача о положении

Для разработки алгоритмов управления шагающим роботом с 4 движителями реализована экспериментальная физическая модель. Кинематическая схема [1] представлена на Рисунке 1.

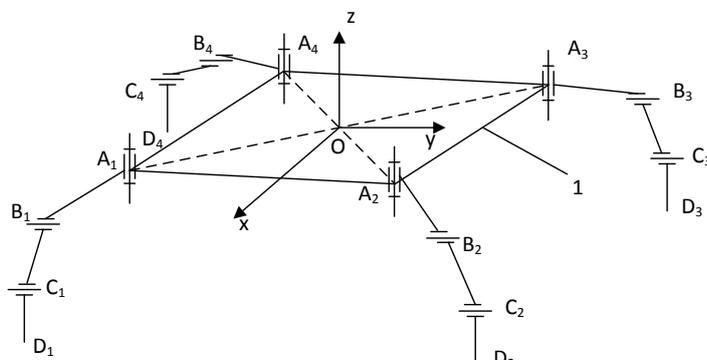


Рис.1. Кинематическая модель

Механизм состоит из корпуса 1 и 4 ног. Каждая из ног имеет 3 степени свободы благодаря вращательным одноподвижным сочленениям  $A_1-C_4$ . Точки  $D_1-D_4$  – точки контакта с поверхностью, по которой перемещается робот.

Будем рассматривать структуру одной ноги робота.

Прямая задача о положении в нашем случае может быть сформулирована как определение декартовых координат  $(X, Y, Z)$  точки касания  $D$  при известной кинематической схеме и величинах обобщенных координат  $(q_1, q_2 \dots q_n)$  его звеньев ( $n$  — число степеней свободы манипулятора).

Для манипулирования роботом, состоящим из совокупности звеньев, требуется определить его пространственную конфигурацию с учетом положения всех звеньев. Конфигурация может быть определена путем последовательного описания взаимного расположения соседних звеньев манипулятора. Для этого строятся системы координат, связанные с каждым звеном ноги. Воспользуемся векторно-матричным методом преобразования координат, предложенным Денавитом и Хартенбергом. Упрощенная конструкция ноги с связанными с каждым звеном системами координат, построенными по алгоритму Денавита-Хартенберга, представлена на Рисунке 2.

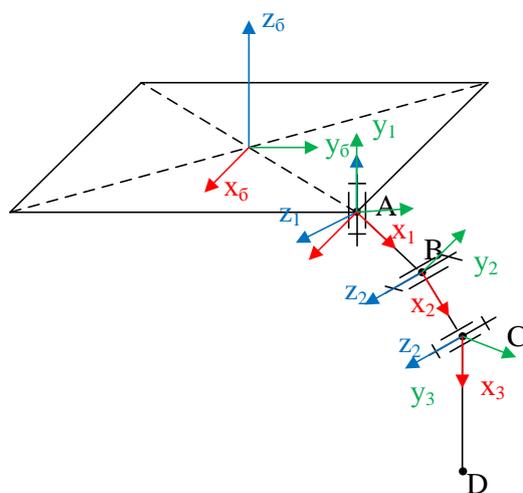


Рис.2. Системы координат каждого звена

Связь точек D и O, представляющих собой начала координат, связанных с корпусом робота и концом ноги, описывается формулой  $D = T_1 T_2 T_3 p$ , где  $D$  – однородные координаты точки D в системе координат  $OX_0Y_0Z_0$ ,  $p$  – координаты точки D в  $CX_3Y_3Z_3$ ,  $T_i$  - матрица преобразования системы координат  $X_{i-1}Y_{i-1}Z_{i-1}$  в систему координат  $X_iY_iZ_i$ . Параметры преобразований указаны в Табл. 1.

Таблица 1

Кинематическая пара	Тип пары	Номер звена	Значения параметров			
			$\theta$	$\alpha$	s	a
0, 1	Вращательная	1	$\theta_1$	$\pi/2$	0	0
1, 2	Вращательная	2	$\theta_2$	0	0	$l_1$
2, 3	Вращательная	3	$\theta_3$	0	0	$l_2$

Матрицы перехода представлены ниже:

$$T_1 = \begin{pmatrix} \cos(r_1) & 0 & \sin(r_1) & 0 \\ \sin(r_1) & 0 & -\cos(r_1) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, T_2 = \begin{pmatrix} \cos(r_2) & -\sin(r_2) & 0 & l_1 \cdot \cos(r_2) \\ \sin(r_2) & \cos(r_2) & 0 & l_1 \cdot \sin(r_2) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$T_3 = \begin{pmatrix} \cos(r_3) & -\sin(r_3) & 0 & l_2 \cdot \cos(r_3) \\ \sin(r_3) & \cos(r_3) & 0 & l_2 \cdot \sin(r_3) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, T = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{21} & r_{31} & x \\ r_{12} & r_{22} & r_{32} & y \\ r_{13} & r_{32} & r_{33} & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \text{ где}$$

$$r_{11} = \cos(r_1)\cos(r_2)\cos(r_3) - \cos(r_1)\sin(r_2)\sin(r_3),$$

$$r_{12} = \sin(r_1)\cos(r_2)\cos(r_3) - \sin(r_1)\sin(r_2)\sin(r_3), r_{13} = \sin(r_2)\cos(r_3) + \cos(r_2)\sin(r_3)$$

$$r_{21} = -\cos(r_1)\sin(r_2)\cos(r_3) - \cos(r_1)\cos(r_2)\sin(r_3),$$

$$r_{22} = -\sin(r_1)\sin(r_2)\cos(r_3) - \sin(r_1)\cos(r_2)\sin(r_3),$$

$$r_{23} = \cos(r_2)\cos(r_3) - \sin(r_2)\sin(r_3), r_{31} = \sin(r_1), r_{32} = -\cos(r_1), r_{33} = 0,$$

$$x = l_1 \cos(r_1)\cos(r_2) + l_2 \cos(r_1)\cos(r_2)\cos(r_3) - l_2 \cos(r_1)\sin(r_2)\sin(r_3),$$

$$y = l_1 \sin(r_1)\cos(r_2) + l_2 \sin(r_1)\cos(r_2)\cos(r_3) - l_2 \sin(r_1)\sin(r_2)\sin(r_3),$$

$$z = l_1 \sin(r_2) + l_2 \sin(r_2)\cos(r_3) - l_2 \cos(r_2)\sin(r_3).$$

Результаты моделирования

Зададим обобщенные координаты законами  $q_1 = t, q_2 = -t, q_3 = \pi - t$ .

Результаты моделирования указаны на графиках зависимости X(t) (Рисунок 3) и Y(t) (Рисунок 4).

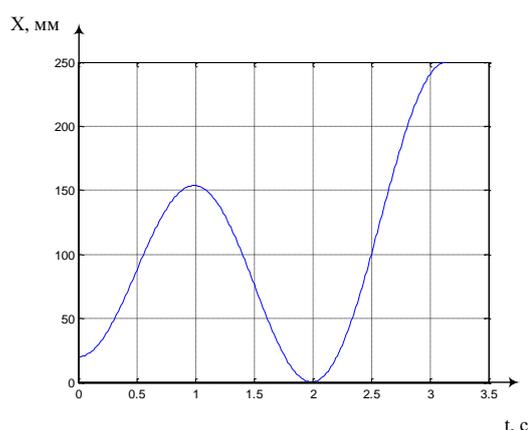


Рис.3. График зависимости X(t)

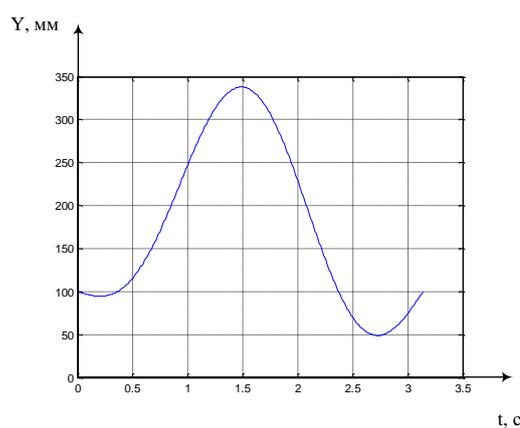


Рис.4. График зависимости Y(t)

Обратная задача о положении

Обратная задача о положении в нашем случае может быть сформулирована как определение обобщенных координат  $(q_1, q_2 \dots q_n)$  точки D по заданной кинематической схеме и декартовым координатам  $(X, Y, Z)$ . Известны различные методы решения обратной задачи о положении. Далее предложен геометрический вариант решения (Рисунок 5).

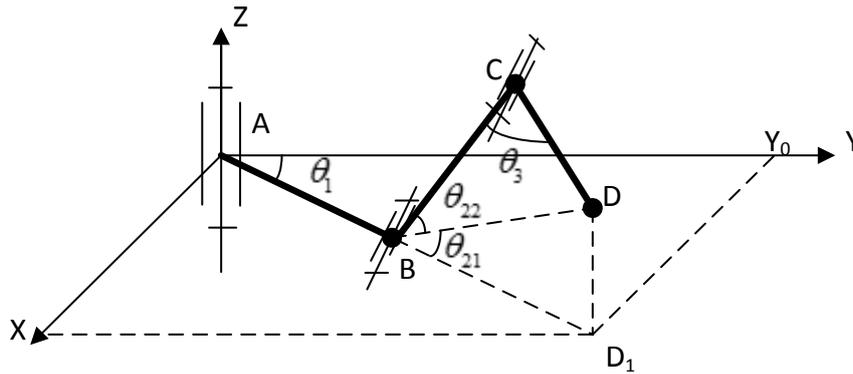


Рис.5. Решение обратной задачи о положении

Координаты точки D заданы как  $(X, Y, Z)$ . Тогда координаты точки  $D_1$ , которая является проекцией точки D на плоскость XOY, равны  $(X; Y; 0)$ .

Отсюда из треугольника  $D_1AY_0$   $\sin(\theta_1) = \frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}}$ . Тогда  $\theta_1 = \arcsin\left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$ .

Рассмотрим плоскость BCD, в которой лежит нога (Рисунки 6).

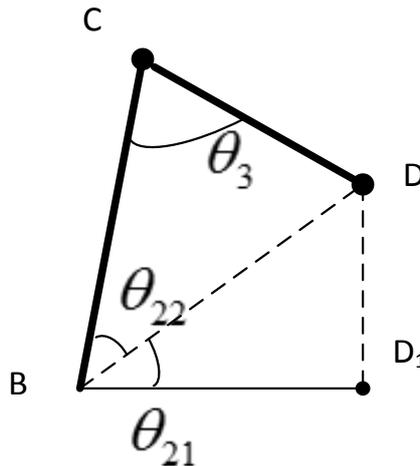


Рис.6. Плоскость BCD

Угол  $\theta_2$  представим как сумму углов  $\theta_{21}$  и  $\theta_{22}$ .

Угол  $\theta_{21}$  можно вычислить из треугольника  $BDD_1$ :  $\sin(\theta_{21}) = \frac{Z}{\sqrt{Z^2 + BD_1^2}}$ , где  $BD_1$  можно

вычислить как  $\sqrt{x^2 + y^2} - l_1$ . Тогда  $\theta_{21} = \arcsin\left(\frac{z}{\sqrt{(\sqrt{x^2 + y^2} - l_1)^2 + z^2}}\right)$ .

Углы  $\theta_{22}$  и  $\theta_3$  можно вычислить из треугольника BCD по теореме косинусов:  $BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2AB \cdot AC \cdot \cos(\theta_{22})$ , где  $AB=l_2$ ,  $BC=l_3$ .

$$\text{Тогда } \theta_{22} = \arccos \left( \frac{l_3^2 - l_2^2 - z^2 - (\sqrt{x^2 + y^2} - l_1)^2}{2l_2 \sqrt{z^2 + (\sqrt{x^2 + y^2} - l_1)^2}} \right),$$

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2AB \cdot BC \cdot \cos(\theta_3), \theta_3 = \arccos \left( \frac{z^2 + (\sqrt{x^2 + y^2} - l_1)^2 - l_2^2 - l_3^2}{2l_2 l_3} \right).$$

В итоге получаем следующие значения:

$$\theta_1 = \arcsin \left( \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \right),$$

$$\theta_2 = \arcsin \left( \frac{z}{\sqrt{(\sqrt{x^2 + y^2} - l_1)^2 + z^2}} \right) + \arccos \left( \frac{l_3^2 - l_2^2 - z^2 - (\sqrt{x^2 + y^2} - l_1)^2}{2l_2 \sqrt{z^2 + (\sqrt{x^2 + y^2} - l_1)^2}} \right),$$

$$\theta_3 = \arccos \left( \frac{z^2 + (\sqrt{x^2 + y^2} - l_1)^2 - l_2^2 - l_3^2}{2l_2 l_3} \right).$$

В нашем случае для задачи управления роботом удобнее будет решить обратную задачу как функцию обобщенных координат от смещения центра масс. Предложен альтернативный метод решения обратной задачи о положении. Он заключается в получении обобщенных координат из данных о начальном положении робота и требуемого смещения центра масс (Рисунки 7-8). Цель модификации метода - облегчение решения задачи движения по траектории.

Расчет обобщенных координат ноги при смещении корпуса вдоль оси x и y без поворота и отсутствии смещения в точке касания с землей.

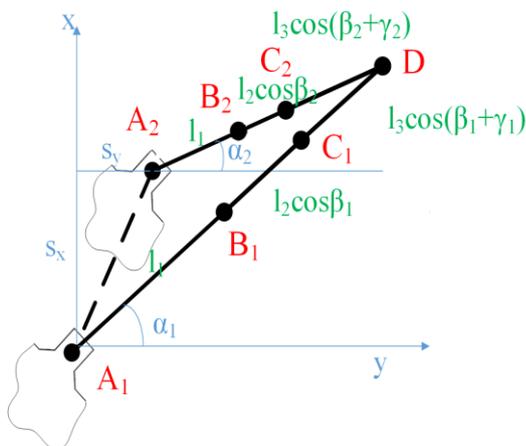


Рис.7. Вид сверху

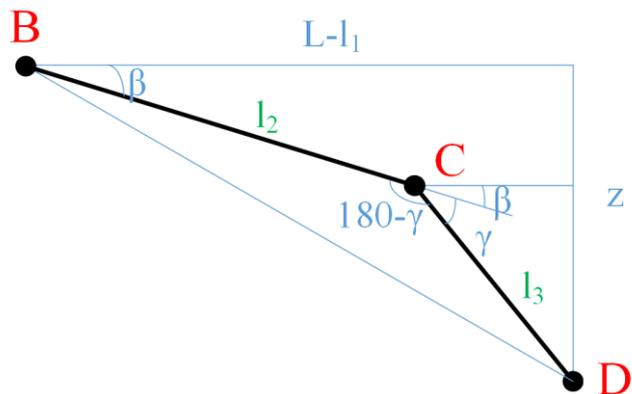


Рис.8. Вид в плоскости

На иллюстрации символом  $S_x$  обозначена длина перемещения корпуса по оси x,  $S_y$  –длина перемещения корпуса по оси y.

Из треугольника  $A_1A_2D$  можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} L_1 \sin \alpha_1 = L_2 \sin \alpha_2 + s_x \\ L_1 \cos \alpha_1 = L_2 \cos \alpha_2 + s_y \end{cases}, \text{ где } L_1 = l_1 + l_2 \cos \beta_1 + l_3 \cos(\beta_1 + \gamma_1),$$

$$L_2 = \sqrt{(L_1 \cos \alpha_1 - s_y)^2 + (L_1 \sin \alpha_1 - s_x)^2}. L_1 \text{ и } L_2 - \text{проекции первого и последнего положения}$$

ног соответственно на плоскость ХОУ.

Для начального положения можно составить следующее равенство:

$$(L_1 - l_1)^2 + z^2 = l_2^2 + l_3^2 - 2l_2l_3 \cos \gamma_1.$$

Для конечного положения справедливо  $(L_2 - l_1)^2 + z^2 = l_2^2 + l_3^2 - 2l_2l_3 \cos \gamma_2$ .

Тогда  $z^2 = l_2^2 + l_3^2 - 2l_2l_3 \cos \gamma_1 - (L_1 - l_1)^2 = l_2^2 + l_3^2 - 2l_2l_3 \cos \gamma_2 - (L_2 - l_1)^2$ ,

$$2l_2l_3(\cos \gamma_2 - \cos \gamma_1) = (L_1 - l_1)^2 - (L_2 - l_1)^2 = (L_1 - L_2)(L_1 + L_2 - 2l_1),$$

$$\gamma_2 = \arccos \left( \frac{(L_1 - L_2)(L_1 + L_2 - 2l_1)}{2l_2l_3} + \cos \gamma_1 \right).$$

$$L_2 = l_1 + l_2 \cos \beta_2 + l_3 \cos(\beta_2 + \gamma_2), l_2 \cos \beta_2 + l_1 - L_2 + l_3 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - l_3 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 = 0,$$

$$\cos \beta_2 (l_2 + l_3 \cos \gamma_2) + l_1 - L_2 = l_3 \sqrt{1 - \cos^2 \beta_2} \sin \gamma_2, \cos^2 \beta_2 (l_2 + l_3 \cos \gamma_2)^2 +$$

$$+ 2(l_1 - L_2) \cos \beta_2 (l_2 + l_3 \cos \gamma_2) + (l_1 - L_2)^2 = l_3^2 \sin^2 \gamma_2 - l_3^2 \cos^2 \beta_2 \cdot \sin^2 \gamma_2,$$

$$\cos^2 \beta_2 ((l_2 + l_3 \cos \gamma_2)^2 + l_3^2 \cdot \sin^2 \gamma_2) + 2(l_1 - L_2) \cos \beta_2 (l_2 + l_3 \cos \gamma_2) + (l_1 - L_2)^2 -$$

$$- l_3^2 \sin^2 \gamma_2 = 0, (l_2^2 + 2l_2l_3 \cos \gamma_2 + l_3^2 \cos^2 \gamma_2 + l_3^2 \sin^2 \gamma_2) \cos^2 \beta_2 +$$

$$+ 2(l_1 - L_2)(l_2 + l_3 \cos \gamma_2) \cos \beta_2 + ((l_1 - L_2)^2 - l_3^2 \sin^2 \gamma_2) = 0,$$

$$\text{где } l_2 + l_3 \cos \gamma_2 = l_{2x}, L_2 - l_1 = l_e.$$

$$(l_{2x}^2 + l_3^2 \sin^2 \gamma_2) \cdot \cos^2 \beta_2 - 2l_e l_{2x} \cos \beta_2 + (l_e^2 - l_3^2 \sin^2 \gamma_2) = 0,$$

$$\cos \beta_2 = \frac{2l_e l_{2x} \pm \sqrt{4l_e^2 l_{2x}^2 - 4(l_{2x}^2 + l_3^2 \sin^2 \gamma_2)(l_e^2 - l_3^2 \sin^2 \gamma_2)}}{2l_{2x}},$$

$$\cos \beta_2 = \frac{l_e l_{2x} \pm \sqrt{l_{2x}^2 l_3^2 \sin^2 \gamma_2 + l_3^4 \sin^4 \gamma_2 - l_3^2 \sin^2 \gamma_2 l_e^2}}{l_{2x}},$$

$$\cos \beta_2 = \frac{l_e l_{2x} \pm \left| l_3 \sin \gamma_2 \sqrt{l_{2x}^2 + l_3^2 \sin^2 \gamma_2 - l_e^2} \right|}{l_{2x}}.$$

Таким образом, задача имеет два решения, когда нога расположена выше линии, соединяющей точку крепления с корпусом и точку контакта с землей, и когда ниже. Из конструктивных соображений для более высокой устойчивости выбираем тот вариант, когда ноги с поверхностью образуют выпуклый многоугольник.

Тогда решение обратной задачи выражается следующими формулами

$$\alpha_2 = \arcsin\left(\frac{L_1 \sin \alpha_1 - s_x}{L_2}\right); \beta_2 = \arccos\left(\frac{l_e l_{2x} + l_3 \cdot \sin(\gamma_2) \cdot z}{l_{2x}^2 + l_3^2 \cdot \sin^2(\gamma_2)}\right);$$

$$\gamma_2 = \arccos\left(\frac{(L_2 - L_1)(L_1 + L_2 - 2l_1)}{2l_2 l_3} + \cos \gamma_1\right).$$

#### Список литературы

1. Edward Z. Moore. Leg Design and Stair Climbing Control for the RHex Robotic Hexapod. - Department of Mechanical Engineering McGill University, 2002. - 91с.
2. Батанов А.Ф., Грицынин С.Н., Муркин С.В. Робототехнические комплексы для обеспечения специальных операций. [Электронный ресурс] Специальная техника, 1999, вып. 6. Режим доступа: <http://www.ess.ru/archive/1999> (дата обращения 26.10.2015)
3. Накано Э. Введение в робототехнику/ Накано Э. - М.: Мир, 1988, 335 с.
4. FizPortal Шагающие роботы. Механика. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.fizportal.ru/walking-robots> (дата обращения 23.10.2015)
5. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами/ С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
6. Воробьев, В.А. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление/ В. П. Попов, В. А. Воробьев, В.П. Попов. — М.: Солон-пресс, 2007 г.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРИСТАВНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

**Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М.**

БГТУ им. В.Г. Шухова, РФ, г.Белгород

При обработке крупногабаритных деталей без их демонтажа при помощи нестационарных приставных станков, возникают специфические технологические и конструктивные задачи, которые значительно отличаются от задач при обработке этих деталей на стационарных станках.

В этом случае необходимо решать вопрос о возможности обработки с требуемой точностью детали приставным станком без ее демонтажа [1-7]. Это необходимо с той целью, что в отличие от стационарного станка, приставной станок устанавливается на, под или рядом с обрабатываемой деталью, в результате чего базирование станка осуществляется на детали, а не детали на станке.

Таким образом, необходимо решать вопрос о таком базировании станка, когда установка его на, под или рядом с деталью обеспечивает необходимую точность и шероховатость обработанной поверхности изделия [1].

Одной из особенностей обработки внутренних и наружных крупногабаритных поверхностей вращения (барбанов помольных мельниц, сушильных барабанов и т.д.) является то, что привод их вращения находится не на станке, а вращающий момент передает через систему валов и редукторов от специальных электродвигателей.

В результате этого приставной станок обладает в большинстве случаев только продольной и поперечной подачей, а частота и равномерность вращения детали зависит от промежуточной системы привода передающей вращение двигателя на деталь.

Технологические задачи, возникающие из-за специфики конструкции крупногабаритных узлов и деталей, которые необходимо решать при обработке приставными станками с целью восстановления работоспособности оборудования требует применения особой конструкции этих станков.

Поверхности, которые определяют работоспособность агрегатов и подлежат периодическому восстановлению в условиях эксплуатации [1] следующие:

наружные поверхности вращения, к ним относятся бандажи печных вращающихся агрегатов; сушильных барабанов; поверхностей цапф помольных мельниц; опорные ролики цементных вращающихся печей; несущие узлы помольных и сырьевых мельниц; внутренние поверхности вращения: это загрузочные и разгрузочные цапфы несущих узлов помольных агрегатов и т.д.

Следовательно, конфигурации предлагаемых станков должны быть разнообразными и выполнять все вышеперечисленные операции и в тоже время необходимо обеспечивать точность базирования вне зависимости от места установки станка. Поэтому при проектировании приставных станков для восстановления работоспособности крупногабаритных деталей необходимо решить следующие задачи, которые можно разделить на несколько этапов: определение геометрической формы детали, которую следует восстанавливать; определение размеров обрабатываемых поверхностей и возможности доступа к этим поверхностям; определение величины отклонений размеров детали, потерявшей работоспособность, относительно первоначальных размеров; установление технических требований к детали по геометрическим размерам и шероховатости поверхности; определения метода и способа восстановления детали с обеспечением соблюдения технических условий; определение исполнительных движений приставного станка и выбор режущего инструмента с целью обеспечения точности и качества обрабатываемой детали для обеспечения требований при восстановлении работоспособности агрегата.

С учетом исходных данных, для восстановления работоспособности крупногабаритных деталей, анализируется служебное назначение приставного станка, на основании которого производится его разработка. Станки такого типа являются специальными, т.к. они создаются для конкретных деталей и работы в заданных условиях. В связи с этим появляется ряд вопросов, которые необходимо решить для обеспечения работоспособности станка: определение формообразующих движений нестационарного станка в зависимости от метода и способа обработки поверхности конкретной детали; разработка структурной схемы движения режущего инструмента и возможности применения другого инструмента с целью обеспечения точности и шероховатости обрабатываемой поверхности; разработка метода и способа базирования станка на, под или рядом с восстанавливаемой деталью; определение усилия на режущем инструменте, нагрузок на звенья кинематической цепи и расчёт мощности привода приставного станка; конструкторская проработка деталей и узлов станка.

Необходимо решить задачи обеспечения установленного нормативно-технической документацией качества обрабатываемой детали приставным станком, с этой целью следует: определить погрешность базирования разрабатываемого станка относительно обрабатываемой поверхности детали с целью обеспечения наименьшей погрешности формообразования; в случае единственно применимого способа базирования станка, выяснить возможность обеспечения точности обработки; выявить динамические особенности приставного станка; установить связи между статической настройкой приставного станка и формообразующими движениями; установить влияние особенностей движения (вращения) детали на изменение её положения в пространстве относительно режущего инструмента; выявить методы компенсации возникающих погрешностей установки в процессе обработки; установить способы управления точностью.

Особенности упругой системы нестационарного станка можно представить в следующем виде: в конструкцию приставных станков для обработки различных поверхностей крупногабаритных деталей входят, как и стационарные станки, подвижные соединения деталей и узлов, обеспечивающих взаимное передвижение относительно друг друга в определенных направлениях. Это делает необходимым рассматривать эквивалентную упругую систему, в которую включено некоторое число замкнутых контуров связи через рабочий процесс. Упругими системами могут являться отдельные детали или же узлы, имеющие неподвижные соединения. Наличие высокого числа неподвижных слабо затянутых соединений, что увеличивает роль контактных деформаций. Динамическое качество приставного станка, так же как и стационарного, определяется устойчивостью системы и характеристикой ее реакции на внешнее воздействие. Возникающие изменения параметров системы, в том числе и параметров рабочих процессов под влиянием внешнего воздействия относятся к динамическим процессам системы. Осредненные требования к точности приставных станков выражается в следующем: точность поверхностей, базирующих инструмент и восстанавливаемую деталь; точность движения рабочих органов; точность расположения базирующих поверхностей относительно направляющих опор; точность кинематических цепей; точность установки. Решение вышеперечисленных задач позволяет обрабатывать поверхности крупногабаритных деталей без их демонтажа с агрегатов в условиях эксплуатации при помощи приставных станков.

Таким образом, определены задачи направления создания приставных станков для восстановления работоспособности крупногабаритного оборудования в условиях эксплуатации.

#### **Список литературы**

1. Федоренко М.А., Федоренко Т.М., Бондаренко Ю.А. Исследование обеспечения необходимой шероховатости поверхности крупногабаритных вращающихся деталей приставными станочными модулями. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, № 2, Белгород, изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008 г. с. 35-38

2. Пат. 31116 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 23 В 5/00. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003107122/20; заявл. 14.03.03; опубл. 20.07.03, Бюл. №20. – 1 с.
3. Пат. 31346 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106247/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
4. Пат. 31347 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106249/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
5. Пат. 89830 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В23В5/00. Станок для обработки внутренних поверхностей цапф помольных мельниц/Т.М. Санина, Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – №2009132048/22, заявл. 25.08.2009, опубл. 20.12.2009 г. Бюл. № 35.
6. Пат. 75339 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> Станок для обработки цапф помольных мельниц/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2008104754/22, заявл. 07.02.2008, опубл. 10.08.2008 г. Бюл. № 22.
7. Федоренко Т.М., Восстановление работоспособности цапф помольных мельниц с применением переносного станка/Т.М. Федоренко, М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко. Технология машиностроения. 2009. № 3. С. 20-21.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ АГРЕГАТОВ

**Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А.**

БГТУ им. В.Г. Шухова, РФ, г.Белгород

Крупногабаритные вращающиеся агрегаты для сушки и обжига сыпучих материалов используются в различных отраслях народного хозяйства.

Источником вращения обжиговых и сушильных агрегатов служит приводной редуктор, установленный жестко на фундаменте рядом с вращающимся агрегатом, который через промежуточный вал и ведущую шестерню передает вращение на венцовую шестерню, установленную на корпусе вращающегося обжигового или сушильного агрегата. Во время вращения, венцовая шестерня производит колебания в вертикальной и горизонтальной плоскостях, в соответствии с движением обжигового или сушильного агрегата. Возникновение таких колебаний приводит к относительному перемещению зубьев в зацеплении ведущая шестерня - венцовая шестерня, в результате чего, появляются дополнительные нагрузки на зубья. Повышается трение в зацеплении ведущая шестерня - венцовая шестерня, увеличиваются изгибные напряжения, усиливаются динамические нагрузки и т.д. Все эти неблагоприятные факторы приводят к разрушению зубьев и потери работоспособности зацепления ведущая шестерня - венцовая шестерня. В следствии разрушения зубьев крупногабаритный вращающийся агрегат подлежит длительному простоя в ремонте.

Таким образом, была сформулирована задача, разработать конструкцию, направленную на обеспечение точности зубчатого зацепления, которая не будет значительно зависеть от положения венцовой шестерни на корпусе вращающегося агрегата с ведущей шестерней. Решение этой задачи должно обеспечить долговечность работы зацепления ведущая шестерня - венцовая шестерня и значительно уменьшить объем трудоемких ремонтных работ или полную замену зубчатого зацепления.

Конструкция разработанного устройства приведена на Рисунке 1.

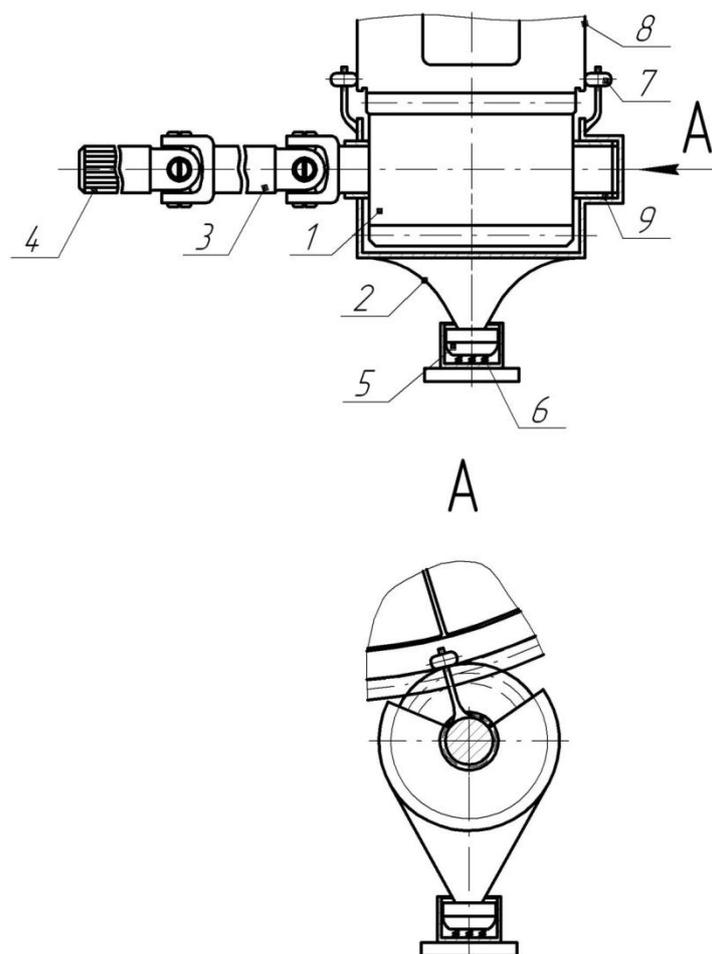


Рис.1. Устройство для обеспечения вращения крупногабаритных вращающихся агрегатов

Устройство вращения крупногабаритных вращающихся агрегатов может функционировать независимо от модуля прямозубых колес зацепления ведущая шестерня - венцовая шестерня. Оно содержит ведущую шестерню 1, которая установлена в подвижном корпусе 2. Устройство вращения имеет привод вращения от приводного редуктора через карданный вал 3, на котором расположены шлицы 4. Корпус устройства в основании имеет сферическую поверхность 5, которая опирается на блок пружин 6. В корпусе также расположены упорные ролики 7, опирающиеся на торец 8 венцовой шестерни зубчатого зацепления.

Принцип работы устройства вращения: ведущая шестерня 1 установлена на подшипниках скольжения в подвижном корпусе 2, который при помощи пружин поджимает ведущую шестерню 1 к торцу венцовой шестерни 8. Все перемещения венцовой шестерни передаются на ведущую шестерню 1 зубчатым зацеплением, а далее через упорные ролики 7 на корпусе 9, в результате чего создается постоянство зубчатого зацепления заданной точности. Карданный вал 3, передающий вращение ведущей шестерни 1 соединен с приводным редуктором шлицевым концом 4, который обеспечивает движение корпуса устройства в осевом направлении.

Таким образом, ведущая шестерня установлена в подвижном корпусе, удерживается им в постоянном зацеплении и перемещается синхронно с венцовой шестерней в осевом и радиальном направлениях, а вращение получает от приводного редуктора через карданный вал со шлицевым концом.

Следовательно, применение устройства вращения крупногабаритных вращающихся агрегатов позволяет обеспечить постоянство и точность зацепления прямозубых зубчатых колес.

Устройство для обеспечения вращения крупногабаритных вращающихся агрегатов имеет следующие преимущества:

- не требуется высокая точность установки приводного редуктора вращающегося агрегата;
- обеспечивается высокая точность зацепления крупногабаритных зубчатых зацеплений в процессе эксплуатации независимо от возникающей подвижности венцового зубчатого колеса;
- обеспечивается постоянство зубчатого зацепления прямозубых колес;
- увеличивается срок эксплуатации вращающегося агрегата;

- конструкция обеспечивает синхронность перемещений в осевом и радиальном направлении зацепления ведущая шестерня - венцовая шестерня

#### Список литературы

1. Пат. 2346220 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> Способ обеспечения точности установки обжиговой печи относительно теоретической оси вращения/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2007126138/03, заявл. 09.07.2007, опубл. 10.02.2009 г. Бюл. № 4.
2. Бондаренко Ю.А. Технология ремонта некоторых узлов вращающихся цементных печей, и их модернизация / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко, О.В. Маркова, С.И. Антонов - Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 193-198.
3. Федоренко М.А. Способ установки обжиговой печи или сушильных барабанов на ось вращения/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Санина, О.В. Маркова - Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 110-112.
4. Федоренко М.А. Технология восстановления работоспособности опорных бандажей вращающихся цементных печей/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Санина, О.В. Маркова - Ремонт, восстановление, модернизация. 2015. № 1. С. 13-15.
5. Федоренко М.А. Проблемы энергосбережения и снижения пыления цементных печей / М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Санина, С.И. Антонов - Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 156-162.
6. Федоренко М.А. Модернизация вращающихся агрегатов для сушки и обжига сыпучих материалов/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, В.Я. Дуганов, С.И. Антонов - Технология машиностроения, № 8, 2015.

### ФОРМИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ОХЛАЖИТЕЛЯ НАДДУВОВОГО ВОЗДУХА В ПОДКАПОТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

**Попов К.С., Юнусов А.Ф., Жернова А.П.**

Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет

#### Аннотация

Статья посвящена изучению вопросов проблемы охлаждения мотоотсека в подкапотном пространстве. Также предложена конструкция блока охлаждения двигателя.

Ключевые слова: охлаждение, радиатор, блок охлаждения, расход.

#### Введение.

При работе двигателя система охлаждения обеспечивает оптимальный температурный режим. Неисправности системы охлаждения приводят к нарушению температурного режима. Возникающие проблемы системы охлаждения могут послужить причинами более серьезных неисправностей.

#### Основная часть.

Была рассмотрен блок охлаждения, включающий в себя радиатор и теплообменник ОНВ, выполненный в монолитной конструкции. При данной схеме с помощью термопар на определенном режиме были получены следующие значения распределения температур воздуха:

Нагревающая мощность подводимая к ОНВ - 50 кВт,

Нагревающая мощность подводимая к радиатору - 150 кВт,

Температура воздуха на входе +50 °С,

Усредненная температура после первого радиатора +58,5 °С,

Усредненная температура после второго радиатора +80,4°С.

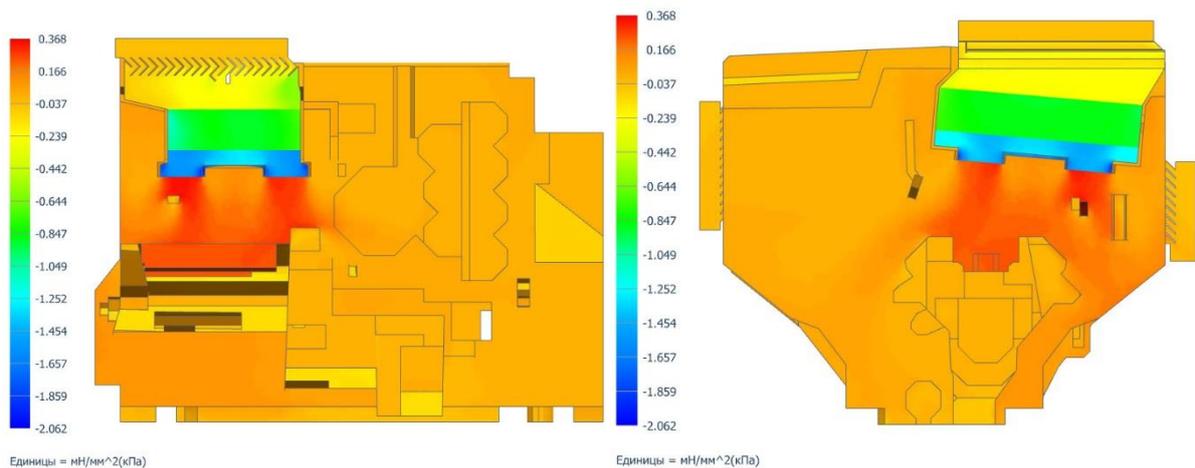


Рис.1. Распределение статического давления воздуха в подкапотном пространстве.

Значимость элементов системы по сопротивлению потоку воздуха распределяются следующим образом:

1. Радиатор и ОНВ.
2. Решетка заборная.
3. Двигатель затрудняющий свободный выход воздуха за вентилятором.

Выводы по результатам расчета исходной конструкции.

При внесении в модель данных по характеристикам компонентов, без учета потерь, не было выявлено признаков недостаточности эффективности системы охлаждения.

Причиной этого может быть:

1. Более низкая производительность вентилятора, установленного на автомобиле, по причине не соответствия каких-либо параметров при работе.
2. Более высокая теплоотдача от двигателя.
3. Недостаточно корректный расчет.

Определены направления для увеличения количества охлаждающего воздуха:

- Снижение сопротивления ОНВ за счет организации дополнительных окон для прохода воздуха к основному радиатору;
- Увеличение площади проходного сечения заборной решетки;
- Более эффективное продувание всей площади радиатора за счет уменьшения «затененных» мест;
- Снижение противодействия от поверхностей двигателя за вентилятором.

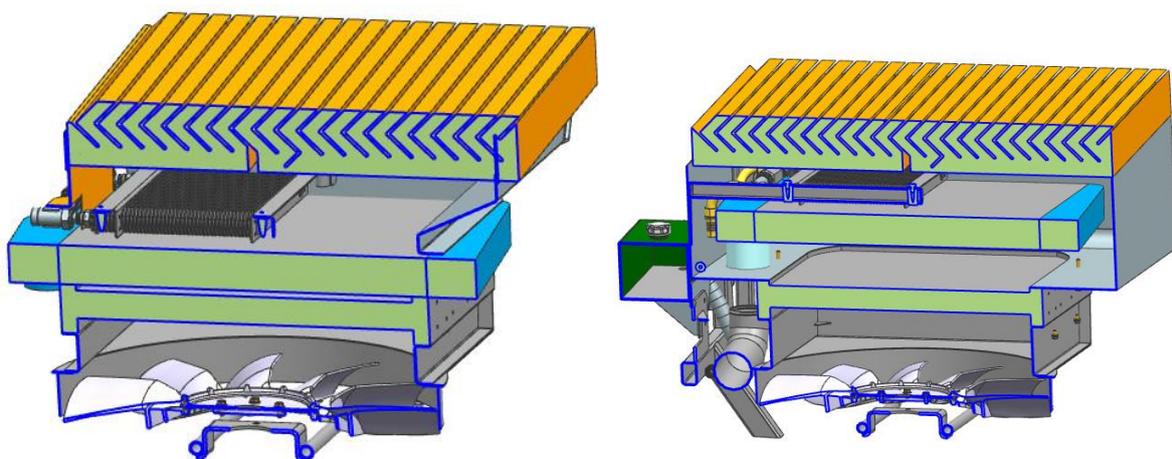


Рис.2. Действующая и предложенная конструкция.

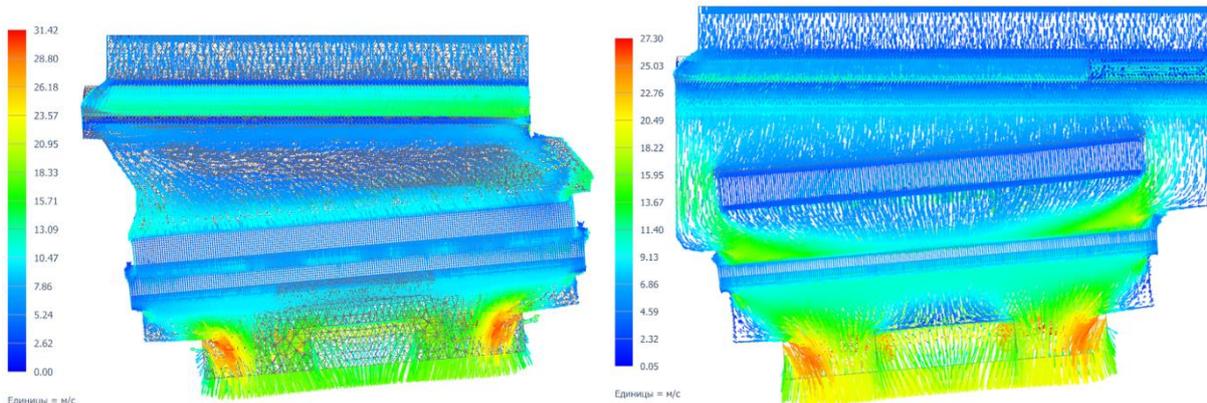


Рис.3. Распределение потоков воздуха.

Конструкция, полученная из расчетов, блока охлаждения согласно расчетам снижает температуру основного радиатора на 8,8 °С.

Охлаждение масляного радиатора (он не моделировался) так же улучшится.

Повысилась температура охладителя надувочного воздуха на 13,8°С. При необходимости расход через ОНВ может быть увеличен за счет перекрытия каналов обхода ОНВ воздухом. Общий расход воздуха увеличился на 9,5%.

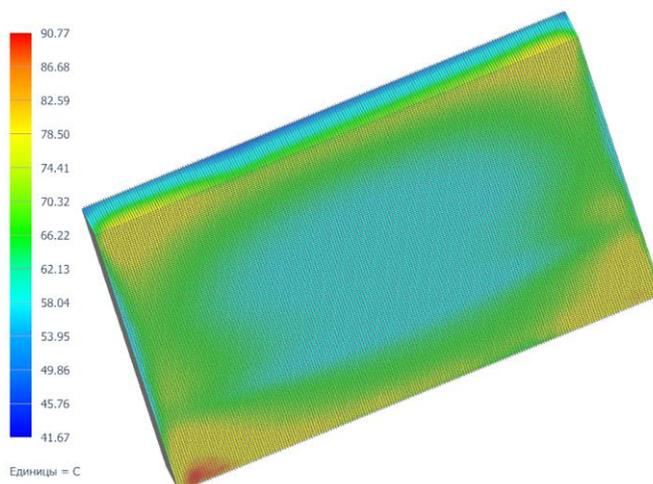


Рис.4. Распределение температур на пластинах ОНВ.

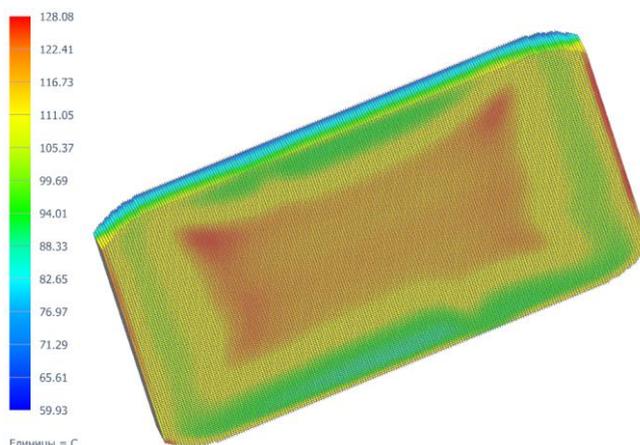


Рис.5. Распределение температур на пластинах радиатора.

#### Список литературы

1. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ. — М.: Мир, 1984

2. Деклу Ж. Метод конечных элементов: Пер. с франц. — М.: Мир, 1976
3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике — М.: Мир, 1975.
4. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация: Пер. с англ. — М.: Мир, 1986
5. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов — М.: Мир, 1979. — 392 С.

## **СЕКЦИЯ №5.**

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

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПАРОТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЫСОКОВЯЗКИЕ НЕФТЯНЫЕ ПЛАСТЫ**

**Петухова С.Ю., Кыдырханов И.И.**

ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», РФ, г.Москва

Проблема повышения нефтеотдачи на разрабатываемом месторождении актуальна для всех нефтедобывающих стран мира с высоковязкими нефтями, поскольку ее решение имеет большое практическое значение.

При разработке пластов нефти с высокой вязкостью апробирован метод паротеплового воздействия (ПТВ) на пласт [1]. Механизм извлечения нефти из пласта в процессе нагнетания пара основан на изменении физических свойств нефти и воды, содержащихся в пласте, при увеличении температуры.

Может применяться как непрерывная закачка пара в пласт через систему нагнетательных скважин, так и циклическая. Циклическое нагнетание пара в пласт осуществляется периодическим прямым нагнетанием пара в нефтяной пласт через добывающие скважины, некоторой выдержкой их в закрытом состоянии и последующей эксплуатацией тех же скважин для отбора из пласта нефти с пониженной вязкостью. В дальнейшем для эксплуатации скважин, обработанных паром, используются оснащенные электрооборудованием технологические установки механизированной добычи нефти [2].

Одним из месторождений, в условиях которого предпочтительнее осуществлять методы ПТВ на высоковязкие нефтяные пласты, является месторождение Каражанбас, расположенное на территории Республики Казахстан [3]. Особые свойства Каражанбасской нефти (небольшая глубина залегания, низкие температуры и давление) не позволяют применять традиционные методы разработки нефтяных месторождений с помощью заводнения. При этом практика применения закачки пара в пласт характеризуется высокой технологической и экономической эффективностью. Площадь месторождения Каражанбас разделена на несколько секторов: Западный, Восточный, Северный и Южный. Основная доля годового объема добычи нефти (до 64% по месторождению) принадлежит Восточному сектору. Опытно-промышленные работы по применению ПТВ на Восточном секторе месторождения Каражанбас начались в ноябре 2005 года проведением циклической обработки призабойной зоны пласта паром (Рисунок 1).

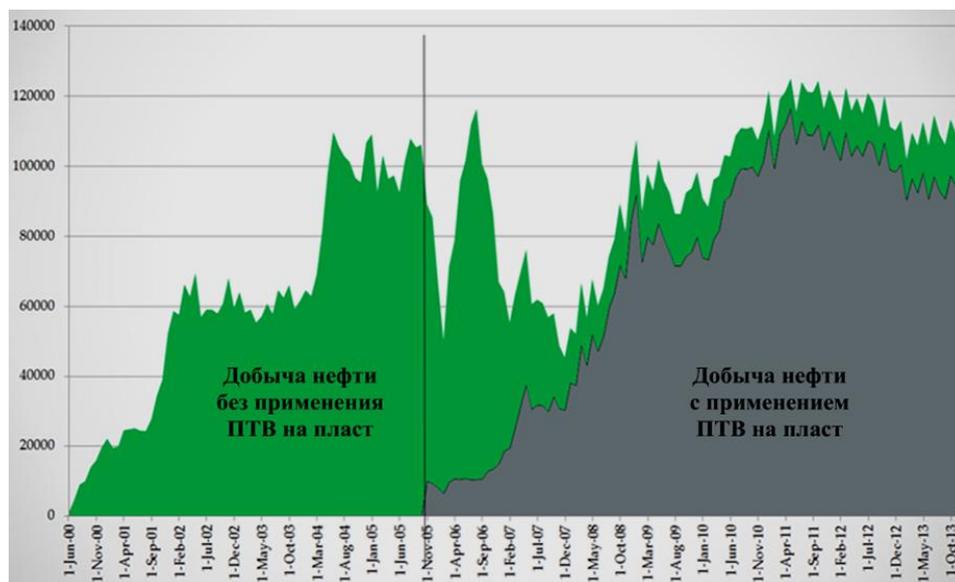


Рис.1. Динамика добычи нефти с применением ПТВ на пласт

На месторождении работают станции ППГ - парогенераторные станции производства пара и горячей воды (Рисунок 2).



Рис.2. Площадка парогенераторной станции

На территории площадки парогенераторных станций установлены: комплексная насосная станция с высоконапорными насосами типа Sigma, парораспределительные коллекторы, газорегуляторные пункты. Каждая из станций ППГ состоит из четырех блочных парогенераторных установок УПГ-50/6М со следующими номинальными параметрами: производительность установки по отпускаемому пару 50 т/час, общая установленная мощность электрооборудования 1294 кВт, вид топлива – природный газ. Парогенератор и установка оснащены системами контроля, автоматизации и защиты, обеспечивающими поддержание требуемой производительности и параметров пара, рациональное использование топлива и электрической энергии.

Электроснабжение на территории площадки ППГ осуществляется от закрытого распределительного устройства 6/0,4 кВ. На основании анализа статистических данных построена гистограмма распределения годового электропотребления технологических установок станций ППГ (Рисунок 3).

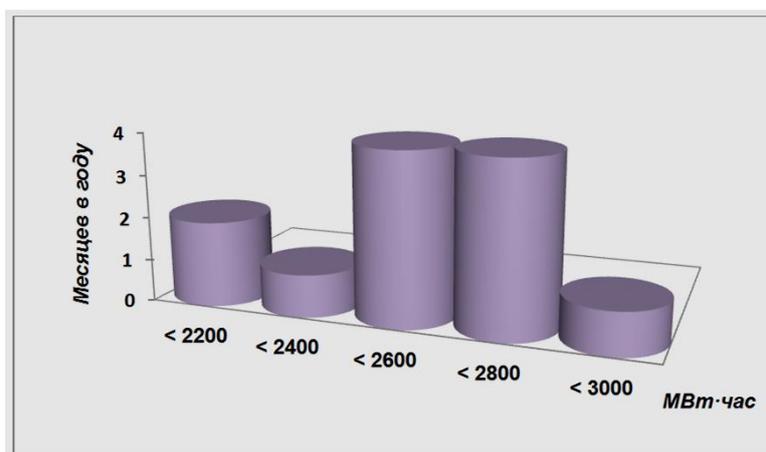


Рис.3. Гистограмма распределения годового электропотребления технологических установок станций ППГ по количеству месяцев в году

Для поддержания пластового давления применяются стационарные (СПГУ) и мобильные (МПГУ) парогенераторные установки (Рисунок 4). На месторождении Каражанбас установки МПГУ ведут закачку пара на ячейках скважин Северного сектора (суточная закачка пара составляет 1242 тонны), а установки СПГУ ведут постоянную закачку пара на скважинах Восточного сектора месторождения (суточная закачка пара составляет 6485 тонн).



Рис.4. Мобильная парогенераторная установка

На основании анализа статистических данных построена гистограмма общего годового электропотребления для установок СПГУ, МПГУ (Рисунок 5).

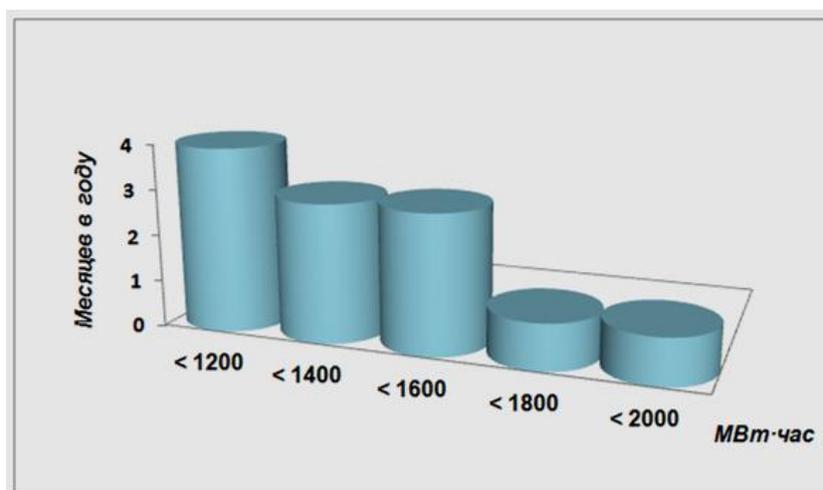


Рис.5. Гистограмма распределения годового электропотребления технологических установок СПГУ, МПГУ по количеству месяцев в году

Результаты расчетов характерных показателей годового потребления электроэнергии для технологических установок ПТВ представлены в Табл. 1.

Таблица 1

Технологические установки ПТВ	$T_{нб}$ , час/год	$k_3$ , о.е.
Станции ППГ	$\approx 7600$	0,87
СПГУ, МПГУ	$\approx 5900$	0,67

В Табл.1 приведены:  $T_{нб}$  - продолжительность использования максимальной нагрузки,  $k_3$  – равномерность (плотность) электропотребления в течение года.

Процентный состав электропотребления установок ПТВ в структуре годового электропотребления месторождения показан на Рисунке 6.

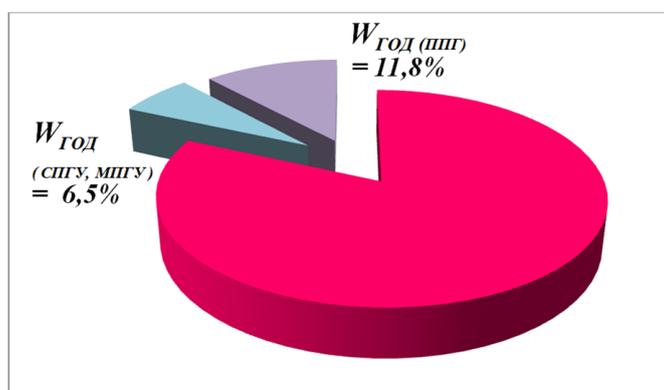


Рис.6. Электропотребление установок ПТВ в структуре годового электропотребления всех потребителей электроэнергии месторождения

Энергосберегающим эффектом будет обладать технология уплотнения сетки разработки скважин, применяемая для увеличения нефтеотдачи за счет более рационального влияния пара на продуктивные пласты [1]. При этом не только снизится расход теплоносителя на извлечение 1 тонны нефти, но и уменьшится электропотребление технологических установок ПТВ.

#### Список литературы

1. Антониади Д.Г. Современные технологии интенсификации добычи высоковязкой нефти и оценка эффективности их применения / Д.Г. Антониади, А.М. Гапоненко, Г.Т. Вартумян, Ю.Г. Стрельцова – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2011. – 420 с.
2. Ершов М.С. Электрооборудование и станции управления технологических установок механизированной добычи нефти / М.С. Ершов, А.Д. Яризов - М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2008. – 124 с.

3. Миннибаева С.Б. Анализ разработки месторождения Каражанбас / С.Б. Миннибаева, С.Ю. Чеботарев и др. - ТОО «Каспиан Энерджи Ресерч» и ОАО «Каражанбасмунай» - Атырау, 2003. – 220 с.

## ОБЗОР МЕТОДА ПОДБОРА АККУМУЛЯТОРОВ В БАТАРЕЮ ПО ВНУТРЕННЕМУ СОПРОТИВЛЕНИЮ

**Чупин Д.П.**

ОмГТУ, РФ, г.Омск

Перед нами была поставлена задача подобрать пару свинцово-кислотных аккумуляторных батарей (АБ), номинальным напряжением 6 В, для совместной работы в составе батареи номинальным напряжением 12 В.

Главной проблемой при подборе отдельных элементов (или батарей) в батарею повышенного напряжения (или емкости) является рассогласованность элементов по параметрам. В [2] к этим параметрам относят внутреннее сопротивление, зарядные и разрядные характеристики, а также саморазряд отдельных элементов. Внутреннее сопротивление отражает степень деградации батареи достигнутой при длительном хранении или эксплуатации. Так повышенное сопротивление элемента (относительно элементов того же типа) говорит о повышенной степени деградации этого элемента.

Зарядные и разрядные характеристики позволяют оценить заряда (выхода на максимальное зарядное напряжение) или разряда (достижения минимально допустимого напряжения при разряде). Иными словами, разрядные и зарядные характеристики позволяют оценить реальную емкость элемента.

Саморазряд элементов особенно важен, если собранная из них батарея должна отдавать строго регламентированную емкость не сразу после заряда, а спустя некоторое время. Поскольку в нашем случае условия эксплуатации собранной батареи этого не требуют, этот параметр мы учитывать не будем.

Есть предположение, что первые два параметра: внутреннее сопротивление и разрядно/зарядные характеристики, в некотором смысле позволяют судить об одной характеристике – реальной емкости элемента. Это обусловлено тем, что процессы деградации в большинстве случаев сопровождаются снижением емкости элемента. На основании этого предположения была предпринята попытка провести подбор аккумуляторных батарей в пары только по внутреннему сопротивлению.

Подбор производился из 10 аккумуляторных батарей Fiamm FG10451 номинальным напряжением 6 В, номинальной емкостью 4,5 В. Для удобства батареи были пронумерованы от 1 до 10. Внутреннее сопротивление батарей измерялось с помощью «Анализатора электрохимических источников питания АЕА-30V» [4], производства ООО «Фирма «Алекто-Электроникс», г. Омск. Результаты измерения внутреннего сопротивления и напряжения приведены в Табл.1.

Таблица 1

Параметры аккумуляторных батарей

№ АБ	1	10	5	8	6	9	4	7	2	3
Сопротивление R, мОм	37,94	37,90	37,78	37,64	35,56	35,09	42,23	36,66	1901	38,87
Напряжение U, В	6,265	6,220	6,284	6,271	6,206	6,279	6,268	6,287	4,051	6,284
Характеристическая частота Fc, Гц	1154	1240	1105	1075	1098	1071	1115	1071	8	1165
Разность сопротивлений ΔR, мОм	0,04		0,14		0,47		5,57		1862,13	
Разность напряжений ΔU, В	0,045		0,013		0,073		0,019		2,233	
Разность частот ΔFc, Гц	85		30		28		44		1157	

Наиболее близкими по значению внутреннего сопротивления оказались батареи №№ 1 и 10 (см. Табл.1). Далее, чуть большей разностью сопротивлений обладают пары №№ 5, 8 и 6, 9. Пары №№ 4, 7 и 2, 3 были подобраны из оставшихся АБ по противоположному принципу. То есть так, чтобы их разности были как можно больше (Табл.1).

Кроме значений внутреннего сопротивления в Табл.1 приведены значения и разности напряжений  $U$  и характеристических частот  $F_c$  для каждой пары АБ. Значения характеристической частоты были получены методом, описанным в [3].

После объединения пар, полученные 12-вольтовые АБ, устанавливались на зарядку постоянным напряжением 15,0 В (7,5 В на каждую 6-вольтовую АБ) с ограничением по току 1,1 А, что соответствует рекомендациям производителя [1]. В процессе заряда записывались зарядные характеристики (график напряжения на выводах отдельной батареи в паре) (Рисунки 1-3).

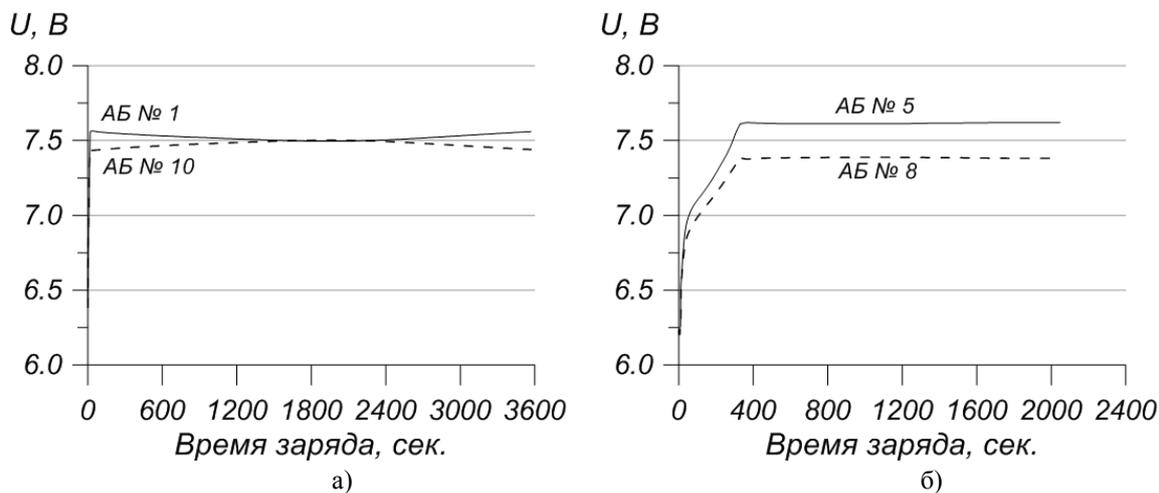


Рис.1. Зарядные характеристики АБ №№ 1, 10 (а) и 5, 8 (б)

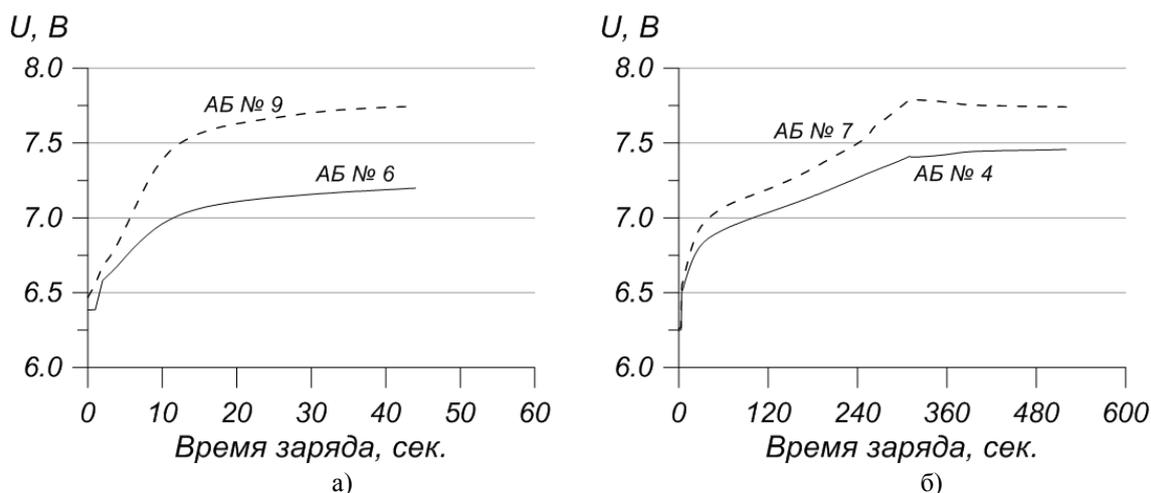


Рис.2. Зарядные характеристики АБ №№ 6, 9 (а) и 4, 7 (б)

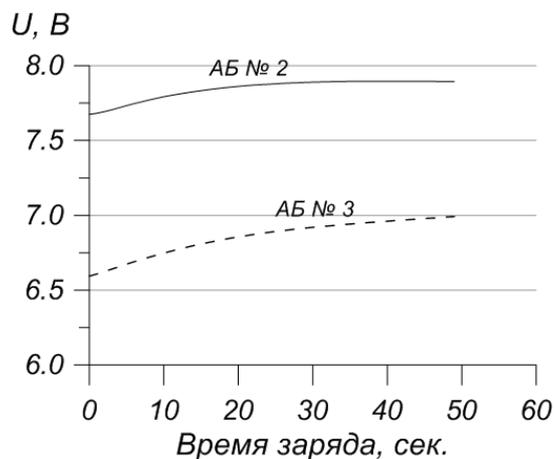


Рис.3. Зарядные характеристики АБ №№ 2, 3

Как можно видеть на Рисунке 1 (а и б), в процессе заряда графики напряжения 6-вольтовых АБ №№ 1, 10 и 5, 8 симметричны относительно напряжения 7,5 В. Максимальное абсолютное отклонение от «оси симметрии» (7,5 В) не превысило 0,066 В для АБ№№ 1, 10 и 0,124 В для АБ №№ 5, 8. Подобная симметрия наблюдается и на рис. 2б (АБ №№ 4, 7), однако «ось симметрии» несколько выше (7,6 В).

При заряде АБ №№ 6, 9 и 2, 3 (Рисунки 2а и 3) в течение минуты напряжение на одной из батарей в паре превышало значение 7,8 В. Превышение максимального напряжения заряда (7,5 В) приводит к повышенному выделению газов АБ и, как следствие, «выкипанию» электролита. Длительная работа в таком режиме приводит к ускоренной потере емкости отдельных 6-вольтовых АБ, в результате чего снижается емкость и батареи, в состав которой она входит.

Далее 12-вольтовые батареи разряжались постоянным током 7,05 А до конечного напряжения 10,5 В (5,25 В для отдельных 6-вольтовых АБ), согласно рекомендациям производителя [1]. Из пяти пар 6-вольтовых АБ только батареи №№ 1, 10 и 6, 9 показали длительный разряд (Рисунок 4).

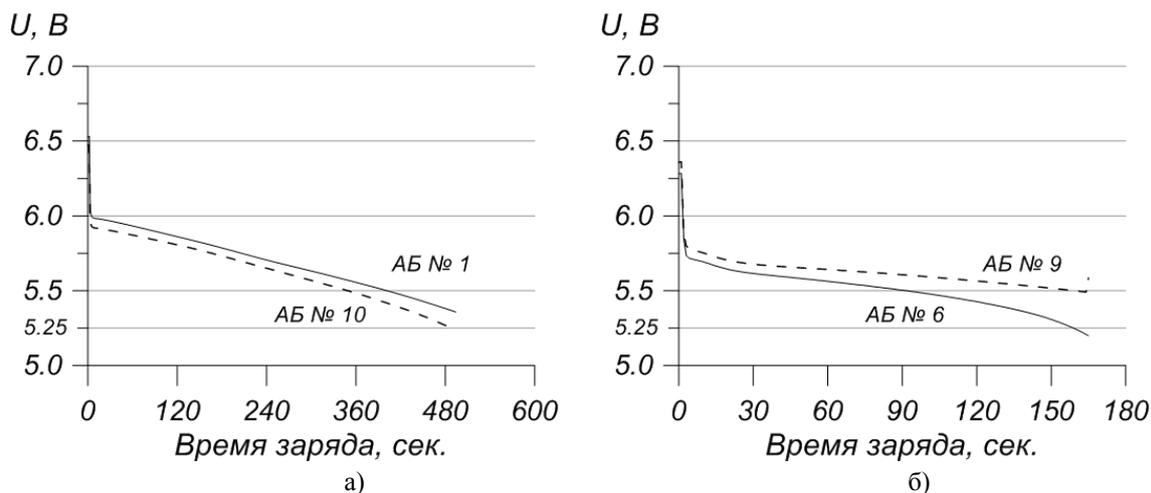


Рис.4. Разрядные характеристики АБ №№ 1, 10 (а) и 6, 9 (б)

При разряде других пар напряжение одной из батарей сразу после подключения нагрузки, снижалось до минимально допустимого напряжения 5,25 В. Это говорит о низкой остаточной емкости одной из батарей пары.

Пара АБ №№ 1, 10 достигла минимального напряжения через 8 минут (480 с.) (рис. 4а). Как можно увидеть на графике разница между напряжениями батарей №№ 1, 10 к концу разряда увеличивается, то есть АБ № 10 разряжается быстрее, чем АБ № 1. Однако для данной пары эта разница невелика и изменение напряжений обеих батарей имеет общий характер. Это говорит о близких по значению остаточных емкостях АБ №№ 1, 10.

Несколько иной вид имеет характеристика разряда пары АБ №№ 6, 9. Здесь АБ № 6 достигла минимального напряжения через ~3 минуты (170 с.) (рис. 4б). К концу разряда разница между напряжениями АБ в паре также увеличивается. Однако напряжение АБ № 6 уменьшается нелинейно (что характерно при исчерпании остаточной емкости), а напряжение АБ № 9 уменьшается линейно. Это свидетельствует о том, что АБ № 9 имеет большую остаточную емкость, чем АБ №6.

Обобщив полученные данные можно сделать вывод, о том, что метод подбора отдельных АБ в батарею только по значению их внутреннего сопротивления не дает однозначного результата. Этот метод позволяет «отсеять» сильно деградировавшие АБ с большим внутренним сопротивлением, как батарея № 2. Но при разнице между сопротивлениями АБ менее 6 мОм (что составляет 15% от заявленного производителем [1] сопротивления АБ 40 мОм) пара может оказаться, и согласованной как АБ №№ 1, 10 и не согласованной как АБ №№ 6, 9.

#### Список литературы

1. FG10451. FIAMM Sealed Power FG series [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://www.eurosep.com/fichiers-joints/web-bpb06045f.pdf>.
2. Таганова, А.А. Диагностика герметичных химических источников тока / А.А. Таганова. СПб. Химиздат, 2007. – 128 с.
3. Чупин, Д.П. Параметрический метод контроля эксплуатационных характеристик аккумуляторных батарей [Текст]: дис. канд.тех.наук. Омск, 2014. - 203 с.
4. Чупин, Д.П. Проведение экспериментальных исследований с использованием анализатора аккумуляторных батарей АЕА30V / Д.П. Чупин // Природные и интеллектуальные ресурсы Омского региона (Омскресурс-3-

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ДЛЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Николаев А.А.**

ФГБОУ ВПО МГТУ им. Носова, г.Магнитогорск, Россия

В ходе написания данной работы были исследованы проблемы оценки остаточного ресурса элементов системы электроснабжения металлургического предприятия, таких как кабельные линии электропередач. Для оценки остаточного ресурса элементов систем электроснабжения необходимо применить методику, которая основывается на обработке статистических данных по отключениям кабельных линий и реализации информации в программном модуле.[10] Объектом исследования являются кабельные линии электропередач напряжением 220, 110, 35 и 10 кВ, находящиеся на балансе сетевого цеха промышленного предприятия черной металлургии.[9] На основе проведенного исследования рекомендовано внедрить современные диагностические системы непрерывного контроля технического состояния кабельных линий и перейти к ремонту по техническому состоянию.

Ресурс сложных технических систем электроснабжения [1], электрооборудования, систем машин, приборов, инструментов, конструкций линий электропередач и сооружений является важной технико-экономической характеристикой. При существующих в настоящее время темпах прогресса в науке и технике поколения ряда оборудования и агрегатов должны заменяться примерно каждые десять лет. Фактический ресурс должен быть согласован с оптимальными значениями срока службы. К сожалению, в большинстве отраслей назначенный ресурс не достигает оптимальных с экономической точки зрения значений, а по ряду изделий средний фактический ресурс оказывается меньше назначенного. Как показывает статистика, загрузка электрооборудования с каждым годом увеличивается и растет количество присоединяемых мощностей[2], при этом резко возрастает количество отказов электрооборудования в системах электроснабжения (СЭС) промышленных предприятий. Поэтому актуальной является задача обработки данных для определения и прогнозирования значения фактического ресурса объектов СЭС.

В настоящее время используется и разрабатывается много информационных систем, методов и средств контроля и диагностики технического состояния электрооборудования. [5] Вместе с тем необходимо совершенствование существующих и разработка новых технологий и практических методов, которые обеспечивали бы более эффективное техническое обслуживание и ремонт электрооборудования по техническому состоянию. Основным направлением, определяющим повышение качества информационных технологий контроля и оценки технического состояния, следует считать интеллектуализацию процессов обработки диагностической информации с использованием технологии экспертных систем[6], которые способны обеспечить повышение качества распознавания и прогнозирования технического состояния и ресурса объекта.

В процессе эксплуатации электрооборудования, очень важно не только определять его техническое состояние (т.е. знать какими характеристиками обладает оборудование в данный момент времени) и отработанный ресурс (интегральная характеристика технического состояния), но и предвидеть техническое состояние и остаточный ресурс в будущий отрезок времени, чтобы можно было своевременно принять меры по предотвращению отказов.[7] Необходимость определения этих характеристик электрооборудования в основном возникает при продлении срока службы оборудования за пределы нормативного срока, а также при планировании контроля технического состояния с целью безопасной его эксплуатации и определения эффективной стратегии управления техническим состоянием путем своевременного переключения на резерв, вывода в ремонт или перехода на новые рабочие режимы.[4]

Определение остаточного ресурса объекта должно осуществляться на основе совокупности имеющейся информации прогнозированием его технического состояния по определяющим параметрам до достижения предельного состояния. [11]

На первой стадии прогнозирования величины остаточного ресурса должно быть показано, что в результате выполненных обследований и анализов технического состояния обеспечено выполнение (одновременное) следующих условий:

- известны параметры технического состояния объекта, определяющие параметры технического состояния, изменяющиеся соответственно выявленному механизму повреждения элементов объекта, критерии предельных состояний объекта, достижение которых возможно при развитии выявленных повреждений.

В методике должен быть обоснован выбор метода прогнозирования. При возможности непрерывного (или дискретного) контроля параметров технического состояния могут допускаться упрощенные методы, [13] при которых прогнозирование осуществляется по одному параметру технического состояния. [3]

В общем случае выбор метода должен обосновываться точностью и достоверностью полученных данных, а также требованиями точности и достоверности прогнозируемого ресурса объекта и риска его дальнейшей эксплуатации, наличия и надежности системы контроля его технического состояния. [14]

В качестве основного показателя остаточного ресурса в результате прогноза должен определяться гамма - процентный ресурс, задаваемый двумя численными значениями: наработкой и выраженной в процентах вероятностью того, что в течение этой наработки предельное состояние не будет достигнуто. [15]

Объектом исследования являются кабельные линии электропередач напряжением 220, 110, 35, 10 кВ находящиеся на балансе сетевого хозяйства системы электроснабжения металлургического предприятия.

Анализ всех отключений показал, что большая часть отключений приходится на кабельные линии напряжением 10 и 35 кВ.

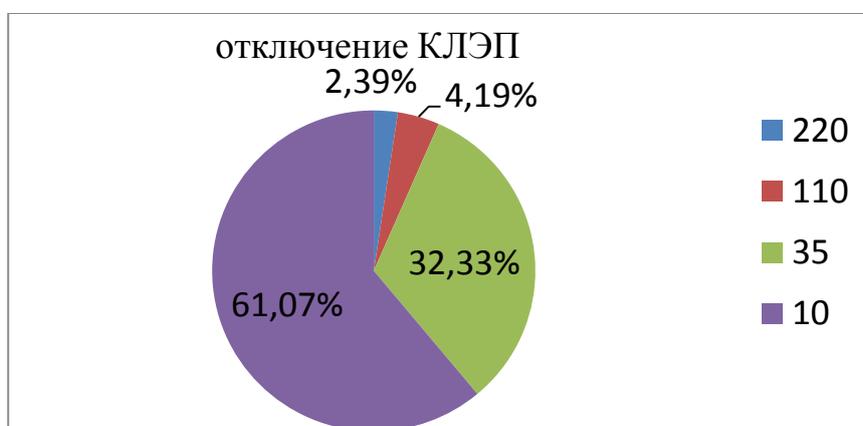


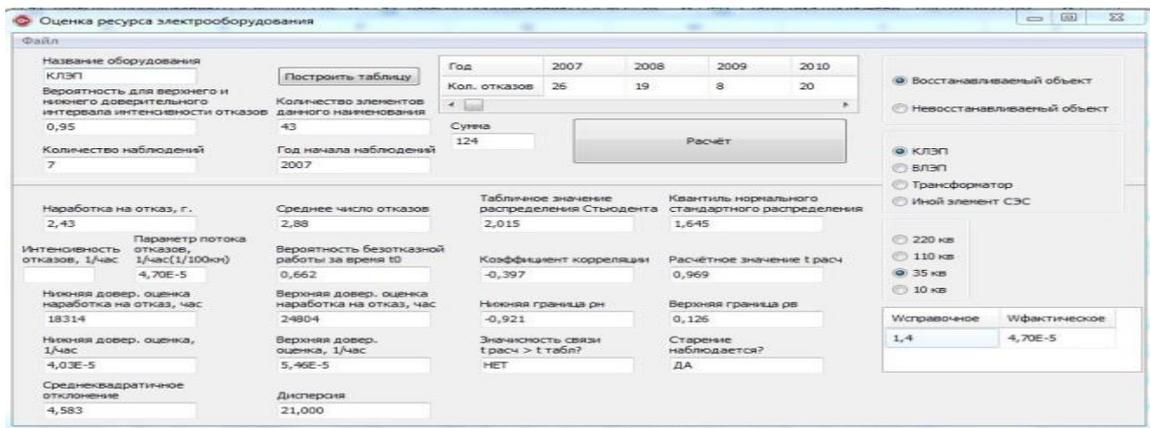
Рис.1.Отказы КЛЭП по уровню напряжения

Анализ отключений по статистическим данным кабельных линий показал, что большинство аварий приходится на напряжение 10 и 35 кВ, которое объясняется наличием доминирующего долевого состава оборудования на этот класс напряжения, а также наличием сложно построенных распределительных сетей. Общее количество отказов составляет 93,4 %, чтобы сократить количество отключений до минимума нужно внедрить нововведения, предложенные ОАО "ФСК ЕЭС" в документе о Единой технической политике.

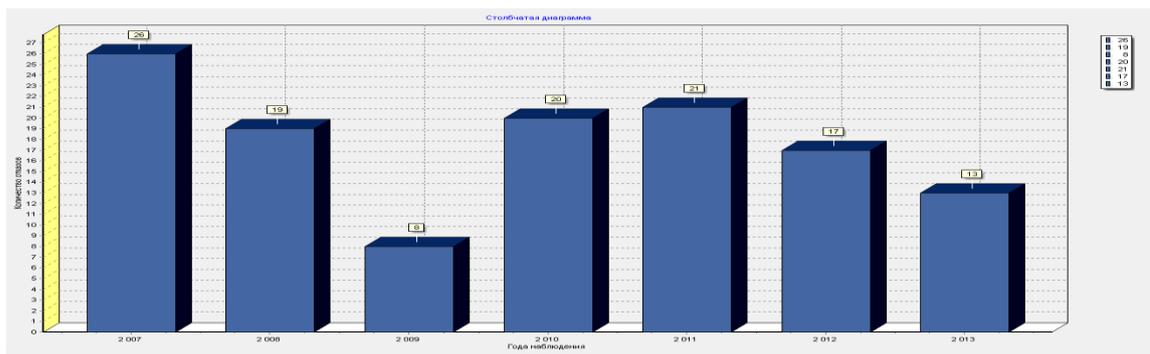


Рис.2. Статистика отключений за 2008-2013г. по участкам на напряжение 10,35,110,220 кВ

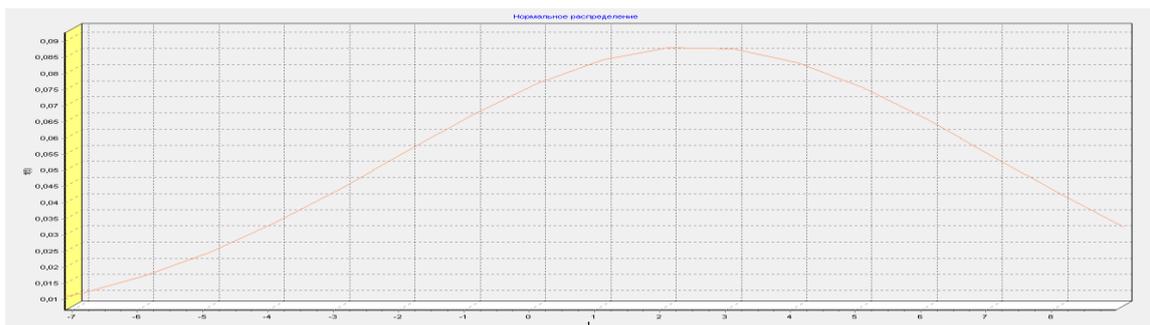
Результаты расчета оценки ресурса электрооборудования с помощью программного модуля.



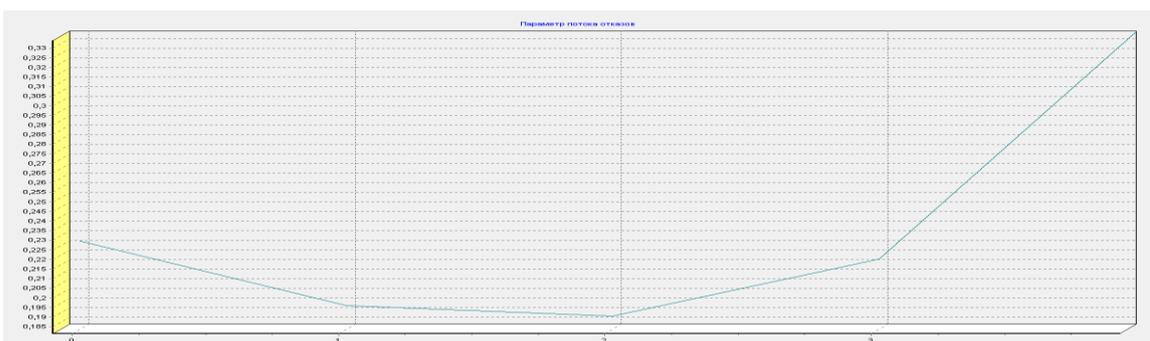
а)



б)



в)



г)

Рис.3. Анализ КЛЭП 35 кВ а) основная форма; б) столбчатая диаграмма; в) функция нормального распределения; г) функция параметра потока отказов

В заключении можно сделать следующие выводы:

После обработки результатов по КЛЭП по уровню напряжения 220,110,35,10 кВ получили данные о том, что кабельная линия электропередач напряжением 35 кВ подвержена старению. Нарботка на отказ равняется 2 годам, что для кабельной линии является критичным, значит, кабельная линия находится в зоне физического старения.

При сравнении параметра потока отказов фактического со справочным, видно, что для КЛЭП всех уровней напряжения параметр потока отказа находится на допустимом уровне  $\lambda_{справочное} \geq \lambda_{фактическое}$ . [8]

Из приведенных графических зависимостей следует, что функция плотности распределения близка к нормальному закону, а функция параметра потока отказов увеличивается с течением времени, следовательно, можно с уверенностью говорить о достоверности расчетных данных и о прогнозе старения данного элемента. При этом можно сказать, что в области малых значений  $t$  постепенные отказы влияют на надежность КЛЭП незначительно, а при длительной эксплуатации надежность снижается значительно, если определить среднюю наработку на отказ для КЛЭП-110 кВ-22 года, 35 кВ-2 года, 220 кВ-5 лет, 10 кВ-34 года, тогда чем больше количество отказов, тем меньше время безотказной работы, приходящееся на КЛЭП 35 кВ, превышающее другие линии в 5 раз.

Применение методики и реализованного по ней программного модуля [12] на основе алгоритмов технического прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования позволит уменьшить дополнительные затраты на ремонт, сократить количество отказов и длительные остановки технологического процесса, а также увеличить ресурс и наработку на отказ путем совершенствования стратегии ППР и проведения ремонтов по техническому состоянию, которые определяют его работоспособность, что позволит более полно использовать технический ресурс в целом и обеспечить надежную работу электрооборудования при минимальных затратах. [16]

### Список литературы

1. Ротанова Ю.Н. Анализ переходных процессов в системах электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями в режимах выхода на раздельную работу после короткого замыкания [Текст] / Заславец Б.И., Игуменцев В.А., Николаев Н.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. // Изв. вузов Электромеханика. – 2009. – №1. – С. 60 - 65.
2. Ротанова Ю.Н. Анализ надежности оборудования тепловой электростанции при внедрении преобразователей частоты [Текст] / Карандаев А.С., Корнилов Г.П., Карандаева О.И., Ротанова Ю.Н., Ровнейко В.В., Галлямов Р.Р. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2009. – № 34 (167). – С. 16-22.
3. Кондрашова Ю.Н. Анализ интенсивности отказов частотно-регулируемых электроприводов районных тепловых станций при нарушениях электроснабжения [Текст] / Храмшин В.Р., Одинцов К.Э., Губайдуллин А.Р., Карандаева О.И., Кондрашова Ю.Н. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2014. – Т. 14. № 2. – С. 68-79.
4. Ротанова Ю.Н. Влияние высоковольтных двигателей собственных нужд на надежность системы электроснабжения собственных нужд ТЭЦ ОАО «ММК» [Текст] / Малафеев А.В., Карандаева О.И., Ротанова Ю.Н., Буланова О.В. // Электротехнические системы и комплексы. – 2009. – № 17. – С. 96-104.
5. Ротанова Ю.Н. Исследование сходимости метода расчета установившихся режимов систем электроснабжения при работе раздельно с энергосистемой/ О.В. Буланова, В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, Ю.Н. Ротанова // Электротехнические системы и комплексы. – 2005. – № 10. – С. 129.
6. Газизова О.В. Исследование эффективности работы делительной автоматики в системе электроснабжения промышленного предприятия черной металлургии [Текст] / Газизова О.В., Малафеев А.В., Тарасов В.М., Извольский М.А. // Промышленная энергетика. – 2012. – № 10. – С. 12-17.
7. Ротанова Ю.Н. Исследование динамической устойчивости систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями при отделении от энергосистемы в результате короткого замыкания [Текст] / А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2008. – № 17 (117). – С. 72-74.
8. Ротанова Ю.Н. Методика прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования при эксплуатации [Текст] / Одинцов К.Э., Ротанова Ю.Н., Карандаева О.И., Мостовой С.Е., Шилиев П.В. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2010. – № 3-1. – С. 192-198.
9. Ротанова Ю.Н. Определение асинхронной мощности синхронных генераторов в расчетах электромеханических переходных процессов при несимметричных режимах [Текст] / Буланова, О.В., Малафеев А.В., Николаев Н.А., Ротанова Ю.Н., Панова, Е.А. // Электрика. – 2010. – № 8. – С. 24-26.
10. Ротанова Ю.Н. Представление машин переменного тока в расчетах динамической устойчивости систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями /Б.И. Заславец, В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2008. – №1 (111). – С. 3-8.
11. Ротанова, Ю.Н. Повышение устойчивости системы электроснабжения промышленного предприятия с собственными электростанциями при коротких замыканиях / Ю.Н. Ротанова: дис. на соиск. ст. канд. техн. наук: 05.09.03. // МГТУ – Магнитогорск: 2008. – 174 с.

12. Программа расчета показателей отказоустойчивости и ресурса электрооборудования // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2014618588 / Г.П. Корнилов, Ю.Н. Кондрашова, Ар.А. Николаев, С.А. Евдокимов, Ан.А. Николаев, М.М. Гладышева. Заявлено 01.07.2014, № 2014616299. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26.08.2014.
13. Ротанова Ю.Н. Расчет динамических характеристик синхронных и асинхронных двигателей промышленных предприятий с целью анализа устойчивости систем электроснабжения [Текст] / Игуменцев В.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2006. – № 2. – С. 71-75.
14. Кондрашова Ю.Н. Расчет показателей надежности электрооборудования // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2011611133 / А.С. Карандаев, Ю.Н. Кондрашова, К.Э. Одинцов, О.И. Карандаева // ОБПБТ. 2011. №2. С. 275
15. Кондрашова Ю.Н. Разработка методики прогнозирования отказов сложных электротехнических систем на примере электрических систем / Ю.Н. Кондрашова, М.М. Гладышева. Арт.А. Николаев, А.А. Николаев. // Технические науки: от теории к практике-Новосибирск: НП "СибАК", 2014. -№33.-С. 101-108.
16. Ротанова Ю.Н. Расчет динамических характеристик синхронных и асинхронных двигателей промышленных предприятий с целью анализа устойчивости систем электроснабжения / В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова // Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2006. - № 2. – С. 71.-75.

## ТЕРМИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР НАГРЕВА МЕТАЛЛА ТРУБ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕЙ

**Тырникова Ю.В., Зажигаева К.В.**

ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова, РФ, г.Новочеркасск

Основу процессов, происходящих в трубах котлов, составляет теплообмен. Практически все электростанции, даже те, что выдают базовую нагрузку, работают в маневренных режимах (возможно включение в работу различного количества блоков, плановый останов блока на ночь и др.). Поэтому реальные процессы теплообмена в поверхностях нагрева котлов всегда имеют нестационарный характер. Динамика температур нагрева имеет тенденцию к колебательным процессам в диапазонах, определенных чувствительностью систем регулирования. Сброс нагрузок дает резкое снижение температур, ввод в работу остановленного блока – всплеск. На термические напряжения металлов действуют не только амплитуда колебаний, но и скорость изменения и период колебаний температур (динамика процесса). Известно, что циклические изменения температурных полей оказывают большое влияние на прочность металла и, как следствие, на надежность работы котельного оборудования [1]. Поэтому, задачу обеспечения надежной работы котельного оборудования ТЭС невозможно решать без учета количественных и качественных характеристик колебаний температур на трубах экранных поверхностей нагрева и особенно пароперегревателях, т.к. аккумуляция тепла в воде и насыщенном паре значительно отличается от аккумуляции тепла в перегретом паре.

С целью контроля колебаний температур металла ширм пароперегревателей в процессе эксплуатации на котле 8-го блока НчГРЭС на ширмовых пароперегревателях были установлены специальные датчики. Ширмы пароперегревателя изготовлены из аустенитной стали X18N12, размер труб змеевиков – Ø32x5. Температурный режим поверхности нагрева контролируется с помощью контрольно-измерительной аппаратуры – стандартных термопар, которые расположены на входных и выходных змеевиках ширмовых пароперегревателей I и II ступени первого (Рисунок 1) и второго корпусов котла в точках, отражающих определенную температурную зону (на втором корпусе котла термопары установлены аналогично). Из Рисунка 1 видно, что датчики находятся в одной температурной зоне.

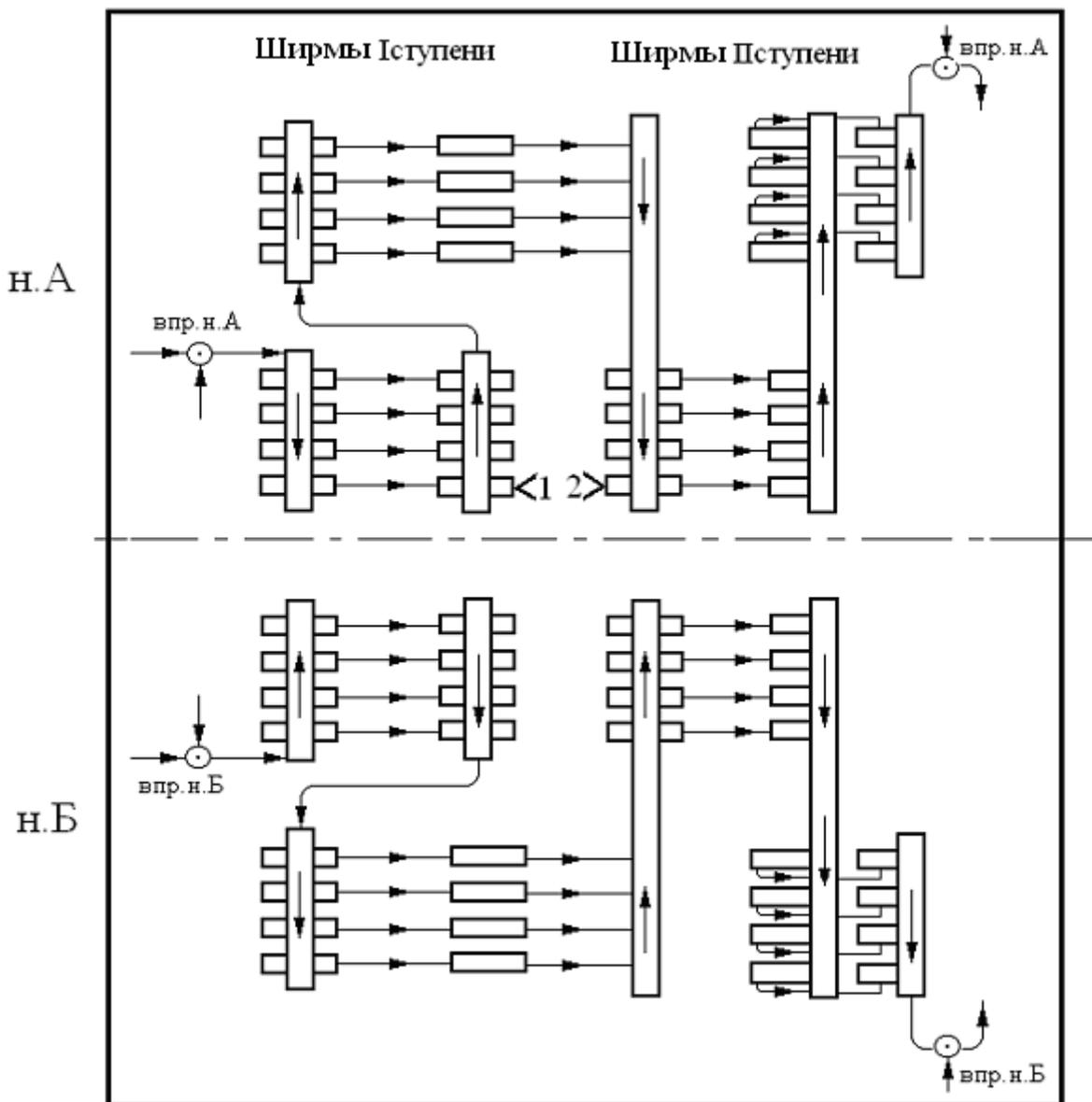


Рис.1. Схема расположения термопар на ШПП на первом корпусе котла:

1 – термопара на первом выходном змеевике первой ширмы I ступени; 2 – термопара на первом входной змеевике первой ширмы II ступени

На Рисунке 2 представлены изменения температуры на первом входном и первом выходном змеевиках первой ширмы ШПП, снятые с термопар в течение 1,5 – 2 ч. Из рисунка видно, что на первом корпусе динамика температуры носит ярко выраженный колебательный характер без резких пиков; период колебаний составляет в среднем 5,5 мин; разница между минимальной и максимальной температурами на входном змеевике составляет 32°C, на выходном – 38°C. На втором корпусе имеется явная зона всплеска температур; период колебаний составляет около 4 мин; разница между минимальной и максимальной температурами на входном змеевике составляет 47°C, на выходном – 54°C.

Следует отметить, что термопары стоят на внешней поверхности трубы, а источником колебаний температур является пар, протекающий внутри труб. Отсюда можно сделать вывод, что колебания температур внутри трубы происходят с большей амплитудой. Разности между максимальной и минимальной температурами внутри трубы превышают ранее указанные значения и в еще большей степени влияют на появление термических напряжений в металле.

Данные колебания можно объяснить впрыском, который вызывает изменения аккумулируемой теплоты теплоносителя. Аккумулируемая теплота определяется из уравнения [2]:

$$\frac{dQ_{m.nn}}{d\tau} = V \left[ \rho c \frac{dt}{d\tau} + t \frac{d(\rho c)}{d\tau} \right], \quad (1)$$

где  $V$  — объем парового (газового) пространства теплообменника,  $\text{м}^3$ ;

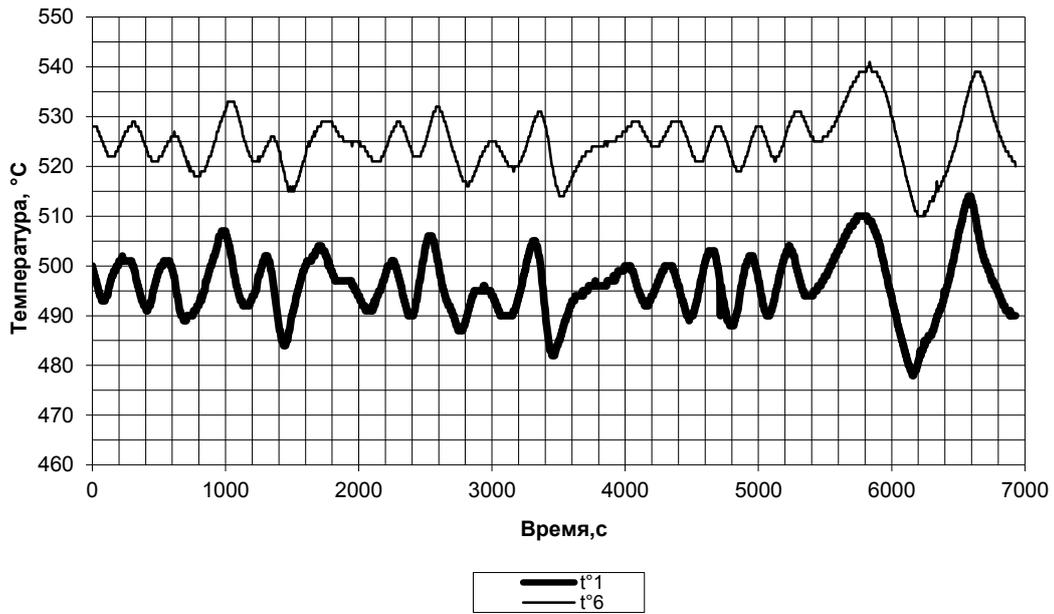
$\rho$ ,  $c$ ,  $t$  — плотность,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , теплоемкость,  $\text{кДж}/(\text{кг} \text{K})$ , температура,  $^{\circ}\text{C}$ , среды.

Уравнение (1) можно преобразовать к виду

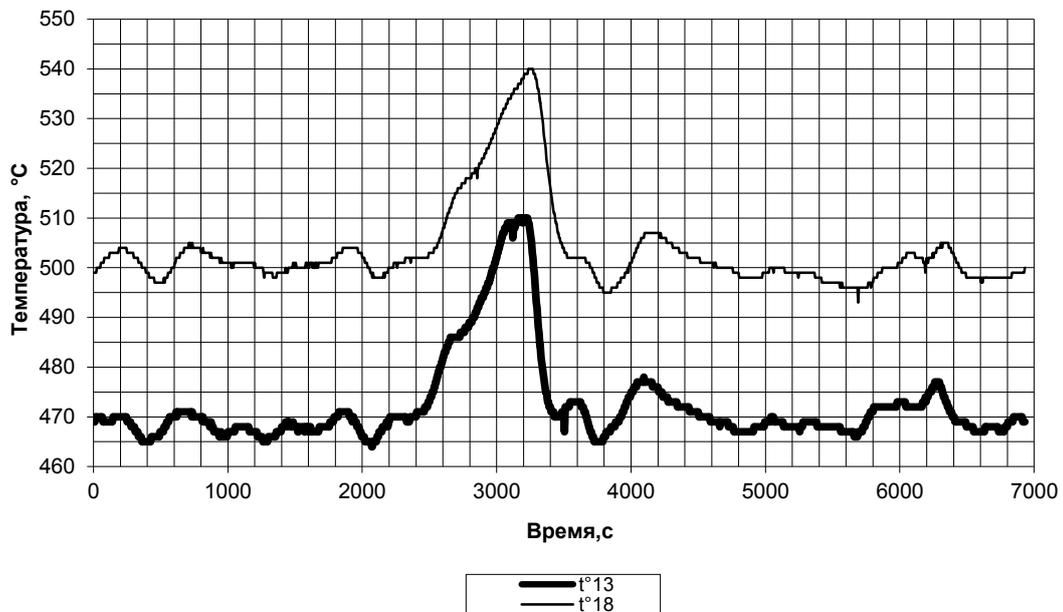
$$\frac{dQ_{m.nn}}{d\tau} = V \left[ \rho c + t \frac{\partial(\rho c)}{\partial t} \right] \frac{dt}{d\tau} = V A_{\phi} \frac{dt}{d\tau}, \quad (2)$$

где  $A_{\phi} = \rho c + t \frac{\partial(\rho c)}{\partial t}$  — вспомогательный параметр, характеризующий аккумулярующие возможности

теплоносителя барабанного котла,  $\text{кДж}/(\text{м}^3\text{K})$ .



а)



б)

Рис.2. Колебания температуры на ширмовых пароперегревателях:

а) первый корпус котла:  $t^{\circ}1$  – термопара на первом выходном змеевике первой ширмы I ступени;  $t^{\circ}6$  – термопара на первом входной змеевике первой ширмы II ступени;

б) второй корпус котла:  $t^{\circ}13$  – термопара на первом выходном змеевике первой ширмы I ступени;  $t^{\circ}18$  – термопара на первом входном змеевике первой ширмы II ступени

Объемы газового  $V_g$  или парового  $V_n$  пространств пароперегревателя котла с естественной циркуляцией – величины постоянные. Таким образом, на величину  $dQ_{m,nn}/d\tau$  могут влиять только скорость изменения температуры ( $dt/d\tau$ ) и параметр  $A_6$ , учитывающий изменение температуры, давления и теплоемкости среды при переходных режимах в барабанном котле.

В газовом объеме пароперегревателя давление при переменных режимах практически не изменяется и, как показывают расчеты, накопление аккумулируемой теплоты здесь происходит по аperiодическому закону

достаточно быстро (в сотые доли секунды) в зависимости от вида возмущения при положительных сомножителях уравнения (2).

Следует отметить, что слагаемые уравнений (1) и (2) для парового пространства пароперегревателя имеют разные знаки, так как для пара докритического давления плотность и теплоемкость уменьшаются с увеличением температуры. Поэтому изменение аккумуляции теплоты в массе пара пароперегревателя может быть, как положительным, так и отрицательным в зависимости от доминирующей величины изменений температуры или комплекса  $\rho_n c_n$ . Следовательно, в паровом пространстве пароперегревателя переходной процесс протекает более сложно, так как сопровождается изменениями температуры и давления.

#### Список литературы

1. Федорченко Г.С., Ефимов Н.Н., Тырникова Ю.В. Диагностика работоспособности поверхностей нагрева // Приоритетные направления развития энергетики на пороге XXI века и пути их решения: Сб. научн. тр./ Юж. -Рос. гос. техн. ун-т.– Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000. – С. 15-17.
2. Ефимов Н.Н. Основные закономерности изменения количества аккумулированного тепла в пароперегревателях // Теплоэнергетика. 1999. №11.– С.36-40.

### УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕАКТОРОВ ПО КРИТЕРИЮ РАДИАЦИОННОГО ОХРУПЧИВАНИЯ

Постников Н.Н., Постников Д.Н.

Курская область, г.Курчатов

Атомная энергия перспективное направление в энергетике, а сами атомные электростанции станции, их реакторы и системы ядерной и радиационной безопасности, становятся всё совершеннее. Остаётся лишь нерешённая проблема, в области продления срока эксплуатации атомных электростанций, в частности продление срока службы реактора. Реактор является сердцем станции и, к сожалению, единственным незаменимым элементом. Поэтому, когда срок службы эксплуатации подходит к концу, чтобы не нарушать энергетической безопасности, что повлечет за собой нехватку электроэнергии, приходится строить новые атомные электростанции, а старые, впоследствии, при введении новых реакторов в работу консервировать. При проектировании АЭС закладывается определенный срок службы реактора, но этот срок службы так, же зависит от самой эксплуатации реактора.

Строительство новых атомных электростанций, взамен станций, у которых подходит к концу эксплуатационный срок, не всегда укладывается в проектные сроки, и, следовательно, реактором продлевается срок службы. Проводится экспертная оценка по специально разработанным технологиям. Но продление жизни реактора возможно лишь на 10-15 лет, и в конечном итоге сердце АЭС «угаснет». В настоящее время есть технология, которая способна продлить срок службы новых реакторов, эта технология материал изготовления самого реактора. Сталь марки 15X2МФА-А инновационный, отечественный продукт.

В процессе эксплуатации реактора, под действием нейтронного облучения происходит искажение кристаллической решётки материала, в следствии чего, материал становится более хрупким, и теряет свою пластичность. Под воздействием радиации в самом материале происходят диффузионные процессы, что тоже негативно влияет на реактор и приводит к потере эластичности. С диффузией можно бороться, изменив состав стали. В стали 15X2МФА-А диффузионные процессы минимизированы, так как материал подвергается высокой степени очистки от примесей. Существуют модификации стали А и Б для корпусных реакторов нового поколения.

В состав стали модификации А 15X2МФА введён никель, как легирующий элемент в пределах 0,2-0,4%. Модификация Б содержание никеля находится в пределах 0,6-0,8 %. Такое содержание никеля не приводит к заметному повышению темпа радиационного охрупчивания, а с учетом сделанной корректировки содержание хрома позволяет обеспечить хорошую прокаливаемость стали в больших сечениях. Обе модификации реакторной корпусной стали обладают высокой радиационной стойкостью вплоть до флюенса нейтронов  $F=3 \cdot 10^{20}$  н/см<sup>2</sup>.

Данные стали обладают повышенной стабильностью механических характеристик в условиях воздействия рабочей температуры и облучения нейтронным потоком при эксплуатации. Качество заготовок (поковка, плита, листовая и штампованная заготовка) обеспечивается специальной технологией, разработанной с применением элементов численного моделирования технологических процессов изготовления крупногабаритных заготовок,

начиная от отливки слитка до термической обработки (Рисунок 1), а также комплексной системой контроля качества в процессе производства с проведением авторского надзора. 15X2МФА-А: 15 означает, что содержание углерода не превышает 0,15%; X2 — больше 2% хрома, точнее 2,5%; М — до 1% молибдена; Ф — до 0,35% ванадия, А — чистая по примесям, а вторая А означает, что особо чистая. Примеси, а в стали это обычно фосфор и медь, как раз больше всех диффундируют, поэтому суперочистка — неперемнное условие для суперматериала.

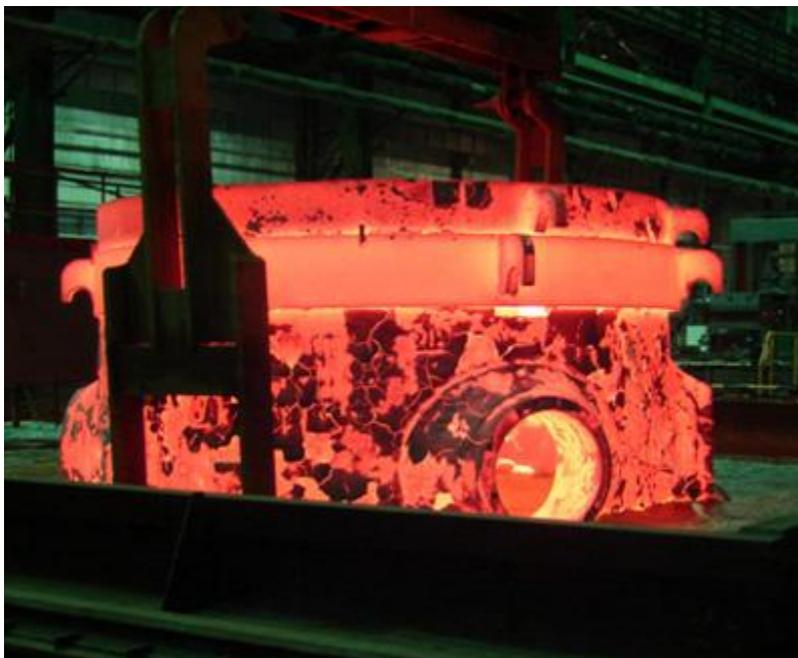


Рис.1. Термообработка заготовки корпуса реактора ВВЭР-1000

В стали «Прометей» порядка 0,005% фосфора и 0,15% меди. В обычных сталях, к примеру, допускается содержание фосфора до 0,05%. В настоящее время изготавливаются три компонента корпуса атомного реактора проекта ВВЭР-ТОИ, на заводе «Энергомашспецсталь», которые могут быть использованы для строительства Курской АЭС-2. Усовершенствованные теплоустойчивые радиационно-стойкие стали марок 15X2МФА-А мод. А и 15X2МФА-А мод. Б обладают конкурентными преимуществами:

- Обеспечение категории прочности КП45 в крупногабаритных заготовках с толщиной стенки под термическую обработку до 660 мм при исходном значении критической температуры хрупкости  $T_{k0}$  не выше минус 35°C.
- Высокое сопротивление радиационному и тепловому охрупчиванию в процессе эксплуатации, обеспечивающее проектный ресурс КР не менее 60-80 лет с возможностью его пролонгации.
- Обеспечение стабильности рабочих характеристик в течение длительного срока эксплуатации.
- Превосходит отечественные и зарубежные аналоги при сопоставлении значений рабочих характеристик.

Стали марок 15X2МФА-А мод. А и 15X2МФА-А мод. Б по своим механическим и служебным характеристикам превосходят отечественные и зарубежные аналоги. При сравнении характеристик данных сталей и зарубежного аналога (сталь А533В-1) видно существенное превосходство аналогичных показателей сталей, разработанных ФГУП «ЦНИИ КМ

Таблица 1

«Прометей»»

Марка стали	15X2МФА-А мод. А 15X2МФА-А мод. Б	А533В -1 (США)
Толщина поковок	до 660 мм	До 200-300 мм
Механические свойства при растяжении при комнатной температуре	$\sigma_b \geq 610 \text{ МПа}$ $\sigma_{0,2} \geq 490 \text{ МПа}$	$\sigma_b \geq 590 \text{ МПа}$ $\sigma_{0,2} \geq 345 \text{ МПа}$

Критическая температура хрупкости	Не выше минус 35°С	Не выше 0°С
Коэффициент радиационного охрупчивания	Не выше 9	23

Внедрение новых модификаций стали в практику позволит практически снять вопрос об ограничении срока эксплуатации реакторов по критерию радиационного охрупчивания.

#### Список литературы

1. Сайт Наука и жизнь, дата обращения 20.01.2016
2. Сайт Минобрнауки России, дата обращения 20.01.2016

### СЕКЦИЯ №6. ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

#### РАСЧЕТ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРИКОНТУРНЫХ ПОРОДАХ ВОКРУГ ВЫРАБОТКИ С АНКЕРНОЙ КРЕПЬЮ

Демин В.Ф., Грачев И.А., Демина Т.В., Стефлюк Ю.Ю.

КарГТУ, Республика Казахстан, г. Караганда

Проведенные исследования позволили определить степень влияния горно-технических условий разработки на смещения в приконтурных породах при различных видах крепи в выемочных выработках. Выявленные закономерности деформаций могут быть использованы при расчетах проявлений горного давления при проведении выработок при различных горнотехнических условиях эксплуатации.

Ключевые слова: горные выработки, исследование деформационных процессов, параметры крепления, геомеханические процессы, анкерная крепь, проявления горного давления, технологические схемы, устойчивость породных обнажений, дефектность горных выработок, горнотехнические факторы, схемы развития горных работ, технология, напряженно-деформированное состояние, угле-породный массив, контуры горных выработок, параметры крепления, конвергенция.

Исследовано напряженно-деформированное состояние массива горных пород с использованием программно-методического комплекса ANSYS вокруг выработок в условиях шахты «Абайская» Карагандинского угольного бассейна при технологической схеме проведения оконтуривающей выемочный столб выработки – конвейерного штрека 31к<sub>12</sub>-ю с прямоугольным сечением, площадью 15 м<sup>2</sup> (ширина 5,0 и высота 3,0 м) при глубине разработки 390 м и геологической мощности пласта к<sub>12</sub>, равной 6м.

На Рисунке 1, а представлена расчетная схема модели с граничными условиями: на линии *AB* отсутствуют перемещения  $U_x$  и  $U_y$ ; на линиях *AD* и *BC* отсутствует перемещение  $U_x$ ; на линию *DC* действует нагрузка  $\gamma H = 8,72$  МПа; на Рисунке 1,б – модель, представленная конечными элементами в виде равностороннего треугольника с размером стороны 0,2–0,3 м.

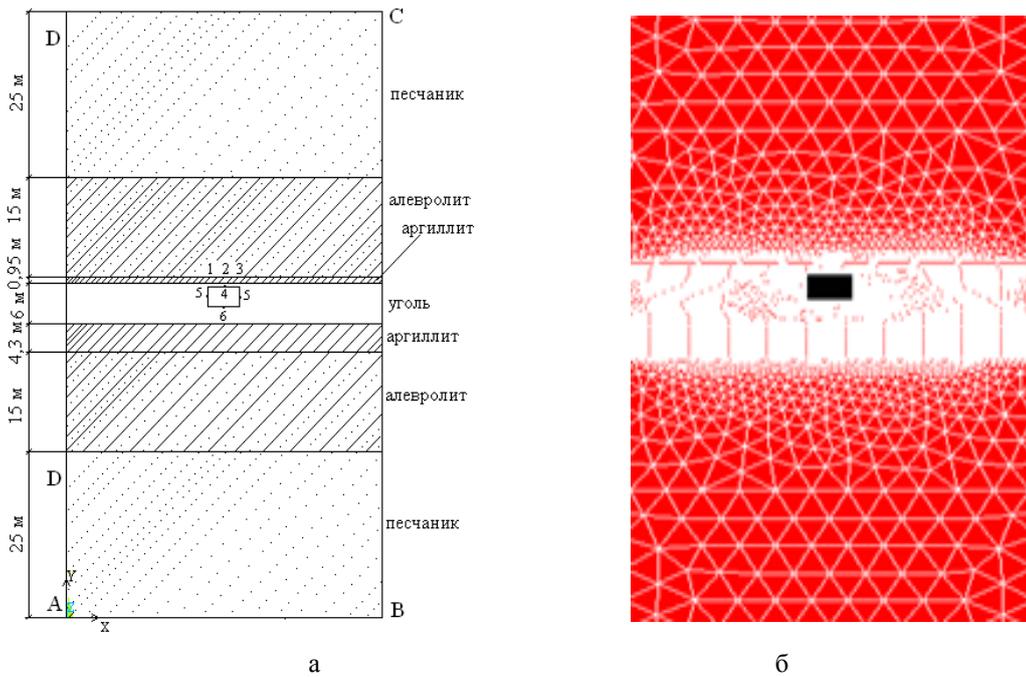
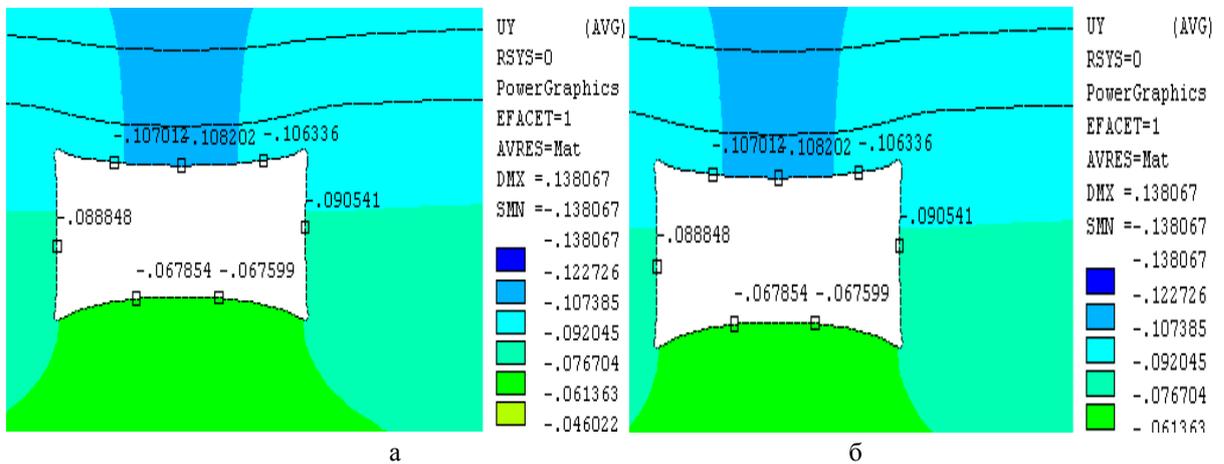


Рис.1. Расчетная схема модели приконтурных пород (а), разбитая на конечные элементы (б) вокруг горной выработки

Численным моделированием определены вертикальные перемещения: кровли  $-U_{кр.} = 108$  мм, почвы  $-U_{i\pm} = 68$  мм и боков  $-U_{б.} = 89$  мм, по исследуемым точкам 4, 6, 5 Рисунка 1,а контуров выработки согласно распределению вертикальных перемещений в массиве боковых пород представлено на Рисунке 2,а с распределением вертикальных напряжений ( $\sigma_y$ ) в массиве приконтурных пород в кровле выработки в точках 1, 2, 3 (см. Рисунок 1,а), представляется зависимостью Рисунка 2,в.



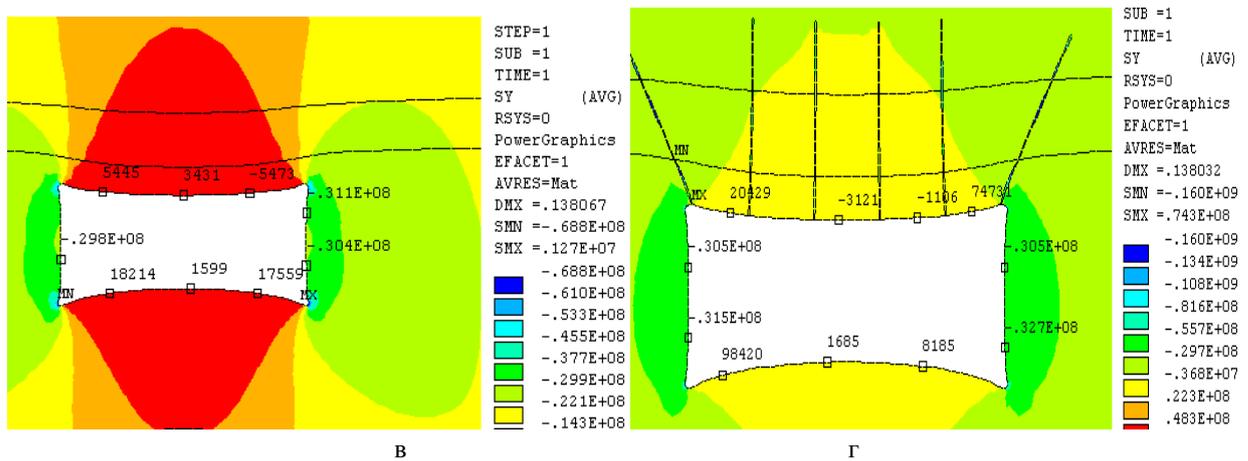


Рис.2. Эпюры вертикальных перемещений (а, б) и нормальных напряжений (в, г) боковых пород

Нормальные напряжения имеют следующие значения: в кровле  $\sigma_y = -65,33$ , в боках  $\sigma_y = -29,78$ , в почве  $\sigma_y = -69,57$  МПа.

При креплении кровли выработки анкерами при их длине 2,4 м (с вертикальным расположением) и диаметре 0,022 м, вертикальные перемещения:  $U_{\text{ед.}} = 108$ ,  $U_{\text{г.}} = 67$ ,  $U_{\text{а.}} = 89$  мм, соответствующих точкам 4, 6, 5 Рисунка 1,б с распределением нормальных перемещений по параболической зависимости. Нормальные напряжения при этом имеют следующие значения: в кровле  $\sigma_y = -60,22$ , в боках  $\sigma_y = -29,26$  и в почве  $\sigma_y = -68,83$  МПа.

Расчетные перемещения по паспорту проведения и крепления забоя конвейерного штрека 31к<sub>12</sub>-ю шахты «Абайская» Карагандинского угольного бассейна составляют  $U_{\text{ед.}} = 106,6$ ,  $U_{\text{нч.}} = 187$ ,  $U_{\text{б.}} = 84,08$  мм. Сравнивая данные значения с данными, полученными численным методом, можно заключить следующее, что погрешность вычисления перемещений: в кровле между численным и аналитическим методом около 2%; в боках между численным и аналитическим методом около 6%; в почве, полученные аналитическим путем в 2,8 раза больше перемещений, полученных численным методом.

Рассматривая распределения нормальных напряжений  $\sigma_y$  в случае, когда кровля не закреплена анкерами, проверяется прочность каждого слоя: песчаник  $\sigma_y = 14,3$  МПа  $< \sigma_{\text{сжс}}$  ( $30 < \sigma_{\text{сжс}} < 150$  МПа); алевролит в зоне кровли выработки  $\sigma_y = 14,3$  МПа  $< \sigma_{\text{сжс}}$  ( $30 < \sigma_{\text{сжс}} < 95$  МПа); аргиллит в зоне кровли выработки  $\sigma_y = 6,5$  МПа  $< \sigma_{\text{сжс}}$  ( $12 < \sigma_{\text{сжс}} < 70$  МПа); уголь в зоне кровли выработки  $\sigma_y = 6,5$  МПа  $< \sigma_{\text{сжс}}$  ( $13 < \sigma_{\text{сжс}} < 30$  МПа).

Проверяя на прочность те же слои для случая, когда кровля закреплена анкерами: песчаник  $\sigma_y = 29,7$  МПа  $< \sigma_{\text{сжс}}$  ( $30 < \sigma_{\text{сжс}} < 150$  МПа); алевролит  $\sigma_y = 29,7$  МПа  $< \sigma_{\text{сжс}}$  ( $30 < \sigma_{\text{сжс}} < 95$  МПа); аргиллит в зоне кровли выработки  $\sigma_y = 3,68$  МПа  $< \sigma_{\text{сжс}}$  ( $12 < \sigma_{\text{сжс}} < 70$  МПа); уголь в зоне кровли выработки  $\sigma_y = 3,68$  МПа  $< \sigma_{\text{сжс}}$  ( $13 < \sigma_{\text{сжс}} < 30$  МПа).

Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния угля вмещающих породных массивов в зависимости от горно-геологических факторов позволят в конкретных условиях эксплуатации устанавливать рациональные параметры крепления боковых пород для повышения устойчивости подготовительных горных выработок.

На базе произведенных исследований рекомендуется способ крепления подготовительной горной выработки в зонах с неравномерным горным давлением. На Рисунке 4 представлен общий вид технологической

схемы предлагаемого способа. Сущность его состоит в применении в угловых анкерах элементов податливости, чем компенсируются растягивающие и сжимающие напряжения в углах контура выработки.

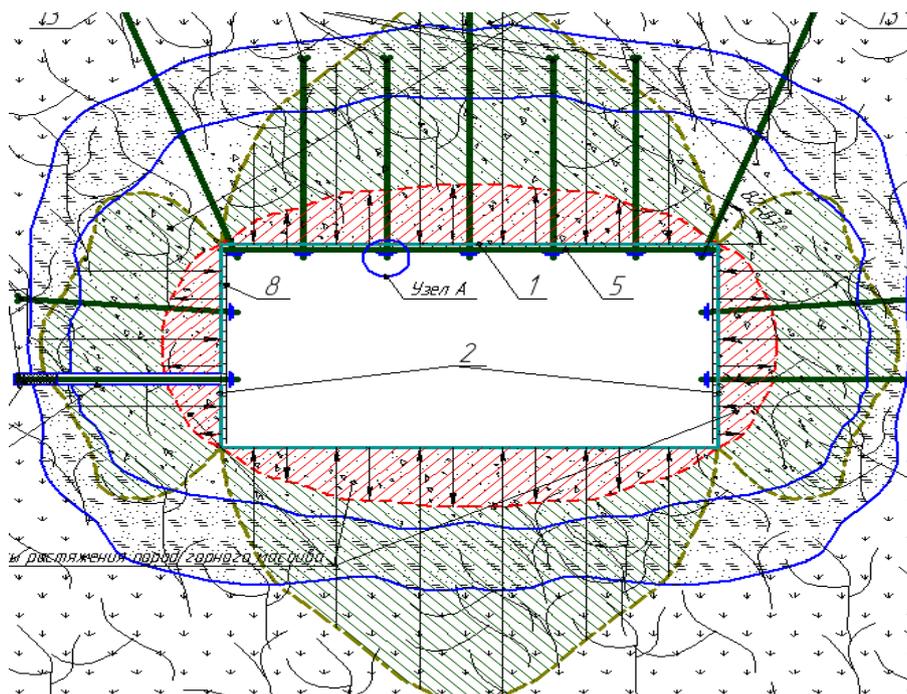


Рис.4. Способ крепления подготовительной горной выработки в зонах с неравномерным горным давлением

Влияния угла наклона анкера на напряженно-деформированного состояния массива горных пород с выработкой

Рассмотрена выработка, закрепленная анкерами для исследования изменений напряжений в массиве горных пород в зависимости от угла наклона анкеров в кровле. Расчетные параметры: длина анкера 2,4 м; диаметр 0,022 м; сечение выработки 17,5 м<sup>2</sup>; глубина разработки  $\gamma H = 8,7$  МПа.

Во вмещающих породах подготовительной выработки наблюдается деформированное состояние приконтурного массива горных пород, которое не всегда возможно снизить анкерами стандартной длины (1-го уровня) - Рисунок 5. При поддержании на границе с выработанным пространством важным является угол наклона анкеров глубокого заложения, чтобы они не попали в область обрушения пород кровли за лавой.

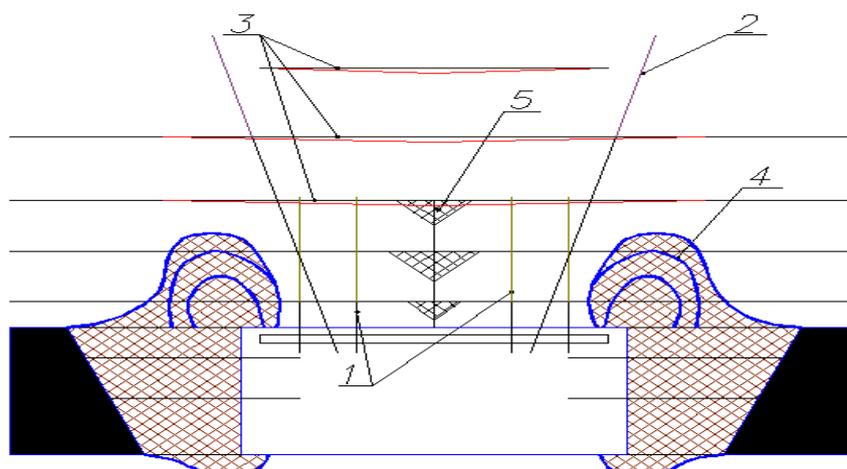


Рис.5. Схема деформированного состояния приконтурного массива подготовительной выработки  
1 – сталеполимерные анкера стандартной длины; 2 – анкера глубокого заложения; 3 – трещины расслоения; 4 – область концентрации касательных напряжений и дезинтеграции пород кровли; 5 – пластический шарнир.

Выявлены закономерности изменения напряженно-деформированного состояния угля вмещающих породных массивов в зависимости от горно-геологических факторов, позволяющих в конкретных условиях

эксплуатации устанавливать рациональные параметры крепления боковых пород для повышения устойчивости подготовительных горных выработок.

Получены эмпирические зависимости изменения максимальных нормальных напряжений в зависимости от изменения длины анкера.

Получены эмпирические зависимости изменения максимального нормального напряжения от угла наклона анкера, для выработки прямоугольного сечения. При изменении угла наклона анкеров изменяются нормальные напряжения по оси «у» и касательные напряжения. Минимальные напряжения возникают когда  $\alpha = \beta = 75 - 82^\circ$ . Зависимости максимальных нормальных по оси «у» и касательных напряжений в зависимости от угла наклона анкера – Рисунок 6:

$$\sigma_{\max}^y(\alpha) = 2,7 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^4 - 5,9 \cdot 10^{-3} \cdot \alpha^3 + 0,4 \cdot \alpha^2 - 13,1 \cdot \alpha + 153,5$$

$$\tau_{\max}(\alpha) = 9,4 \cdot 10^{-3} \cdot \alpha^2 - 1,6 \cdot \alpha + 94,4. \quad (1)$$

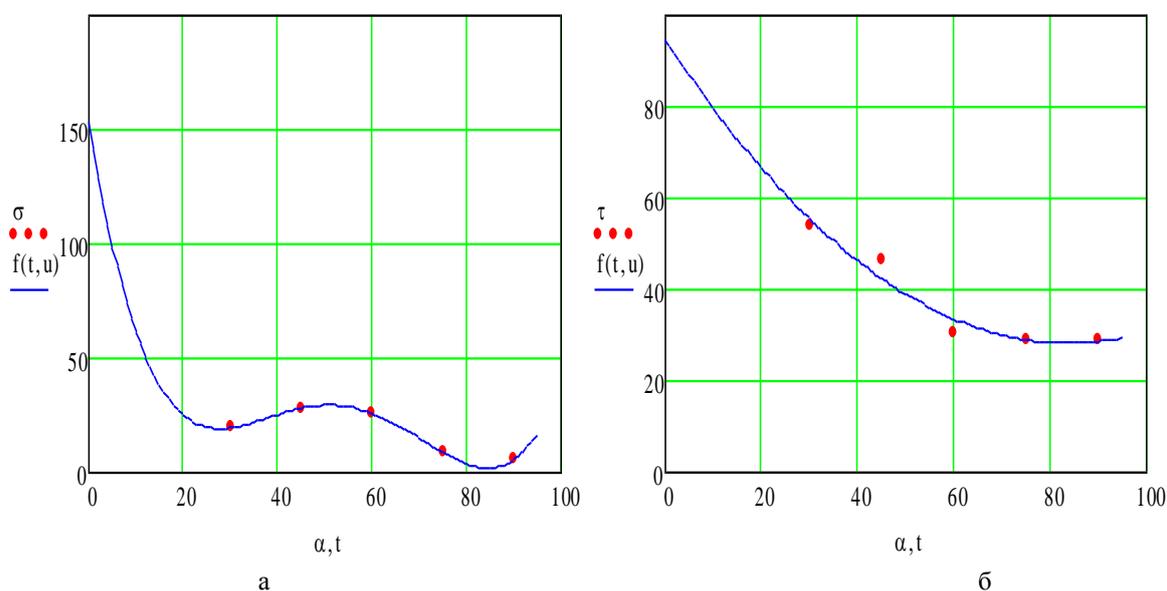


Рис.6. Зависимость максимальных нормальных (а) напряжений по оси «у» и касательных (б) в зависимости от угла наклона анкера ( $\sigma(\alpha) = f(t,u)$ )

Проведены исследования напряженно-деформированного состояния вмещающих пород в зависимости от мощности слоя легкообрушающихся пород при разной длине анкерирования, которые позволили установить характер поведения боковых пород по зонам их расположения (Рисунок 7, а, б).

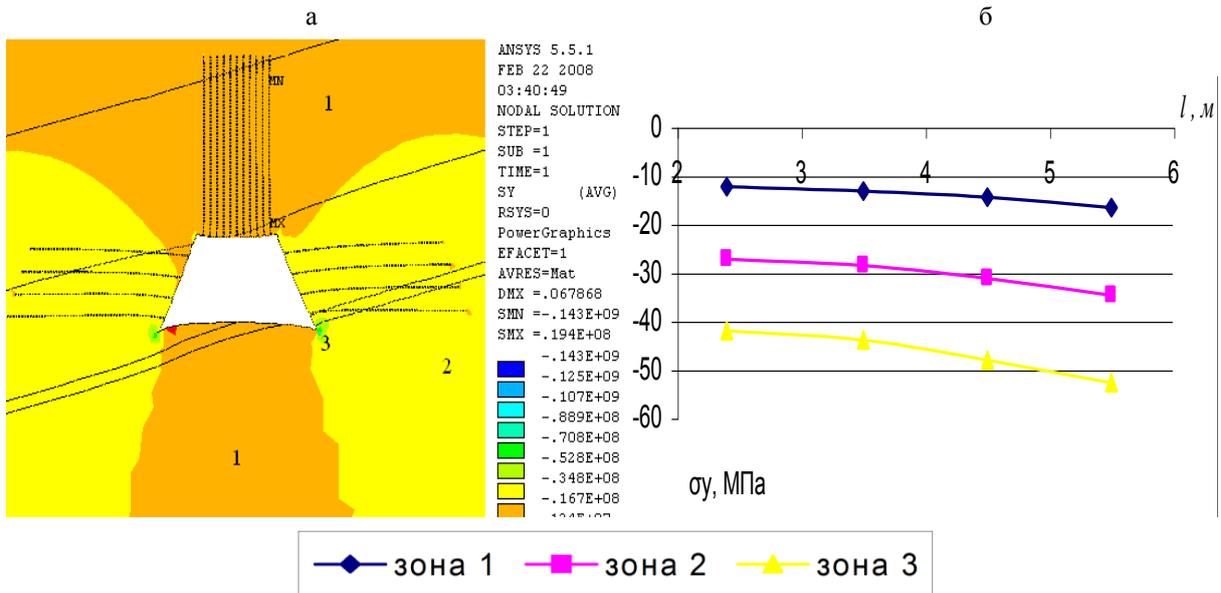


Рис.7. Эпюра распределения (а) и зависимость и нормальных напряжений (б) во вмещающих породах от глубины их анкерирования

Слой аргиллита 5,0м, длина анкера  $l=3,5$ м.

Зависимости изменения напряжений в зонах 1, 2, 3 с изменением длины анкера для слоя аргиллита:

$$\begin{aligned}
 \sigma(l) &= -1,4 \cdot l - 8,8 \text{ (1 зона)}, \\
 \sigma(l) &= -2,4 \cdot l - 20,9 \text{ (2 зона)}, \\
 \sigma(l) &= -3,5 \cdot l - 32,9 \text{ (3 зона)}.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

При сводчатой (арочной) форме поперечного сечения выемочной выработки нормальные напряжения ( $\sigma_y$ ) растут при увеличении угла падения пласта ( $\alpha$ ) с  $10^\circ$  до  $40^\circ$  по показательной функции диапазоне от 10 до 13,5 МПа

$$\sigma_{\max}^y = 9,1 \cdot e^{9,2 \cdot 10^{-3} \cdot \alpha}
 \tag{3}$$

При полигональной форме поперечного сечения горной выработки тенденции изменения напряженно-деформированного состояния примерно повторяют характер изменения зависимостей при прямоугольной форме сечения горной выработки.

$$\sigma_{\max}^y = 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot \alpha^3 - 0,06 \cdot \alpha^2 + 1,6 \cdot \alpha - 8,8
 \tag{4}$$

Для прямоугольной формы поперечного сечения выемочной выработки максимальные нормальные напряжения  $\sigma_y$  растут при  $\alpha = 10 - 20^\circ$  с 1,2 до 3,5 МПа, а затем незначительно падает при  $\alpha = 20 - 40^\circ$  с 3,5 до 3,0 МПа.

$$\sigma_{\max}^y = 3,4 \cdot 10^{-4} \cdot \alpha^3 - 0,03 \cdot \alpha^2 + 0,9 \cdot \alpha - 5,4
 \tag{5}$$

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОМПОНОВКИ ДЛЯ БУРЕНИЯ НАКЛОННО НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

Гречин Е.Г., Пашков Э.В., Зыкова В.К.

Тюменский государственный нефтегазовый университет  
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище, РФ, г.Тюмень

В настоящее время при бурении наклонно направленных скважин в основном применяется технология бурения с помощью винтового забойного двигателя-отклонителя (ВЗДО), управление которым осуществляется с помощью дорогостоящих телеметрических систем иностранных фирм («Halliburton», «Schlumberger» и др.).

В связи с резким повышением курса доллара актуальным вопросом стало возвращение в ряде случаев к традиционной технологии бурения с применением неориентируемых компоновок. Это не относится к скважинам со сложным профилем или с горизонтальным окончанием, а только к наклонно направленным скважинам с зенитным углом не более  $40^\circ$ .

По такой технологии в 70...90-е годы в Западной Сибири пробурены многие миллионы метров скважин. В то же время, многолетняя практика применения указанных компоновок показала, что они не обеспечивают надежной стабилизации зенитного угла и азимута [1].

На Рисунке 1 показана типовая компоновка, применяемая в Западной Сибири; она включает долото 1 с наддолотным калибратором 2, устанавливаемое на валу 3 забойного двигателя, и центратор 4 в виде стабилизирующего кольца СТК на ниппеле забойного двигателя 5. Наиболее часто используются СТК диаметром  $D_c = 212...214$  мм, минимальный размер – 210 мм. При диаметре долота  $D_d = 215,9$  мм диаметр калибратора  $D_k$  согласно инструкции [2] составляет 215,9 мм.

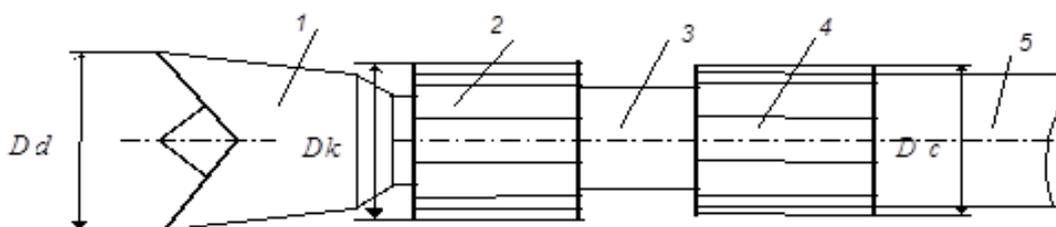


Рис.1. Типовая стабилизирующая компоновка

На первом этапе исследования для изучения роли калибратора его необходимо рассматривать как опорно-центрирующий элемент (ОЦЭ). Поэтому расчетной схемой является схема с двумя ОЦЭ. В результате решения могут быть определены: реакции на долоте ( $R_d$ ), калибраторе ( $R_k$ ) и центраторе ( $R_c$ ); длина участка КНБК от центратора до точки контакта ЗД со стенкой скважины; углы поворота оси компоновки на долоте, калибраторе, и центраторе, изгибающие моменты на всех ОЦЭ.

Входные параметры, подлежащие варьированию: диаметры калибратора ( $D_k$ ) и центратора ( $D_c$ ), расстояния между долотом и калибратором ( $L_1$ ), калибратором и центратором ( $L_2$ ); зенитный угол  $\alpha$ .

Расчитанные величины реакций на долоте, калибраторе, и центраторе в зависимости от диаметра калибратора при фиксированных значениях диаметра центратора показаны на Рисунке 2. Пяти значениям диаметра центратора соответствуют 5 групп линий  $R_d$ ,  $R_k$ ,  $R_c$ . Линии  $R_d$  – сплошные;  $R_k$ ,  $R_c$  – пунктирные, соответственно, с длинным и коротким штрихами.

Диаметры центраторов показаны на линии  $R = 0$  около соответствующей группы линий. Например, группа линий  $R_d$ ,  $R_k$ ,  $R_c$  при  $D_c = 214$  мм пересекает ось в районе  $D_k = 215$  мм; если  $D_c = 213$  мм – пересечение оси  $R = 0$  происходит при  $D_k = 214,5$  мм и т.д.

Положительные значения реакций означают то, что происходит взаимодействие с нижней стенкой скважины. Имеется некоторый диапазон значений от  $D_{k1}$  до  $D_{k2}$ , в котором обе реакции ( $R_k$  и  $R_c$ ) положительны. При значении  $D_k$  внутри этого диапазона калибратор и центратор одновременно опираются на нижнюю стенку скважины.

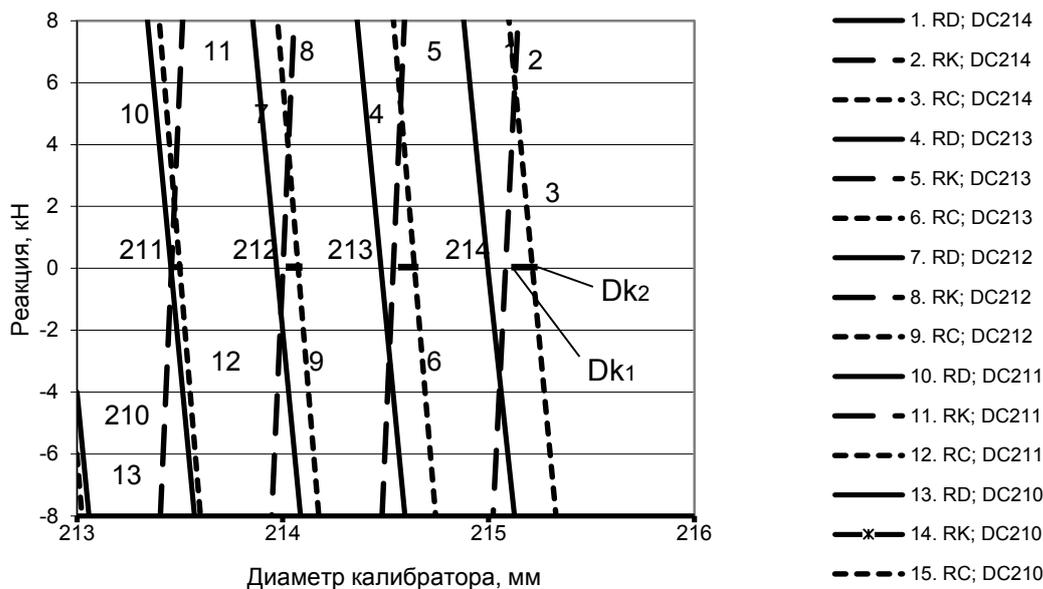


Рис.2. К определению критического диаметра калибратора

Например, при диаметре центратора, равном 214 мм происходит следующее: если  $Dk \leq 215,1$  мм, калибратор не работает; при  $Dk = 215,1 - 215,2$  мм работают одновременно калибратор и центратор, причём они одинаково нагружены при  $Dk = 215,15$  (абсцисса на пересечении линий Rk, Rc); если же  $Dk \geq 215,2$  мм, центратор вообще не взаимодействует со стенкой скважины. С уменьшением Dk происходит перераспределение нагрузки между центратором и калибратором, на центраторе она возрастает, а на калибраторе уменьшается.

Необходимо не только устранить совместную работу калибратора и центратора, а чтобы на калибраторе вообще не было реакции, поэтому его диаметр не должен превышать значения  $Dk_1$ , при котором линия Rk пересекает ось Dk. Это значение диаметра калибратора можно назвать критическим –  $Dk_{кр}$ . Для  $Dc = 214$  мм оно составляет 215,1 мм (см. Рисунок 2), для  $Dc = 213$  мм – примерно 214,5 мм и т.д. С уменьшением диаметра центратора зона возможной совместной работы калибратора и центратора уменьшается, и при  $Dk < 212$  мм она практически исчезает.

Таким образом, каждому значению диаметра центратора соответствует некоторое критическое значение диаметра калибратора ( $Dk_{кр}$ ), превышение которого приводит к тому, что калибратор выключает из работы центратор, становясь опорно-центрирующим элементом (ОЦЭ).

При уменьшении диаметра калибратора центратор вступает в работу, и теперь калибратор не оказывает никакого силового воздействия и только калибрует стенки скважины. Таким образом, СТК может работать в качестве центратора только при соблюдении условия

$$Dk < Dk_{кр} \quad (1)$$

Этому условию удовлетворяют соотношения между диаметрами центратора и калибратора, представленные в Табл.1.

Таблица 1

Диаметр центратора, мм	210	211	212	213	214
Критический диаметр калибратора, мм	213,0	213,5	214,0	214,5	215,1

Из данных таблицы следует, что в типовых компоновках при полноразмерном калибраторе условие (1) нарушается, и СТК никакой роли не выполняет, а калибратор выполняет функцию центратора; при этом вследствие его близкого расположения к долоту работа компоновки крайне нестабильна, что приводит к повышенному износу калибраторов, опор долот и забойных двигателей, снижению показателей бурения.

Теоретические расчеты дают в этом случае неустойчивые решения с нереально высокими значениями реакций, что также является признаком нестабильности работы данной компоновки.

Исключить калибратор из компоновки нельзя, так как при бурении шарошечными долотами, особенно при высокой механической скорости бурения (характерно для Западной Сибири), поперечное сечение скважины отличается от формы окружности, и требуется калибрование стенок скважины.

При выполнении условия (1) расчетная схема соответствует одноцентраторной компоновке. Результаты расчетов компоновки с одним центратором при зенитном угле  $30^\circ$  представлены на Рисунке 3.

Перемещение центратора ближе к долоту приводит к неустойчивому решению с нереальными величинами реакций  $R_d$ ,  $R_c$ .

Таким решениям соответствует нестабильность работы компоновки. В зоне реального расположения центратора (1,2 – 1,3 м) зависимость  $R_d$ ,  $R_c$  от его местоположения уменьшается, но влияние его диаметра существенно.

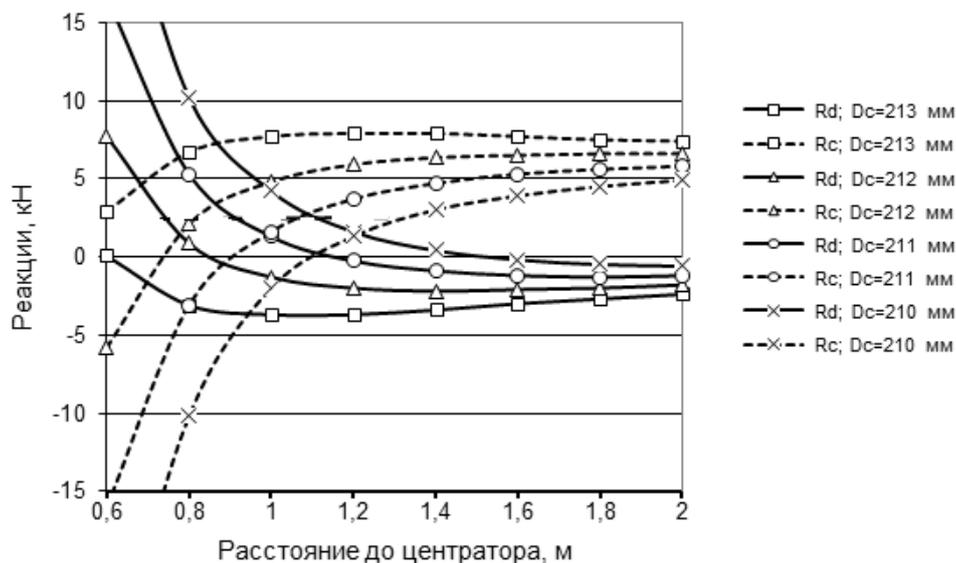


Рис.3. Реакции на долоте и центраторе

При дальнейшем удалении центратора влияние диаметра уменьшается, на долоте имеется стабильная отклоняющая сила, способствующая малоинтенсивному росту зенитного угла за счет фрезерования верхней стенки скважины.

С приближением центратора к долоту нагрузки перераспределяются, линии  $R_d$ ,  $R_c$  сближаются и пересекаются при значении реакции приблизительно 2 кН независимо от диаметра центратора.

Направлены они могут быть только со стороны нижней стенки скважины, и компоновка работает на уменьшение зенитного угла. При дальнейшем приближении центратора линии  $R_c$  резко уходят вниз (а  $R_d$ , соответственно, вверх), и центратор перестает взаимодействовать со стенкой скважины.

Такой метод определения критического диаметра калибратора учитывает форму изогнутой оси компоновки. Если пренебречь её изгибом, условие (1) приобретает простой геометрический смысл (Рисунок 4): габариты калибратора не должны выходить за линию  $BC$ , соединяющую точку  $B$  калибрующего венца шарошки долота с ближайшей точкой опорной поверхности центратора.

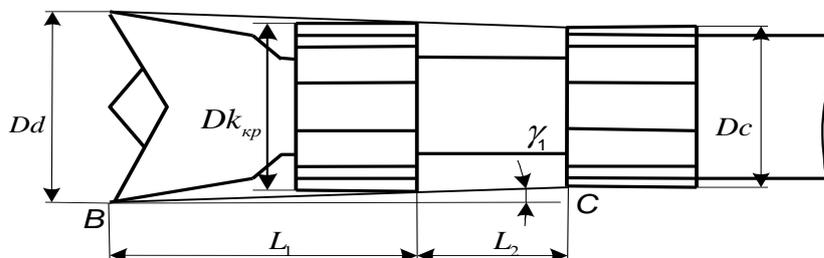


Рис.4. Определение критического диаметра калибратора

У долота  $PDC$  точка  $B$  находится в верхней части рабочей поверхности лопастей. Из схемы следует формула для определения  $D_{k_{кр}}$

$$Dk_{кр} = Dc + \frac{L_2(Dd - Dc)}{L_1 + L_2} \quad (2)$$

Если принять  $L_1 = L_2$  при  $Dc = 212$  мм, по формуле (2) получаем размер калибратора 214 мм. Расчет двухцентраторной КНБК, выполненный при  $L_1 = L_2 = 0,6$  м, также даёт  $Dk_{кр} = 214$  мм.

Применение предлагаемого способа определения диаметра калибратора позволит: сократить затраты, связанные с отклонением реальных профилей скважин от проектных; улучшить технико-экономические показатели бурения за счет улучшения условий работы долота, повысить стойкость долот и забойных двигателей, использовать изношенные калибраторы и сократить потребность в них за счет уменьшения интенсивности износа и увеличения допустимой степени износа.

#### Список литературы

1. Гречин Е.Г., Овчинников В.П., Будько А.В., Овчинников П.В., Будько Д.Г. Проектирование компоновок низа бурильной колонны. – М: ООО «Газпром экспо», 2012. – 222 с.
2. Инструкция по бурению наклонных скважин с кустовых площадок на месторождениях Западной Сибири / М.Н. Сафиуллин, П.В. Емельянов, С.Н. Бастриков. – Тюмень: СибНИИ НП, 1986. – 138 с.

### СЕКЦИЯ №7.

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

#### ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРУПКИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТЛИВОК НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

<sup>1</sup>Гатитулин М.Н., <sup>2</sup>Карякин Д.А., <sup>3</sup>Шипулин А.С.

<sup>1</sup>ООО «Рота Тех»

<sup>2</sup>АО ЧЗМК

<sup>3</sup>ООО НПК Мега Техника, г.Челябинск

Алюминиевые порошки и крупку применяют в черной и цветной металлургиях, пиротехнике, химической и других промышленных отраслях экономики. Крупка имеет размеры до 5 мм и занимает промежуточное положение между порошком и чушкой. Она не взрывоопасна, обладает большей поверхностью и до 85% материала принимает участие в реакциях восстановления.

Производство металлических порошков может осуществляться различными способами. Часто производство порошков осуществляется распылением жидкого металла. Но все, широко применяемые в настоящее время способы производства порошков, в том числе и распыление жидкого металла, связаны с большими энергетическими затратами.

Производство порошков ротационными инструментами описаны в работах [1-3]. Получение крупки фракциями до 5 мм ранее не проводилось, поскольку это связано с применением больших подач на зуб при фрезеровании или на оборот при точении вызывающими повышенные нагрузки на систему СПИД.

На Рисунке 1 представлен процесс фрезерования чушки, закрепленной в тисках на столе станка. Ротационная фреза содержит в каждом подшипниковом узле две круглые чашки, установленные ступенчато с возможностью заглубления каждой на свою глубину. На круглых лезвиях первого ряда чашек нарезаны канавки для дробления стружки по длине, с шагом для образования нужной крупки.



Рис.1. Фрезерование слитка ротационной фрезой.

Второй ряд чашек либо не имеет канавок, либо они должны быть выполнены мелкими для обеспечения зубчатого контакта с измельчаемой заготовкой и самовращения. Фрезерование на подачах до 5 мм/зуб при толщине среза до 3 мм, выявило необходимость использования мощных станков с жестким шпиндельным узлом и механизмами подачи. Кроме того, выход годного по массе заготовки из чушки не превышает 30-40 % из-за сложности её крепления на станке.

Режущее лезвие при резании не нагревается выше 100-150 °С. При измельчении заготовки фрезерованием поверхность обработки является плоской, поэтому возможна установка на каждом подшипниковом узле несколько режущих лезвий по обе его стороны с сохранением одинаковых геометрических параметров для получения требуемого фракционного состава крупки.

Возможно обеспечение переменных параметров измельчения как внутри каждого ряда режущих чашек, так и в каждом ряду. Рассев виброситом в бункере позволяет расширить технологические возможности изготовления порошков, крупки и пудры одновременно.

Измельчение заготовки на токарном станке (Рисунок 2) ротационным резцом с канавками на режущем лезвии определили возможность снятия им припуска на сторону величиной 3 – 5 мм на сторону при подаче на оборот заготовки до 3 мм. В работе по измельчению могут участвовать 2 или 3 режущие кромки канавки в зависимости от припуска на обработку и подачи резца на оборот.



Рис.2. Установка заготовки на токарном станке.

Режущая кромка чашки и получаемая крупка также не нагревается выше 200 °С, что позволяет удалять крупку из зоны резания пневмо-отсосом с гибким шлангом в бункер с виброситом для её разделения по фракциям. Для расширения фракций крупки каждый проход резца можно производить на разных подачах на оборот, припусках на обработку и переменного шага канавок на режущем лезвии. Работа в подшипниковом узле одновременно двух чашек возможна, но изменение диаметра заготовки при каждом проходе резца изменяет параметры измельчения. Можно устанавливать 2 резца на токарном станке - по обе стороны резцедержателя для повышения производительности измельчения.

По результатам испытаний получены данные для измельчения крупных заготовок на токарно – карусельном станке с производительностью, не уступающей распылению жидкого металла но при значительной экономии затрат на тепловую энергию.

Низкие температуры при ротационном резании расширяют возможности применения нетрадиционных инструментальных материалов. В [5 - 8] разработаны составы износостойких сплавов из легированных хромистых чугунов, из которых можно изготавливать литой режущий инструмент и способы упрочнения такого инструмента. Режущий инструмент из этих сплавов имеет существенные преимущества перед твердосплавным

инструментом в случае, когда температура в зоне резания не превышает 300...400 °С, а износ имеет абразивный характер [8]. Легированные хромистые чугуны могут применяться и как наплавочный материал для изготовления режущего инструмента [6, 7]. Использование данных сплавов для изготовления режущих элементов ротационных инструментов позволит повысить стойкость этого инструмента при резании, а также производительность процесса.

#### Список литературы

1. Гатитулин М.Н. Ротационное измельчение порошков для аддитивных технологий и порошковой металлургии /М.Н. Гатитулин, И.А. Башарин // Вестник современной науки: Научно-теоретический журнал. – Волгоград: Изд-во «Абсолют», 2015. – № 1. - С. 26 - 33.
2. Гатитулин М.Н. Ротационное резание ресурсосбережительные технологии измельчения материалов/ М.Н. Гатитулин// Зауральский научный вестник // Научно – инновационный журнал. – Вып. 2. – Курган: Изд-во Курганского областного союза ученых. – С. 29 – 33.
3. Сметанин С.Д. Шаламов В.Г. Получение порошков с частицами заданных формы и размеров ротационным фрезерованием// Вестник машиностроения. -2013.-№10.-С.62 – 64.
4. Гатитулин М.Н. Перспективы измельчения рудных материалов ротационным инструментом /М.Н. Гатитулин, С.Д. Сметанин //Материаловедение и термическая обработка металлов: Сб. научн. трудов под ред. А.Н. Емелюшина, Е.В. Петроченко. - Магнитогорск, 2009. – С. 155-157.
5. Емелюшин А.Н. Влияние ориентировки и дисперсности карбидов на износостойкость литого инструмента из хромистых чугунов/А.Н. Емелюшин, Н.М. Мирзаева, Д.А. Мирзаев //Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 1983. № 4. – С. 72-75.
6. Емелюшин А.Н. Сравнение структуры и свойств литых и наплавленных износостойких материалов /А.Н. Емелюшин, Е.В. Петроченко, С.П. Нефедьев //Литейные процессы. 2012. № 11. – С. 141-145.
7. Емелюшин А.Н. Формирование структуры и свойств зоны сплавления при плазменно-порошковой наплавке покрытия типа 250Х15Г20С / А.Н. Емелюшин, Е.В. Петроченко, С.П. Нефедьев, А.Н. Морозов //Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2011. № 3. – С. 70-73.
8. Литой инструмент из хромистых чугунов. Структура и свойства: монография / Емелюшин А.Н., Мирзаев Д.А., Мирзаева Н.М., Петроченко Е.В., Окишев К.Ю., Молочкова О.С. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова, 2016. 190 с.

#### К ВОПРОСУ О ПРАВКЕ ЛИСТА НА СЕМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ

**Шинкин В.Н.**

НИТУ «МИСиС», РФ, г.Москва

Правка стального листа на семироликовой листопрямительной машине. Обязательным технологическим процессом металлургического производства стального листа является его правка на многороликовых листопрямительных машинах [1–54]. 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,  $R_0 = R + h/2$ ;  $\sigma_t$ ,  $E$ ,  $P_p$  и  $P_c$  – предел текучести стали, 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 рабочими роликами,  $\varphi_i$  – углы точек касания листа и роликов ( $i = 1 \dots 7$ ) (Рисунок 1).

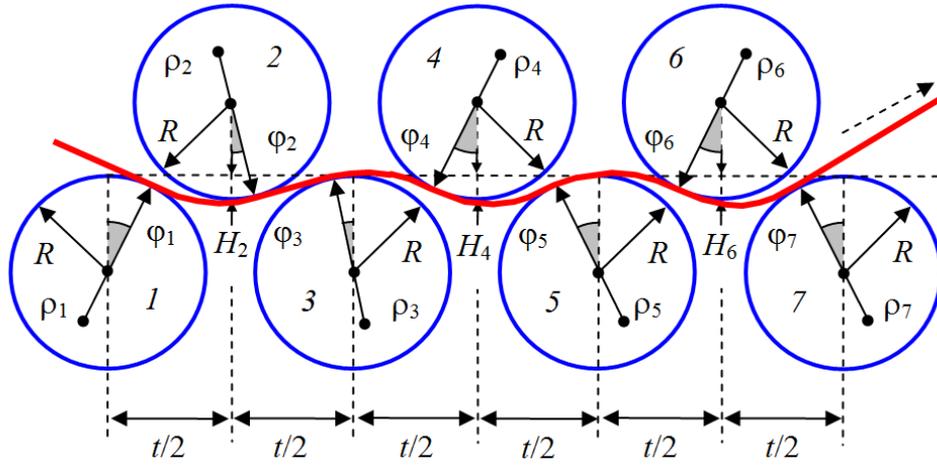


Рис.1. Правка стального листа между семью рабочими роликами листопрямильной машины

Не ограничивая общности, далее мы будем считать, что нижние правильные (нечетные) ролики лежат на одном горизонтальном уровне ( $H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$  м).

Коэффициент пружинения нейтральной линии листа при радиусе кривизны  $\rho$  равен [2, 4, 5]

$$\beta(\rho) = \frac{1}{1 - \left[ 3 \left( \frac{\rho \sigma_T}{hE} \right) - 4 \left( \frac{\rho \sigma_T}{hE} \right)^3 + \frac{(\Pi_p + \Pi_c)}{2E} \left( 1 - 3 \left( \frac{\rho \sigma_T}{hE} \right) + 4 \left( \frac{\rho \sigma_T}{hE} \right)^3 \right) \right]}.$$

Введем семь локальных прямоугольных декартовых систем координат  $y-z$  в точках касания листа с рабочими роликами листопрямильной машины. 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  $y(z) = a z^2 - b z^3$ . Отметим, что первые два коэффициента этих полиномов равны нулю, так как лист касается роликов в начале систем координат. 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 рабочими роликами.

Первый и второй ролики

$$z_2 = \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \cos \varphi_1 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \sin \varphi_1,$$

$$y_2 = - \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \sin \varphi_1 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \cos \varphi_1,$$

$$a_1 = \frac{3y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^2}, \quad b_1 = \frac{2y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^3},$$

$$\varepsilon_{12} = 2a_1, \quad \rho_{12} = \frac{1}{2a_1}, \quad \varepsilon_{21} = \frac{2a_1 - 6b_1z_2}{\left[ 1 + (2a_1z_2 - 3b_1z_2^2)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{21} = \frac{1}{\varepsilon_{21}}.$$

Второй и третий ролики

$$z_3 = \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 + R_0 \cos \varphi_3 \right) \cos \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_2,$$

$$y_3 = -\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 + R_0 \cos \varphi_3\right) \sin \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_2,$$

$$a_2 = \frac{3y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^2}, \quad b_2 = \frac{2y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^3},$$

$$\varepsilon_{23} = 2a_2, \quad \rho_2 = \rho_{23} = \frac{1}{2a_2}, \quad \varepsilon_{32} = \frac{2a_2 - 6b_2z_3}{\left[1 + (2a_2z_3 - 3b_2z_3^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_3 = \rho_{32} = \frac{1}{\varepsilon_{32}}.$$

Третий и четвертый ролики

$$z_4 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 + R_0 \cos \varphi_4\right) \cos \varphi_3 - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_3,$$

$$y_4 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 + R_0 \cos \varphi_4\right) \sin \varphi_3 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_3,$$

$$a_3 = \frac{3y_4 - \operatorname{tg}(\varphi_3 + \varphi_4)z_4}{z_4^2}, \quad b_3 = \frac{2y_4 - \operatorname{tg}(\varphi_3 + \varphi_4)z_4}{z_4^3},$$

$$\varepsilon_{34} = 2a_3, \quad \rho_{34} = \frac{1}{2a_3}, \quad \varepsilon_{43} = \frac{2a_3 - 6b_3z_4}{\left[1 + (2a_3z_4 - 3b_3z_4^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{43} = \frac{1}{\varepsilon_{43}}.$$

Четвертый и пятый ролики

$$z_5 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 + R_0 \cos \varphi_5\right) \cos \varphi_4 - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_4,$$

$$y_5 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 + R_0 \cos \varphi_5\right) \sin \varphi_4 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_4,$$

$$a_4 = \frac{3y_5 - \operatorname{tg}(\varphi_4 + \varphi_5)z_5}{z_5^2}, \quad b_4 = \frac{2y_5 - \operatorname{tg}(\varphi_4 + \varphi_5)z_5}{z_5^3},$$

$$\varepsilon_{45} = 2a_4, \quad \rho_4 = \rho_{45} = \frac{1}{2a_4}, \quad \varepsilon_{54} = \frac{2a_4 - 6b_4z_5}{\left[1 + (2a_4z_5 - 3b_4z_5^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_5 = \rho_{54} = \frac{1}{\varepsilon_{54}}.$$

Пятый и шестой ролики

$$z_6 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_5 + R_0 \cos \varphi_6\right) \cos \varphi_5 - [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_5) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_5,$$

$$y_6 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_5 + R_0 \cos \varphi_6\right) \sin \varphi_5 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_5) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_5,$$

$$a_5 = \frac{3y_6 - \operatorname{tg}(\varphi_5 + \varphi_6)z_6}{z_6^2}, \quad b_5 = \frac{2y_6 - \operatorname{tg}(\varphi_5 + \varphi_6)z_6}{z_6^3},$$

$$\varepsilon_{56} = 2a_5, \quad \rho_{56} = \frac{1}{2a_5}, \quad \varepsilon_{65} = \frac{2a_5 - 6b_5z_6}{\left[1 + (2a_5z_6 - 3b_5z_6^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{65} = \frac{1}{\varepsilon_{65}}.$$

Шестой и седьмой ролики

$$z_7 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_6 + R_0 \cos \varphi_7\right) \cos \varphi_6 - [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_6) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_6,$$

$$y_7 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_6 + R_0 \cos \varphi_7\right) \sin \varphi_6 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_6) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_6,$$

$$a_6 = \frac{3y_7 - \operatorname{tg}(\varphi_6 + \varphi_7)z_7}{z_7^2}, \quad b_6 = \frac{2y_7 - \operatorname{tg}(\varphi_6 + \varphi_7)z_7}{z_7^3},$$

$$\varepsilon_{67} = 2a_6, \quad \rho_6 = \rho_{67} = \frac{1}{2a_6}, \quad \varepsilon_{76} = \frac{2a_6 - 6b_6z_7}{\left[1 + (2a_6z_7 - 3b_6z_7^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_7 = \rho_{76} = \frac{1}{\varepsilon_{76}}.$$

Граничные условия задачи имеют вид

$$\rho_{12} = \rho_1, \quad \rho_{21} = -\rho_{23}, \quad \rho_{32} = -\rho_{34}, \quad \rho_{43} = -\rho_{45}, \\ \rho_{54} = -\rho_{56}, \quad \rho_{65} = -\rho_{67}, \quad \rho_{76} = \beta(\rho_{67})\rho_{67}.$$

Результаты расчетов.

Решая систему уравнений при  $t = 0,4$  м,  $R = 0,185$  м,  $h = 0,010$  м,  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па,  $\sigma_T = 500 \cdot 10^6$  Па,  $H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$  м,  $H_2 = 0,006$  м,  $H_4 = 0,012$  м,  $H_6 = -0,001$  м и  $\rho_1 = 10$  м, получаем  $\rho_2 = 1,364$  м,  $\rho_3 = -0,810$  м,  $\rho_4 = 0,680$  м,  $\rho_5 = -1,260$  м,  $\rho_6 = -8,549$  м,  $\rho_7 = -735$  м,  $\varphi_1 = 3,40^\circ$ ,  $\varphi_2 = 1,23^\circ$ ,  $\varphi_3 = 1,69^\circ$ ,  $\varphi_4 = 0,37^\circ$ ,  $\varphi_5 = 3,28^\circ$ ,  $\varphi_6 = 0,74^\circ$ ,  $\varphi_7 = 0,06^\circ$ ,  $\varepsilon_1 = 0,1$ ,  $\varepsilon_2 = 0,733$ ,  $\varepsilon_3 = -1,234$ ,  $\varepsilon_4 = 1,470$ ,  $\varepsilon_5 = -0,794$ ,  $\varepsilon_6 = -0,117$ ,  $\varepsilon_7 = -0,001$  (Рисунки 2, 3).

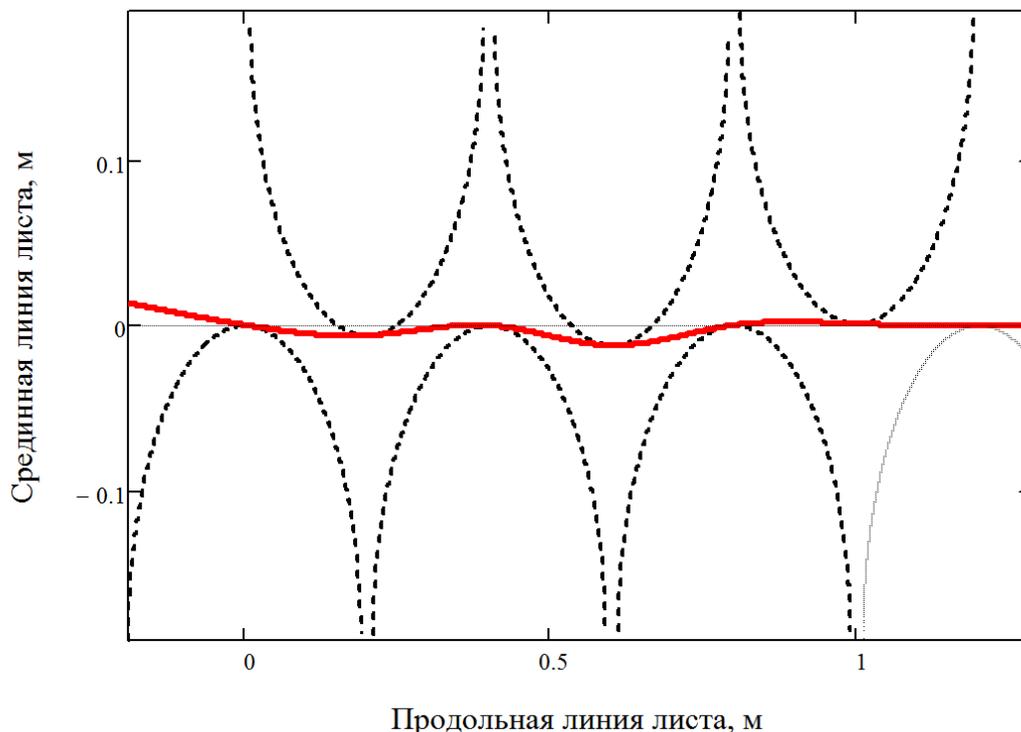


Рис.2. Срединная линия листа при правке

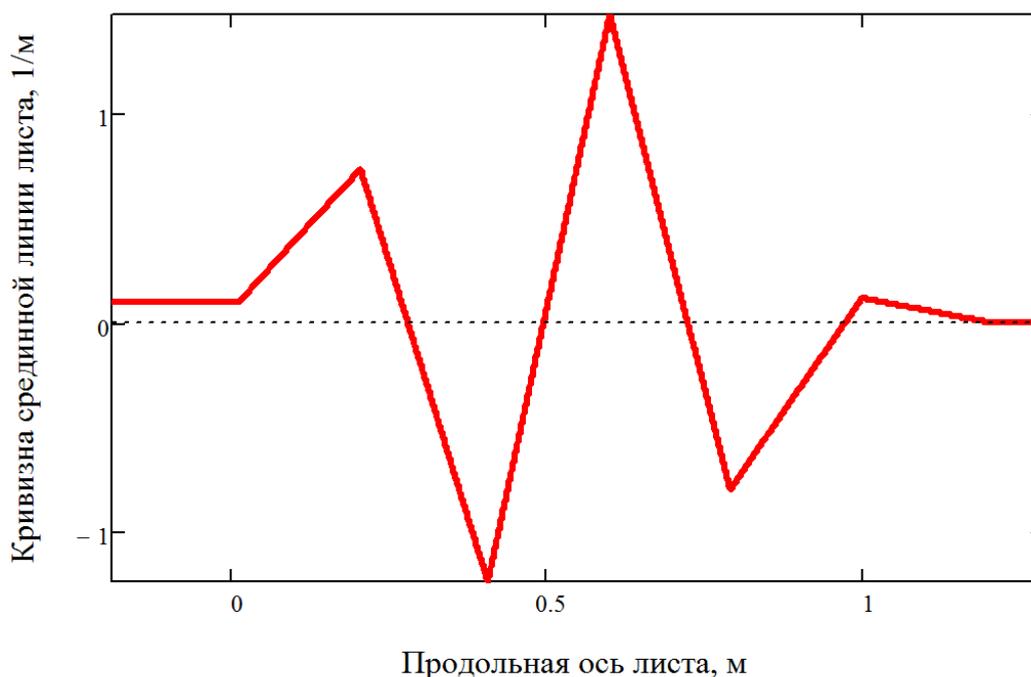


Рис.3. Кривизна срединной линии листа при правке

#### Список литературы

1. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
2. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
3. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
4. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
5. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
6. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
7. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
8. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
9. 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.
10. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
11. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
12. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
13. 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.
14. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
15. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
16. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.

17. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
18. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
19. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
20. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
21. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
27. 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.
28. 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.
29. Шинкин В.Н., Барыков А.М., 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.
30. 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.
31. 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.
32. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // Производство проката. 2012. № 12. С. 19–24.
33. 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.
34. 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.
35. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 114–119.
36. 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.
37. 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.
38. 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.

39. 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.
40. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. С. 73–77.
41. 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.
42. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 252–257.
43. 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.
44. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирроликовой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–1.
45. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–1.
46. 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.
47. 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.
48. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатирроликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
49. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.
50. 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.
51. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатирроликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
52. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессы при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
53. 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.
54. 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.

## **СЕКЦИЯ №8.**

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

#### **КОНСТРУКТОРСКОЕ РЕШЕНИЕ СНИЖЕНИЯ ПЕРЕУПЛОТНЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ГРУНТОВ**

**Евдокимов В.Г., Рыбаков С.А., Кузнецов Е.Е.**

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет, г.Благовещенск, Амурская область

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, а, соответственно и объёмов урожая, -наиболее важные задачи современной науки, успешное решение которых составляет основу продовольственной безопасности любого государства.

Использование современных достижений агрономии, как и внедрение новых технологий обработки почв, способов и аппаратов высевания, механизированной обработки и сбора урожая невозможно без применения в технологии возделывания сельскохозяйственных культур энергетических средств в составе тракторно-транспортных (ТТА) или машинно-тракторных агрегатов (МТА).

Как известно, многооперационность предпосевной обработки почвы требует большого количества проходов техники по обрабатываемым грунтам, что, при использовании колёсной техники, при воздействии движителей приводит к изменениям в почвенном слое, вызывая предпосевное переуплотнение, что сказывается на урожайности культур [2].

Одним из способов снижения эффекта переуплотнения является повышение тягово-сцепных свойств колёсного трактора, при котором за счёт снижения буксования и увеличения коэффициента сцепления движителей с почвой происходит увеличение агротехнических скоростей движения, а, соответственно, скоростей проведения операций с наименьшим по временному параметру удельным давлением на грунт.

Повысить тягово-сцепные свойства трактора возможно некоторыми известными способами. [1, 3] Конструкторским коллективом Дальневосточного ГАУ, г.Благовещенск, Амурской области, предлагаются способы повышения тягово-сцепных свойств колёсного энергетического средства за счёт более качественного и полного вычищения рисунка протектора движителя в движении, что увеличивает действующие на эластичное колесо в движении силы трения, приводя к повышению тягово-сцепных свойств. Так, стабилизатор высоты протектора движителя [4], Рисунок 1.

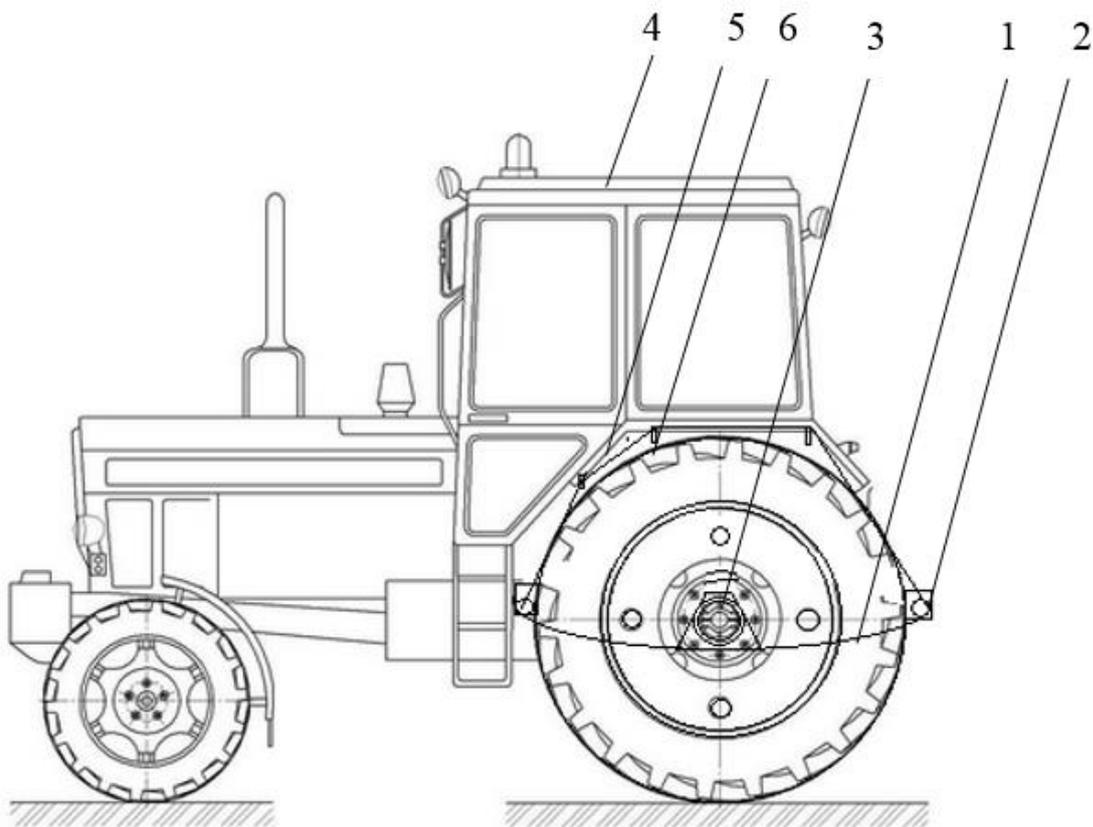


Рис.1. Колёсный трактор со стабилизатором высоты протектора движителя (1-пружинный механизм, 2 – болтовой фиксатор, 3- косоночный упор, 4-трактор, 5-цепная силовая связь, 6- крюковые ограничители)

содержит пружинный механизм 1, состоящий из двух плоских пружин рессорного типа, объединённых в окончаниях болтовым фиксатором 2 с гаечными ограничителями, при чём центральная часть внешней пружины установлена при помощи косоночного упора 3 с подшипником на оси ведущего моста трактора 4, а внутренняя пружина центральной частью зафиксирована болтовым соединением в прижимном кронштейне крепления, установленном в технологических резьбовых отверстиях в верхней части ступицы трактора 4, и рабочего узла, состоящего из цепной силовой связи 5, через крайние звенья которой проходит ось болтового фиксатора 2, с крюковыми ограничителями 6, встроенными с внутренней части в крыло кабины трактора 4.

Устройство работает следующим образом. При въезде на поле оператор транспортного средства производит регулировку устройства, натягивая цепную силовую связь 5, фиксируя её звенья в крюковых ограничителях 6 и на оси болтового фиксатора 2. Далее, в движении, вследствие перекатывания, происходит натяжение цепной силовой связи от опорного центра движителя к его периферии до момента достижения максимального сопротивления плоских пружин, что вызывает очищение рисунка протектора движителя и дальнейшее передвижение цепной силовой связи 5 на неочищенную поверхность движителя.

При выезде на дорогу с твёрдым покрытием или отсутствии необходимости передвижения с подключенным стабилизатором высоты протектора движителя оператор транспортного средства производит отключение устройства, снимая натяжение цепной силовой связи 5.

Использование данного изобретения, новизна которого подтверждена патентом РФ на полезную модель, позволит повысить проходимость, увеличить тягово-сцепные свойства колёсных тракторов при их движении в условиях бездорожья, плохих погодных условиях или низкой несущей способности почв вследствие наиболее полной очистки рисунка протектора колёсного движителя, снизит материалоемкость, повысит удобство при установке и эксплуатации устройства, что увеличит эффективность применения колёсных энергетических средств в технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

#### Список литературы

1. Кузнецов Е.Е. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: Монография. /Е.Е. Кузнецов и др.// ДальГАУ-Благовещенск, 2013. -153 с.

2. Ногтиков А.А. Уплотнение почвы ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов // Достижения науки и техники. - 2004. - №3. - С.34-36.
3. Щитов С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис... д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2009. 325 с.
4. Стабилизатор высоты протектора движителя трактора /С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов//Патент на полезную модель № 158328, заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. агр. университет. заявка № 2015117099 заявл. 05.05.2015, зарегистрирована ФИПС 05.05.2015. опубл. 27.12.2015, Бюл. № 36.

## РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА СТУДЕНТОВ – УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

**Жужгова Ю.Е.**

ФГБОУ ВО Уральский государственный университет путей сообщения  
(УрГУПС), Филиал УрГУПС в г.Нижнем Тагиле, РФ, г.Нижний Тагил

С целью повышения конкурентоспособности специалистов железнодорожного транспорта, необходимо более детально рассмотреть компетенции будущих специалистов путей сообщения, в частности специалистов в области организации и управления перевозками. В понятие «компетенции» можно объединить необходимые знания, умения и навыки, которыми должен обладать специалист в области железнодорожных перевозок.

В настоящее время идет динамичное внедрение современных технологий управления в области железнодорожного транспорта и к молодым специалистам предъявляются достаточно жесткие требования в частности умение мобильно разрешать возникающие производственные ситуации.

Как известно, задачей железнодорожного транспорта является не только транспортировка груза или пассажиров из одной точки в другую в оптимальные сроки, но и обеспечение сохранности груза и здоровья пассажиров во время транспортировки. Решение данной задачи состоит в оптимизации многих факторов, влияющих на сам процесс доставки. Поэтому специалист-управленец должен не только обладать достаточным объемом знаний, навыков и умений, но и уметь правильно и оперативно применить те или иные в конкретной производственной ситуации. В связи с этим, необходимо обучать молодых специалистов навыкам инженерного творчества.

В понятие «инженерное творчество» можно включить формулировку и решение задач, связанных с разработкой, испытанием, эксплуатацией различных технических систем разных уровней сложности, их элементов, и технологий, обеспечивающих рост безопасности и конкурентоспособности такой мощной и многоуровневой системы, как железнодорожный транспорт.

Знакомство с азами инженерного и инженерно-технического творчества необходимо начинать с первых же курсов обучения будущего специалиста, а образовательную программу формировать таким образом, чтобы студенты могли применять полученные знания в решении практических задач уже на начальных этапах обучения.

На первом этапе знакомства студентов с инженерным творчеством необходимо конкретизировать цели и задачи, а также методы, используемые в этом процессе.

Целью инженерного и инженерно-технического творчества является совершенствование конкретной технологии или определенного технического объекта для достижения оптимальных результатов работы всей системы «железнодорожный транспорт» или ее подсистемы «перевозочный процесс».

Данные цели, а также некоторые знания и умения, необходимые при достижении этих целей (например, при поиске оптимальных условий доставки грузов) можно представить следующим образом:



Рис.1.

Как видно, процесс решения поставленных целей инженерно-технического творчества затрагивает достаточно широкие области знаний, навыков и умений, которыми должен в конечном итоге обладать инженер-управленец.

Каждое из приведенных знаний и умений по отдельности может быть стандартной прикладной задачей, но в совокупности с остальными становится составляющей инженерно-технического творчества.

Дальнейшим этапом инженерно-технического творчества должен быть выбор методов достижения поставленных целей. Как известно, при решении задач оптимизации различных процессов традиционные методы не всегда приносят желаемые результаты. В таких случаях и возникает потребность в инженерно-техническом творчестве как в инструменте поиска новых путей решения поставленных задач. Кроме того, с помощью методов инженерно-технического творчества

В результате можно получить инновационный продукт, удовлетворяющий поставленным целям и задачам, в нашем случае – оптимизация перевозочного процесса.

Таким образом, инженер-управленец должен обладать не только определенными компетенциями в своей области, но и иметь представления о смежных областях науки, должен уметь мыслить и правильно применять на практике полученные знания, навыки и умения.

Результатом инженерного творчества часто является внедрение инновационных технологий, повышение конкурентоспособности различных областей производства и транспорта, в частности, железнодорожного транспорта. Поэтому необходимо использовать разнообразные средства интенсификации технического творчества для повышения заинтересованности студентов в применении данного инструмента в процессе обучения и на производстве.

Как известно, для качественной подготовки специалистов железнодорожного транспорта необходимы сбалансированные знания по теории и практике во всех областях отрасли.

Будущие специалисты получают достаточный объем теоретических знаний в объеме курса, а вот практические навыки могут быть получены только на производственной практике. Тем не менее есть возможность «проигрывать» производственные ситуации на практических занятиях, как отмечалось ранее, в виде ситуационных задач.

Как правило, уровень сложности практических занятий рассчитан на среднего студента. Но, в учебной группе подбираются студенты с разным уровнем подготовки, скорости мышления и развитием логики. Поэтому у более сильных студентов пропадает заинтересованность в решении задач среднего уровня. Задачи творческой направленности не только позволяют приблизить студентов к производственным ситуациям, но и стимулируют их интерес к более глубокому изучению дисциплины. Кроме того, в учебных заведениях существует система рейтинговой оценки студентов. Студенты, как правило, заинтересованы в получении высокого балла и соответственно высокого рейтинга. Поэтому предлагается введение нескольких уровней сложности практических задач (по тем дисциплинам, где это возможно). Уровни сложности задаются в исходных данных или в самой производственной ситуации.

Например, в рамках одной из дисциплин, студенты получают основные понятия о маневровой работе на железнодорожном транспорте и в частности на предприятиях железнодорожного транспорта. В процессе изучения материалы студенты выполняют ряд практических работ, связанных с формированием составов на путях станции.

В исходных данных задается количество станций участка, порядок расположения заданных станций на схеме участка (Рисунок 2), количество путей в сортировочном парке участковой станции, порядок расположения накопленных вагонов на путях сортировочного парка (Рисунок 3) и порядок отцепки вагонов на всех станциях участка:

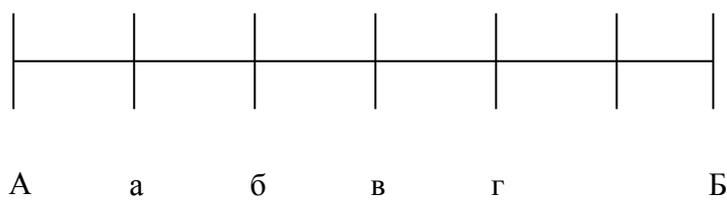


Рис. 1 Схема участка

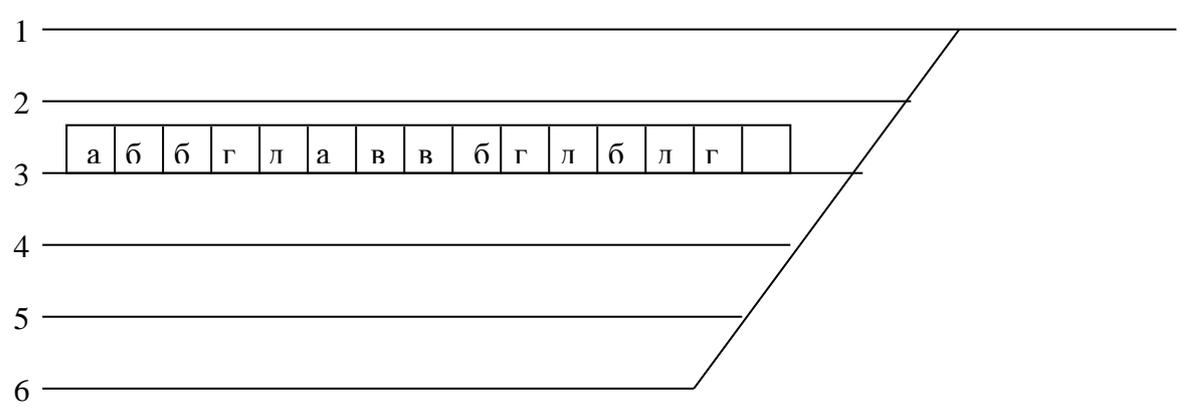


Рис.2. Фрагмент сортировочного парка с порядком расположения накопленных вагонов.

Необходимо сформировать состав в соответствии с требованиями ПТЭ с минимальным количеством перемещений вагонов по путям сортировочного парка.

Предлагается введение трех уровней сложности исходных данных:

I уровень – стандартный (не применяем термин «низкий» уровень сложности, так как он влияет на самооценку студентов, что не менее важно, чем закрепление учебного материала) – решение стандартных ситуаций, разобранных с преподавателем в качестве примера, с изменением одного параметра. Например, в разобранным примере необходимо сформировать состав на станции участка при условии отцепки групп вагонов с головы состава на всех станциях участка, а для самостоятельного решения предлагаются те же станции, тот же порядок их расположения на участке, только изменяется порядок отцепки вагонов – с хвоста состава для всех станций участка;

II уровень сложности – средний – вводятся элементарные творческие составляющие. Например, сформировать состав на исходные станции заданного участка, но на одних из них отцепка вагонов производится с головы состава, а на других – с хвоста.

III уровень сложности – повышенный – вводятся более сложные творческие составляющие, например – наличие в составе поезда вагонов с опасными грузами, вагонов с негабаритными грузами и так далее.

В процессе решения задач повышенного уровня сложности студенты вынуждены обращаться к дополнительным источникам информации, изучать нормативную литературу и обращаться к уже существующему опыту решения аналогичных ситуаций.

Для поощрения студентов разрабатывается соответствующая система дополнительных баллов за решение задач II-го и III-го уровней сложности.

Таким образом, происходит стимулирование студентов к решению задач более высокого уровня сложности, что не только позволяет расширить круг разбираемых производственных ситуаций, но и повышает самооценку студентов и определения себя как будущего специалиста.

## УЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

<sup>1</sup>Шатманов О.Т., <sup>1</sup>Эсеналиев Т.Б., <sup>2</sup>Жанбирова Ж. Г., <sup>2</sup>Турсымбекова З.Ж.

<sup>1</sup>Кыргызский государственный университет строительства,  
транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г.Бишкек

<sup>2</sup>Центрально-Азиатского университета, г.Алматы, Казахстан

Транспортная отрасль является важной составляющей во всей инфраструктуре экономики государства. Она является той самой артерией поддерживающая жизнеспособность экономики, дающее ей стабильный рост, охватывающий и связывающий все отрасли страны. Для эффективного функционирования и управления любой целостной системы, необходимо иметь постоянную информацию о ее элементах, проводить системный и глубокий анализ всех показателей, влияющих на систему.

Одним из основных показателей транспортной системы является интенсивность движения. Учет интенсивности движения производится для планирования ремонтных работ дорог, определения грузонапряженности автомобильных дорог, для контроля износа дорожной одежды, определения перспективной интенсивности движения.

Основная цель учета заключается в получении достоверной информации о составе движения, его количестве. Интенсивность движения показывает количество транспортных средств проходящий через поперечное сечение дороги за единицу времени. За единицу времени можно взять час, сутки, неделю, месяц, год. Интенсивность является основным показателем напряженности и работоспособности автомобильной дороги и ее элементов.

Существуют различные методы определения интенсивности движения на автомобильных дорогах. К ним относятся контактно-механические, магнитно-индуктивные, визуальные комбинированные методы и др. В Табл. 1 дана общая схема существующих методов.

## Существующие методы учета интенсивности движения



Принцип работы контактно-механических детекторов заключается в воздействии движущего автомобиля на дорожное покрытие и установкой данных детекторов на дорожную одежду.

Одним из недостатков контактно-механических методов относится заделывание чувствительных элементов в дорожное полотно.

Большое распространение получили магнитно-индуктивные методы учета состава движения, использующие магнитное поле Земли. К ним относятся индуктивно-петлевые детекторы. Чувствительный элемент закладывается в верхний слой дорожного покрытия на глубину 2-4 см. Для этого прорезают канавку шириной до 1 см и после закладки заливают битумной мастикой. Индуктивную петлю включают в колебательный контур генератора высокой частоты.

Вибрационный электроконтактный детектор выполняют в виде металлической полосы, свободно лежащей на покрытии поперек направления движения. К концу полосы прикрепляют небольшую коробку, в которой размещают приемник колебаний полосы и усилитель с электроконтактами на выходе. При возбуждении колесами автомобиля колебаний полосы замыкаются контакты на выходе усилителя, подавая импульсный сигнал в цепь регистрации или включая счетчик импульсов. Введение задержки в цепь усилителя позволяет регистрировать сигнал только от переходных осей, т.е. количество автомобилей, а не осей.

Широкое применение находит кино съемка исследуемых транспортных потоков. При этом кинокамеры оборудуют специальными автоматами и используют для кадровой съемки через интервалы времени от 0,5 до 1,5 с в зависимости от скорости движения автомобилей. Фотографирование транспортного потока дает возможность с высокой точностью определять практически все его параметры. Однако эти методы нельзя использовать для оперативного управления движением вследствие длительного времени обработки результатов съемки. Они могут найти применение только для оценки качества работы управляющих систем, особенно на магистральных въездах и съездах, где легко изучать поведение транспортного потока в зависимости от алгоритмов и программ управления.

Существуют различные системы учета интенсивности зарубежных стран. Система приборов Marksman 660, разработанная в Англии, позволяет определять интенсивность движения, тип автомобиля, его массу, скорость, расстояние между осями и автомобилями, содержание основных вредных компонентов в выхлопных газах, температуру и влажность воздуха. Информационная система может устанавливаться стационарно или применяться для кратковременного обследования дорожных условий. Для контроля интенсивности и состава транспортного потока за рубежом (Финляндия, Швеция, Франция, Германия) широко используются системы, с магнитными датчиками (петлями), смонтированными в дорожное полотно. Датчики реагируют на продвижение в зоне их действия автомобиля, причем, возбуждаемый в датчиках сигнал зависит как от массы, так и от скорости проходящего автомобиля.

Широко известна финская система сбора информации TMS (Traffic Monitoring System), которая успешно эксплуатируется в ряде стран. За рубежом используются также и другие известные системы: Golden River Traffic, NU-Metriss (США), Peek Traffic (Нидерланды) [1].

В США применяется система управления дорожными измерениями ROMDAS. В ее состав входят компьютер (Notebook) с двумя внешними клавиатурами, GPS-приемник, лазерный измеритель расстояний с определителем азимута, видеочкамаера с дополнительным компьютером, система гироскопов, цифровая фотокамера, устройство голосового ввода данных, толчкомеры, датчик скорости и пройденных расстояний, определитель ровности TPL, установка оценки коэффициента сцепления. Система дополнительно может укомплектовываться видеоманитофоном [3].

Недостатком данных систем является низкая точность идентификации транспортных средств по классификационным группам, невозможность контроля габаритов, невозможность использования в передвижных пунктах контроля.

Общим недостатком рассмотренных методов является высокая стоимость данных систем, применение специальных программ, относительно высокая технологичность, что в условиях дефицита финансовых средств не всегда оправдано их применение. Многие дорожно-строительные управления в КР в таких условиях используют старый визуальный метод определения интенсивности движения с использованием значительного количества человеческого труда.

В данной работе предлагается метод определения параметров дорожного движения с использованием видеорежистратора. Устройство состоит (Рисунок 1) из штатива 1, видеорежистратора 2, кабеля USB 3, зарядчика от прикуривателя 4, зарядчика к источнику питания 7, крепления с держателем на лобовое стекло автомобиля 8, флешки 6.

Ноутбук 5 предназначен для периодического снятия данных с флешки 6 при проведении съемки длительное время в полевых условиях.



Рис.1. Элементы устройства.

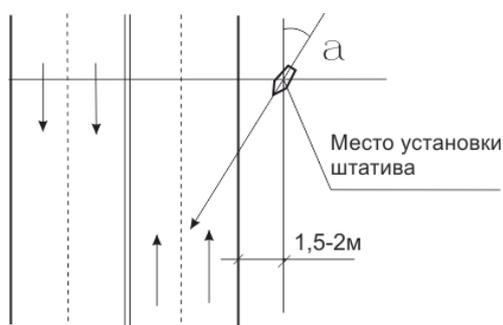


Рис.2. Схема установки авторежистратора.

Устройство работает следующим способом. На выбранном месте учета на обочину устанавливается штатив. Штатив должен быть установлен надежно, чтобы во время проезда большегрузных машин на большой скорости или от порыва ветра она не свалилась. Устанавливать штатив надо на расстоянии 1,5-2 от края проезжей части, чтобы более качественно и точно производить запись, для обеспечения безопасности съемки (Рисунок 2). Однако расстояние от края проезжей части до места установки видеорежистратора не должно быть более 8 м, для обеспечения качества съемки.

На штатив 1 устанавливается видеорежистратор 2 и хорошо закрепляется. Регистратор должен быть установлен под углом  $\alpha=45\div55^\circ$  от оси дороги, для более полного обхвата движущихся автомобилей как прямого, так и обратного направлений. Угол обзора авто регистратора составляет примерно  $120^\circ$ .

Устройство подключается к источнику питания с помощью зарядного устройства 7. Источником питания может служить прикуриватель, аккумулятор или электросеть на 220 V при условии, что пункт учета расположен возле источника тока. Видеорежистратор потребляет ток в зависимости от типа модели и режима работы примерно от 300÷700 мАч. Например, хороший

видеорежистратор модели AdvCam. FO8 Profi GPS RED при включенном видео потребляет 630 мАч с напряжением 3,7 V. Для работы видеорежистратора хватит емкости аккумуляторной батареи примерно в 50А.



Рис.3. Учет интенсивности движения

записывать примерно 15 часов непрерывной съемки. Перекачка содержимого такой карты на ноутбук займет около часа времени, поэтому для обеспечения непрерывной съемки необходимо иметь дополнительную карту. Видеорегистратор снабжен датчиком движения. Если в поле съемки происходит движение, то запись начинается автоматически. Когда движения нет, нет и записи, что экономит память карты.

При длительной стационарной съемке видеорегистратор можно подключить к ноутбуку или к персональному компьютеру напрямую. Существует два способа подключения: через порт USB или через порт локальной сети (о способе подключения можно выяснить в инструкции пользователя гаджета). Процедура подключения следующая, необходимо штекер кабеля видеорегистратора, вставить в требуемое гнездо ноутбука или персонального компьютера. После соединения происходит автоматическая процедура установки программного обеспечения. Обработка результатов съемки может производиться вручную, либо с использованием стандартных программ.

Учет интенсивности движения необходимо производить более длительное время. На международных трассах их продолжительность должна быть не менее 4 часов в сутки.

Суточную интенсивность движения  $N_c$  рассчитывают по формуле [2].

$$N_c = N_{\text{ч}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (1)$$

где  $N_{\text{ч}}$  - фактическая интенсивность движения, определенная в день учета;  $k_1$ - коэффициент, учитывающий неравномерность интенсивности движения в течение суток;  $k_2$ - коэффициент, учитывающий неравномерность интенсивности движения в течение недели;  $k_3$ - коэффициент, учитывающий неравномерность интенсивности движения в течение года.

Среднегодовую суточную интенсивность движения  $N_{\text{гс}}$  определяют как среднее арифметическое значение для дней учета по формуле

$$N_{\text{гс}} = \frac{\sum_{\partial=1}^n N_c}{n} \quad (2)$$

где  $n$  - количество дней учета;  $\partial$  - индекс для обозначения дней учета движения при минимальной продолжительности учета.

Одним из основных преимуществ данного метода является дешевизна, простота использования, низкая технологичность. Одновременно накапливается полная информация о транспортном потоке, обработку которой можно произвести в удобное время в лабораторных условиях.

#### Список литературы

1. Сб. трудов ПРОСДОРНИИ (2000). Технические средства и пути создания мониторинга транспортных средств на автомобильных дорогах// Вып. 10. - М.: -с. 53-56.
2. Стандарт СЭВ. Дороги автомобильные. Учет интенсивности движения
3. Leonard Farnell&Co. Ltd. (1996). Road Measurement Data Acquisition System User's Guide.

## СЕКЦИЯ №9.

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

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

### АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ АСПЕКТЫ СКАТНЫХ КРЫШ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Сауд Я., Коренькова Г.В.

БГТУ им. В.Г. Шухова, РФ, г.Белгород

Облик современных городов неуклонно меняется, рядом со зданиями прошлых эпох появляются новые постройки, отвечающие последним тенденциям в архитектуре. К сожалению, они не всегда органично вписываются в сложившуюся застройку, конкурируя, а порой и забывая своих предшественников. Изучение эволюции форм крыш по эпохам могло бы помочь архитекторам разрешить данную проблему.

Крыша всегда будет значительной частью абсолютно каждого дома, во все времена ее возведению уделялось особое внимание, постоянно совершенствовались ее конструкции, технологии устройства, применялись новые материалы.

В последнее время очевидна тенденция роста коттеджного строительства. В создании законченного образа индивидуального жилого здания не многие элементы имеют такое же большое значение, как крыша. Крыша – это кульминация всего здания, завершающий штрих, венец творения. Хотя крыша в буквальном смысле является вершиной, она теряет всю свою ценность и ничего не добавляет к образу, если не сливается с ним и не становится частью целого. Крыша, прежде всего, должна сочетаться со зданием и окружающим пейзажем (Рисунок 1).

Крыша перестала быть лишь частью здания, защищающей от проливного дождя и непогоды, она обрела новое дизайнерское измерение и новые критерии. Помимо скатных крыш теперь возводят плоские, круглые, выгнутые крыши. Появились новые кровельные материалы – плоская черепица, металлическая черепица, битумная шиферная плитка, синтетические материалы.



Рис.1. Индивидуальный жилой дом со скатной крышей

Благодаря огромному выбору материалов и форм, в распоряжении архитекторов оказываются самые различные варианты оформления крыши, что дает им практически неограниченную свободу творчества.

Еще один новый прием – использование кровельных материалов для покрытия наружных вертикальных стен. Как и распространение выгнутых крыш, эти изменения размывают строгие границы между крышами и наружными стенами.

При использовании такого приема нелегко понять, где заканчивается стена и начинается крыша – но это не новаторство ради новаторства. Такое объединение стены и крыши создает пятую стену, которой крыша, по сути, и является (Рисунок 2).

Хотя регионы и народы, по большей части, все еще сохраняют свои архитектурные традиции, но появляются все более изумительные примеры смелого разрушения традиций.

Многие архитектурные стили и особенности имеют значение только в определенных климатических и национальных условиях. Тем не менее, в некоторых стилях встречаются элементы, которые прекрасно подходят для использования в других регионах в измененном виде или в сочетании с другими материалами. Такие элементы крыши зачастую придают особую выразительность архитектурному и визуальному языку.

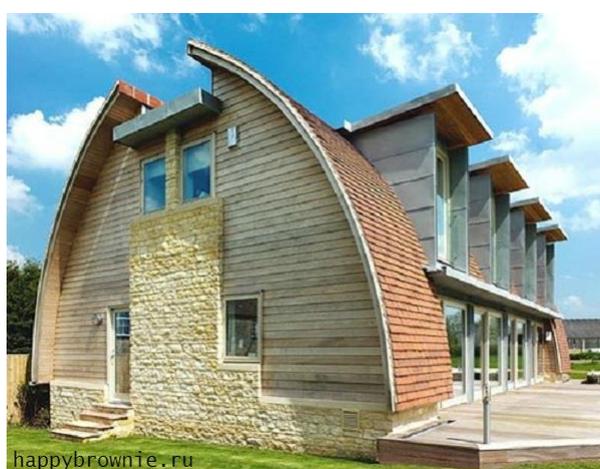


Рис.2. Современные дома ос скатными крышами

Эстетические аспекты, конечно, имеют большое значение, но они не должны быть единственными критерием при выборе формы и материалов крыши. Необходимо рассматривать этот конструктивный элемент с разных точек зрения, иначе есть опасность забыть об изначальном и основном назначении крыши: защищать здание от внешних воздействий.

Главными требованиями к любой крыше являются несущая способность, изоляция и влагонепроницаемость. Поэтому при создании крыши стоит уделить внимание все усиливающемуся стремлению к надежным решениям – то есть, использовать конструктивные решения и материалы, которые гарантируют, что крыша прослужит долго, не нуждаясь в ремонте.

Рассматривая крышу как конструктивный элемент здания необходимо отметить, что она состоит из конструктивной части (несущий остов крыши, воспринимающий нагрузки от элементов крыши и осадков) и самой кровли (облицовочный материал кровли – защита от внешнего воздействия). Уклон кровли способствует удалению с крыши атмосферных осадков.

Конструктивно скатные крыши могут иметь решения с использованием бесстропильных систем или наслонных и висячих стропильных систем.

В малоэтажных домах индивидуальной застройки несущей конструкцией обычно является деревянный стропильный каркас (Рисунок 3).



Рис.3. Макет стропильной системы

При строительстве любого дома необходимо много внимания уделять такому конструктивному элементу, как крыша. Именно от крыши здания зависит степень его надежности, защищенности от непогоды, негативных внешних условий. Крыша дома при этом может иметь самые различные формы – все зависит от внешнего вида дома, требований к архитектуре. Необходимо только при выборе конструкции учитывать связь с несущей стеной, нагрузки на нее, выбор кровельного материала для покрытия. Также многие конструкции предполагают профессиональное проектирование, когда только опытный специалист может правильно все рассчитать.

#### Список литературы

1. Савельев А.А. Конструкции крыш. Стропильные системы. М.: Аделант, 2009. 130с.
2. Черныш Н.Д., Коренькова Г.В., Митякина Н.А. Некоторые аспекты малоэтажной застройки Белгорода // Наука и образование в жизни современного общества в 10-ти частях. Ч. 10. Сборник научных трудов по матер. Международной научно-практической конференции: Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество» – Тамбов. 2012. – С. 134-135.
3. <http://www.stroypomosh.com.ua> – статья: Виды крыш частных домов – фото и детальный обзор – Автор: Алексей Макарский.

## ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

**Зверева М.А., Лучко И.И.**

ДВФУ, РФ, г.Владивосток

Для рационального использования объектов капитального строительства (ОКС) и их налогообложения проводится кадастровый учет. Данную процедуру регулирует принятый 24 июля 2007 года Федеральный закон “О государственном кадастре недвижимости”. Государственный кадастровый учёт осуществляется в связи с: образованием объекта (постановка на учёт); прекращением существования объекта (снятия с учёта); изменением характеристик объекта или сведений о нем (учёт изменений) [2].

До 2012 года объекты ОКС регистрировались органами государственного технического учета и технической инвентаризации ФГУП «Ростехинвентаризация-Федеральное БТИ». В настоящее время этим занимаются органы государственного кадастрового учета.

В данной работе рассматриваются процессы государственного кадастрового учёта объектов капитального строительства в Приморском крае в динамике за период 2012 – 2014 гг. Большое внимание при этом уделялось изучению учета отдельных видов ОКС: зданий, строений, сооружений и т.д.

В ходе анализа полученных данных было выявлено, что в данный период в основном осуществлялась постановка на учет. Было поставлено на учет около 78 % жилых зданий, из всех жилых зданий поставлено на учет 96 % индивидуальных домов. Это говорит о том, что больше строится и создается объектов для проживания людей, объектов для социально-культурного обслуживания населения и хранения материальных ценностей.

В отношении же сооружений и объектов незавершенного строительства редко производят данные действия. В основном это связано с неактивным их строительством.

С каждым годом увеличивается число людей, желающих поставить на учет различные виды ОКС. В 2014 году отмечено увеличение количества заявлений на 27 % по сравнению с 2012 годом. В 2014 году больше всего подано заявлений о постановке на государственный кадастровый учет, их около 50 % от всех заявлений, меньше поступают заявлений об учете изменений – 22 %.

Однако количество заявлений об учете изменений с каждым годом возрастает. Это говорит о том, что активно идет изменение существующих объектов капитального строительства. Заявлений о снятии с учета в течение 2012 – 2014 г.г. становится меньше. Скорее связано, это с разрушением объектов в связи с их давней постройкой. В то же время объем заявлений о внесении сведений в ГКН, как о ранее учтенных объектах уменьшается. Количество их с каждым годом будет уменьшаться.

Сразу кадастровый учет осуществляется в отношении около 50 % заявлений, этот процент не меняется и остается на низком уровне. Если сравнивать отказы в осуществлении кадастрового учёта в 2014 году, по сравнению с 2013 годом, можно заметить, что их количество уменьшилось, за счет того, что увеличилось количество приостановок. Это дает возможность заявителям в течении не более, чем трех месяцев устранить причину приостановки.

Так как основная причина отказов в 2013 году была в том, что заявления или другие, необходимые для кадастрового учёта документы, по форме или содержанию не соответствуют требованиям настоящего закона, с 1 октября 2013 года был принят Федеральный закон № 250-ФЗ [3], который внес изменения в Федеральный Закон № 221-ФЗ [2]. Заявления или другие необходимы для кадастрового учёта документы по форме или содержанию не соответствуют требованиям ФЗ-№ 221 стало основанием для приостановления, а не отказа.

В ходе исследований выявлена проблема в области проведения учёта изменений. Одним из показательных примеров может быть отказ жителю Приморского края в регистрации права на гараж, который был поставлен на учет на основании технического плана здания, подготовленного на основании технического паспорта здания от 5 сентября 2012 года. Год постройки данного объекта указан 1980. После постановки данного гаража на учет, физическое лицо обратилось в орган государственной регистрации для регистрации права на данный объект капитального строительства. В результате чего выяснилось, что в документе была допущена ошибка, а именно год постройки гаража 2012. Из-за этой ошибки право зарегистрировать не могут. Заявителю ничего не оставалось, как обратиться в орган кадастрового учета об исправлении кадастровой ошибки. Но так как заявитель не является собственником, следовательно, орган кадастрового учета вынес решение об отказе в учете изменений в отношении этого объекта. В итоге получается замкнутый круг.

Так же можно снять данный объект с учёта собственнику земельного участка, на котором находится объект капитального строительства, и поставить его заново. Но в органе кадастрового учёта, могут возникнуть сомнения в подлинности и честности данных действий и в таком быстром разрушение и создании объекта капитального строительства.

Единственным выходом в этой ситуации является заявителю обратиться в суд. Но так как с такой проблемой сталкиваются около 60 % заявителей, суды будут завалены исками. Решением данной проблемы может быть внесение изменения в законодательную базу, а именно собственникам земельных участков не только ставить на учет и снимать с учета объекты капитального строительства, а также возможность подачи заявления о внесении изменения.

Также в ходе анализа кадастрового учета ОКС, была выявлена следующая проблема. С 2013 года в государственном кадастре недвижимости стали появляться квартиры в кварталах, а не в зданиях. С 1 января 2013 года застройщиков обязали оформлять кадастровые паспорта на сданные многоквартирные дома. Надлежало оформлять отдельный кадастровый паспорт на каждое помещение в этом доме (в том числе и на квартиры). Вопрос о том, кто именно должен ставить на кадастровый учет квартиры: застройщик или дольщики, не понятно. В результате многие компании оформляли кадастровый паспорт лишь самих домов. Аналогичную процедуру в отношении квартир вынуждены были проводить их покупатели.

После вступления в силу № 250-ФЗ, были внесены изменения в № 221-ФЗ о необходимости ставить на кадастровый учет одновременно многоквартирные дома и все расположенные в них помещения. Казалось бы, проблема решена. Но этот, же закон (№ 250-ФЗ) дал возможность покупателям новостроек самостоятельно заниматься кадастровым учетом своих квартир, не дожидаясь, пока на учет поставят весь дом.

Одни застройщики, которые соблюдают законы, после получения разрешения на ввод дома в эксплуатацию, пытаются поставить многоквартирный дом и все, находящиеся в нем жилые и нежилые помещения. Но сталкиваются с такими трудностями:

1. Документы, необходимые для постановки многоквартирного дома на кадастровый учет, застройщики должны подавать в электронном виде – через открытые по всему городу многофункциональные центры (МФЦ). Выяснилось, у структур Росреестра нет технической возможности пропускать через себя огромные массивы информации, что тормозит процесс.

2. Среди документов, необходимых для кадастрового учета, назван технический план здания (п. 3 ч. 1 ст. 22 закона № 221-ФЗ). Однако существующая форма этого документа содержит сведения только о здании, а необходимо представлять в орган кадастрового учета технические планы на каждое помещение в доме (раньше этого не требовалось). Это требует существенных финансовых затрат.

3. Возникают сложности при самой постановке такого количества объектов, чаще всего государственный учет приостанавливают и не один раз, так как подготовить такое количество документов, и не допустить ошибку очень тяжело. В результате чего если и ставятся на учет многоквартирные дома, то не с первого раза, а в течение года.

Другие застройщики даже и не пытаются поставить многоквартирные дома с помещениями на учет, тем более формально Закон № 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов» [1] не обязывает застройщика обеспечивать постановку дома и помещений в нем на кадастровый учет. Получается, что кадастровая регистрация дома и квартир в нем – это всего лишь право, а не обязанность застройщика.

В результате дольщики несут материальные расходы и пытаются сами поставить жилое помещение на кадастровый учет, не дожидаясь, пока застройщик поставит на учет весь дом и все квартиры в нём. В результате квартиры ставят в квартал.

Необходимо внести в законодательную базу пункт об обязательствах застройщика, а именно об учёте дома и жилых и нежилых помещений в нём, чтобы учёт стал обязанностью, а не правом, определить сроки и ответственность застройщика за непредставление документов в орган кадастрового учёта. Также необходимо определить санкции за нарушение данных обязательств.

В результате всех исследований можно сделать вывод о том, что процесс государственного кадастрового учёта очень сложный процесс, при котором возникают различные проблемы. Разработанные в ходе исследований предложения будут способствовать ускорению процесса кадастрового учета объектов капитального строительства.

#### Список литературы

1. Федеральный закон от 30.12.2004 г. № 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Консультант Плюс – надёжная правовая поддержка. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_183063](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_183063)
2. Федеральный закон от 24.07.2007 г. N 221-ФЗ (ред. от 29.12.2014) "О государственном кадастре недвижимости" (24 июля 2007 г.) [Электронный ресурс] // Консультант Плюс – надёжная правовая поддержка. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_173313](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173313)
3. Федеральный закон от 23.07.2013 г. N 250-ФЗ (ред. от 22.12.2014) "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части государственной регистрации прав и государственного кадастрового учёта объектов недвижимости" [Электронный ресурс] // Консультант Плюс – надёжная правовая поддержка. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_172637](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172637)

#### ДЕРЕВЯННО-КАРКАСНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ КАК ВАРИАНТ МАЛОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

Дамдинова Д.Р., д.т.н., проф., Ломова Н.М., ст.преп., Лыкшитов К.Б., гр. М-314, Баторова И.Ю., аспирант

ВСГУТУ, РФ, г.Улан-Удэ

Одной из самых важных задач строительства является обеспечение населения доступным и качественным жильем. Развитие малоэтажного жилищного строительства позволит решить эту первостепенную социальную

проблему. При этом будут реализованы все основные положения современного строительства: быстрота возведения зданий, невысокая стоимость жилья, высокие энерго- и ресурсосберегающие характеристики, сейсмостойкость и круглогодичный сезон строительства.

В настоящее время на малоэтажное жилье приходится свыше 40-50% от общего объема жилищного строительства в России. Относительная доля ввода малоэтажного жилья за последние 20 лет увеличилась более чем в 7 раз. По прогнозам Правительства РФ этот показатель должен в 2016 г. достичь не менее 60%, а в 2020 г. около 70%. Поставлена цель, вернуться к нормальной плотности населения на 1 гектар – 8 тыс. человек, как это было в 1970 году. Государство сейчас рассматривает малоэтажное строительство как способ повысить доступность жилья для широких слоев населения и увеличить темпы строительства жилой недвижимости. Кроме того, в рамках комплексного освоения удаленных территорий, наиболее оптимально возводить именно невысокие жилые объекты. По социологическим опросам, большинство граждан отдает предпочтение малоэтажному деревянному строительству.

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы являлось изучение возможности строительства в климатических условиях Бурятии малоэтажного деревянного каркасного жилого дома эконом-класса. В задачу исследований входили изучение состояния вопроса в области малоэтажного жилищного строительства; выбор архитектурно – конструктивных и объемно – планировочных решений; - расчет основных элементов каркаса деревянного дома; теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций.

Из условий доступности сырьевой базы (различные породы древесины) в Республике Бурятия, наличия деревообрабатывающих предприятий можно считать перспективным направлением жилищного строительства деревянное каркасное домостроение. В настоящее время для успешного развития деревянного домостроения в Республике Бурятия имеется индустриальная база строительства в лице ЗАО «Байкальская лесная компания» [1], в области проектирования и строительства деревянных домов свыше 15 лет работает компания БСК «Оптима» [2] и др.

Условия проектирования жилых домов с деревянным каркасом регламентирует Свод Правил 31-105-2002 [3], согласно которому при проектировании указанных домов должны быть выполнены соответствующие требования, Так, значения расчетных равномерно распределенных нагрузок на перекрытия не превышают 2,4 кПа; высота дома не превышает 3 этажа при высоте этажа (от пола до пола) не более 3,0 м; шаг внутренних несущих стен, перпендикулярных наружным несущим стенам дома, не превышает 12,0 м; площадь оконных, дверных и других проемов в каждой несущей стене не превышает 30 % площади стены. Расчетные снеговые и ветровые нагрузки соответствуют СП 20.13330.2011 [4].

Несущие конструкции (элементы каркаса) домов данной системы изготавливаются из пиломатериалов хвойных пород, высушенных и защищенных от увлажнения в процессе хранения. Деревянные элементы конструкций, отметка низа которых в проектном положении ниже планировочной отметки земли или превышает ее менее чем на 250 мм, должны быть изготовлены из пиломатериалов, обработанных антисептиками в соответствии с требованиями СП 28.13330.2012 [5].

Существует два главных способа строительства деревянных каркасных зданий:

- каркасно-панельный способ (Рисунок 1а), предполагающий наличие типовых проектов, для которых изготавливают унифицированные элементы конструкций. Из них непосредственно на месте строительства возводят каркасный дом «под ключ». Основными достоинствами этого способа являются малые сроки и всесезонность строительства. Недостатком является ограниченный ассортимент архитектурных решений.

- каркасно-рамочный способ (Рисунок 2 б), который позволяет строить здания с большим количеством криволинейных поверхностей. Отличительной чертой этого способа являются то, что подготовка и сборка всех требуемых для постройки элементов осуществляется на стройплощадке, а также широкий ассортимент архитектурных решений будущей конструкции.



Рис.1. Способы строительства деревянных каркасных зданий  
 а - каркасно-панельный; б - каркасно-рамочный

Весьма широк спектр архитектурно – конструктивных и объемно – планировочных решений деревянных каркасных жилых домов. В нашей работе с целью выяснения вопроса о возможности строительства малоэтажного деревянного каркасного жилого дома эконом-класса в климатических условиях Бурятии были рассмотрены различные архитектурно – конструктивные и объемно – планировочные решения, представленные в открытых источниках информации.

В качестве места строительства рассматривали Иволгинский район Республики Бурятия, как благоприятный район для строительства частных домов по нескольким причинам (активно развивающееся частное домостроительство, оптимальное местоположение в черте города, возможность подключения ко всем инженерным сетям и развитая инфраструктура района).

На Рисунке 2 в качестве образца показан компактный в плане загородный коттедж, рассчитанный на круглогодичное комфортное проживание семьи из 2-3 человек. В доме запроектирована гостиная, объединенная с кухней-столовой, спальня и ванная комната. Главный фасад коттеджа украшает просторная, крытая терраса пятигранной формы [6].





Рис.2. Загородный коттедж (фасад и план первого этажа) [6]

В нашем проекте планируется использовать деревянный каркас с эффективным утеплителем; крыша - скатная чердачная; покрытие кровли – металлочерепица; тип фундаментов: монолитные железобетонные; тип перекрытий - по деревянным балкам.

Каркас рекомендуется изготавливать из высушенной древесины во избежание деструкции при эксплуатации. Более надежные и высококачественные каркасы можно изготавливать из клееной древесины, что приведет к удорожанию строительства по сравнению с использованием обычной древесины. Древесина, из которой изготавливают каркас, должны быть основательно обработаны антисептиками, предотвращающими образование плесени и грибка, а также антипиренами, повышающими огнестойкость, долговечность и надежность строения. Применяемые при строительстве плитные материалы на основе древесины, в которых содержание свободного формальдегида превышает 5 мг на 100 г плиты, должны быть обработаны специальными детоксицирующими грунтовками.

Для реализации проекта, как правило, требуется привязка под конкретные климатические условия. В связи с этим нами были проведены некоторые расчеты (расчет балки покрытия, теплотехнический расчет ограждающей конструкции стены). Представляло интерес оценить эксплуатационную прочность элементов деревянно – каркасного дома, в данном случае, был произведен расчет поперечной балки покрытия.

Исходные данные: запроектировать балку покрытия составного сечения деревянно-каркасного здания пролетом 5 метров (Рисунок 3).

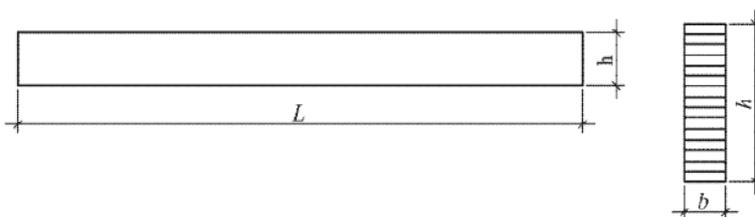


Рис.3. Конструктивная схема балки покрытия

Нагрузки:

- расчетная  $q = 2,04$  кН/м;
- нормативная  $q_n = 1,86$  кН/м.

Принимаем сечение балки из двух брусьев  $2 \times b \times h = 2 \times 125 \times 150$  мм.

Материал – сосна ( $\gamma_n = 0,95$ ).

Расчетный изгибающий момент:

$$M = 0,125ql^2 = 0,125 \times 2,04 \times 25 = 6,37 \text{ кНм.}$$

Расчетная поперечная сила:

$$Q = ql/2 = 2,04 \times 5/2 = 5,1 \text{ кН.}$$

Момент сопротивления:

$$W = b(2h)^2/6 = 12,5(2 \times 15)^2/6 = 1875 \text{ см}^3.$$

Момент инерции:

$$J = b(2h)^3/12 = 12,5(2 \times 15)^3/12 = 28125 \text{ см}^4.$$

Статический момент:

$$S = bh^2/8 = 12,5 \times 15^2/8 = 1406,25 \text{ см}^3.$$

Проверка прочности принятого сечения:

$$\sigma = M/W \times k_w = 637/1875 \times 0,875 = 0,34 < R_w/\gamma_n = 1,5/0,95 = 1,58 \text{ кН/см}^2.$$

Жесткость балки:

$$f/l = 5q_n l^3/384EJ \times k_{ж} = 5 \times 2,04 \times 10^{-2} \times 500^3/384 \times 10^3 \times 28125 \times 0,7 = 0,0016 < [1/200]/\gamma_n = [1/200] / 0,95 = 0,0058.$$

Расчет показывает, что прочность и жесткость балки обеспечена.

Важной составляющей при проектировании является обеспечение комфорта в помещениях будущего дома. В данной работе был проведен теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, которые обеспечат благоприятный температурный и влажностный режим в помещении.

Теплотехнический расчет наружной стены

1. Влажностный режим помещения здания в зависимости от  $t_{int}$  и  $\phi_{int}$  – нормальный.
2. Зона влажности района – сухая.
3. Условия эксплуатации наружных ограждающих конструкций – А.
4. Значение градусо – суток в течение отопительного периода

$$D_d = \text{ГСОП} = (t_b - t_{tx}) \times z_{ht} = (21 - (-10,4)) \times 237 = 7441 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут.},$$

где  $t_{tx}$ ,  $z_{ht}$  – средняя температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ , и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более  $8^\circ\text{C}$ ;

где  $t_b$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $^\circ\text{C}$ , принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий.

5. Базовое значение сопротивления теплопередаче наружной стены  $R_{reg1} \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$  , :

$$R_{reg1} = a \cdot D_d + b;$$

$$R_{mp1} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где ГСОП – градусо – сутки отопительного периода,  $^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год}$ , для конкретного пункта; а, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий;

$$R_{mp1} = 0,00035 \cdot 7441 + 1,4 = 4,005 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

6. Теплотехнические характеристики слоев наружной стены :

1-ый слой – ОСП:  $\lambda_1 = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

2-ой слой – гипсовая плита:  $\lambda_2 = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

3-ий слой – минераловатная плита:  $\lambda_3 = 0,064 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

4-ый слой – гипсовая плита:  $\lambda_4 = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

7. Термическое сопротивление теплопередаче каждого известного слоя:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,09}{0,15} = 0,6 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,05}{0,41} = 0,121 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,05}{0,29} = 0,172 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

где  $\delta_i$  – толщина i-го слоя конструкции, м;  $\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала i-го слоя конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

8. Термическое сопротивление теплопередаче на внутренней ( $R_{int}$ ) и наружной ( $R_{ext}$ ) поверхностях наружной стены,  $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$  :

$$R_{int} = R_b = \frac{1}{\alpha_{int}} = \frac{1}{\alpha_b} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}; R_b = \frac{1}{8,7} = 0,115 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_{ext} = R_n = \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{\alpha_n} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}; R_n = \frac{1}{23} = 0,043 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

где  $\alpha_b$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции.

9. Требуемое значение термического сопротивления теплопередаче теплоизоляционного слоя  $R_{reg}^{mu}, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ :

$$R_{reg}^{mu} = R_{мп1} - [R_B + R_1 + R_2 + R_4 + R_H] = 4,005 - [0,6 + 0,172 + 0,121 + 0,172 + 0,043] \\ = 4,005 - [1,108] = 2,897 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

10. Предварительная толщина теплоизоляционного слоя  $\delta, м$ :

$$\delta_{пред}^{mu} = R_{reg}^{mu} \cdot \lambda^{mu} = 2,897 \cdot 0,064 = 0,185 м.$$

11. Полученный результат округляем в большую сторону до ближайшей унифицированной толщины: 0,05 м. для минераловатных плит, следовательно, потребуется  $n = 4$  слоя.

12. Действительное значение термического сопротивления теплопередаче теплоизоляционного слоя  $R_{mu}, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ :

$$R_{mu} = R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,20}{0,064} = 3,125 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

13. Общая толщина наружной стены  $\delta_{нс}, м$ :

$$\delta_{нс} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 0,05 + 0,20 + 0,05 + 0,05 = 0,35 м.$$

14. Общее сопротивление теплопередаче наружной стены  $R_0, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ :

$$R_0 = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_H = 1,108 + 3,125 = 4,233 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

Теплотехнический расчет покрытия

1-ый слой – ориентированно-стружечная плита  $\delta_1 = 0,009 м$ ;  $\rho_1 = 1000 кг/м^3$ ;

2-ой слой – пароизоляция  $\delta_2 = 0,0005 м$ ;

3-ий слой – гидроизоляционная мембрана  $\delta_3 = 0,20 м$ ;  $\rho_3 = 1000 г/м^2$ ;

4-ый слой – ориентированно-стружечная плита  $\delta_4 = 0,009 м$ ;  $\rho_4 = 1000 кг/м^3$ .

1. Базовое значение сопротивления теплопередаче покрытия  $R_{reg1}, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ :

$$R_{reg1} = a \cdot D_d + b;$$

$$R_{мп1} = a \cdot ГСОП + b,$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода,  $^\circ C \cdot сут/год$ , для конкретного пункта;

$a, b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий;

$$R_{мп1} = 0,00045 \cdot 7441 + 1,9 = 5,249 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

2. Теплотехнические характеристики слоев покрытия:

1-ый слой – ОСП:  $\lambda_1 = 0,15 Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ ;

2-ой слой – пароизоляция:  $\lambda_2 = 0,03 Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ ;

3-ий слой – гидроизоляционная мембрана:  $\lambda_3 = 0,04 Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ ;

4-ый слой – ОСП:  $\lambda_4 = 0,15 Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ .

3. Термическое сопротивление теплопередаче каждого известного слоя:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,009}{0,15} = 0,06 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт};$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,0005}{0,03} = 0,016 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт};$$

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,009}{0,15} = 0,06 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт},$$

где  $\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя конструкции,  $м$ ;  $\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала  $i$ -го слоя конструкции,  $Вт/(м \cdot ^\circ C)$ .

4. Термическое сопротивление теплопередаче на внутренней ( $R_{int}$ ) и наружной ( $R_{ext}$ ) поверхностях покрытия,  $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ :

$$R_{int} = R_B = \frac{1}{\alpha_{int}} = \frac{1}{\alpha_B} = 8,7 \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}; R_B = \frac{1}{8,7} = 0,115 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт};$$

$$R_{ext} = R_H = \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{\alpha_H} = 12 \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}; R_H = \frac{1}{12} = 0,083 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт};$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции.

5. Требуемое значение термического сопротивления теплопередаче теплоизоляционного слоя  $R_{reg}^{mu}, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ :

$R_{reg}^{mu} = R_{mp1} - [R_b + R_1 + R_2 + R_4 + R_n] = 5,249 - [0,115 + 0,06 + 0,016 + 0,06 + 0,083] = 6$ . Предварительная толщина теплоизоляционного слоя  $\delta$ , м:

$$\delta_{пред}^{mu} = R_{reg}^{mu} \cdot \lambda^{mu} = 4,915 \cdot 0,04 = 0,1966 \text{ м.}$$

7. Полученный результат округляем в большую сторону до ближайшей унифицированной толщины: 0,20 м для гидроизоляционной мембраны.

8. Действительное значение термического сопротивления теплопередаче теплоизоляционного слоя  $R_{ми}$ ,  $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ :

$$R_{ми} = R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,20}{0,04} = 5,00 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

9. Общая толщина покрытия  $\delta_n$ , м:

$$\delta_n = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 0,009 + 0,0005 + 0,20 + 0,009 = 0,2995 \text{ м.}$$

10. Общее сопротивление теплопередачи покрытия  $R_0$ ,  $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ :

$$R_0 = R_b + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_n = 0,334 + 5,00 = 5,334 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Таким образом, общее сопротивление теплопередачи наружной стены  $R_0$  соответствует минимальному требуемому значению  $R_{тp1}$ :

$$R_0 \geq R_{тp1}, \text{ то есть } 4,233 \geq 4,005$$

- общее сопротивление теплопередачи покрытия  $R_0$  должно быть не менее требуемого значения  $R_{тp1}$ :

$$R_0 \geq R_{тp1}, \text{ то есть } 5,334 \geq 5,249$$

Условия выполняются, следовательно, деревянно-каркасное строение при должном соблюдении технологии строительства и качестве используемых материалов будет соответствовать современным требованиям по теплоэнергосбережению.

В настоящее время в отношении малоэтажного домостроения сложилось устойчивое мнение, что это хорошая альтернатива современной многоквартирной застройке, поскольку обладает рядом преимуществ: относительно небольшая себестоимость, высокая скорость и всепогодность строительства, отсутствие необходимости тяжелой строительной техники при возведении, возможность быстрого демонтажа, легкий доступ к коммуникациям, низкая теплопроводность ограждающих конструкций, хорошая звукоизоляция ограждений, возможность прокладки коммуникаций внутри стен, облегченный фундамент, отсутствие усадки, экологически безопасно и т.д.

Вместе с тем, обеспечение качества и безопасности строительства малоэтажных домов, в особенности для регионов с повышенной сейсмической активностью и суровыми климатическими условиями, к которым относится Республика Бурятия, остается актуальной проблемой. Согласно статье 49.2 Градостроительного Кодекса РФ, в отношении проектной документации ряда объектов малоэтажного строительства (объекты индивидуального жилищного строительства, жилые дома блокированной застройки, отдельно стоящие объекты капитального строительства с количеством этажей не более чем два, общая площадь которых составляет не более чем 1500 квадратных метров и которые не предназначены для проживания граждан и осуществления производственной деятельности...) государственная экспертиза не проводится. Стройнадзор также исключен из процесса осуществления надзора за малоэтажным строительством, поскольку по закону контроль со стороны Стройнадзора осуществляется в том случае, если предусмотрена госэкспертиза.

Ввиду отсутствия контроля качества возведения малоэтажных зданий из вышперечисленного перечня и не подпадающих под экспертизу и контроль со стороны Стройнадзора в целях обеспечения безопасности их строительства и эксплуатации, целесообразно разработать механизм контроля качества проектирования и строительства малоэтажных зданий в Республике Бурятия. Данный механизм должен, на наш взгляд, включать следующие этапы:

- при составлении конкурсной документации для участия в тендерах, разрабатываемой соответствующими органами, тщательно прописывать требования Заказчика к качеству проектной документации, строительства и строительных материалов, и изделий;

- при составлении конкурсной документации, разрабатываемой для участия в тендерах тщательно прописывать требования к уровню подготовки строительных кадров, в том числе кадров рабочей специальности;

- заказчикам при приемке в эксплуатацию объектов малоэтажного строительства привлекать независимых экспертов.

В России за последние десятилетия интенсивно внедряются различные технологии строительства малоэтажных деревянных зданий и сооружений (каркасные и каркасно-щитовые дома, дома из клееного бруса, круглого оцилиндрованного бревна, дома с использованием СИП-панелей, технологии Совби и т.д.). В этой связи

представляется целесообразным проведение исследований состояния конструкций деревянных домов с использованием современных технологий с учетом сурового климата и повышенной сейсмичности (исследование напряженно-деформированного состояния элементов деревянных конструкций, в том числе большепролетных, исследование сейсмостойкости и пожаробезопасности конструкций, разработка архитектурно-планировочных решений, эффективных ограждающих конструкций и т.д.). Имеющаяся нормативная база в виде Территориальных строительных норм Республики Бурятия [10] в области деревянного строительства требует обновления и переиздания в связи с развитием новых технологий деревянного строительства.

Кроме того, целесообразным представляется создание строительного кластера по деревянному домостроению в Республике Бурятия, объединяющего усилия всех участников строительного процесса, включая проектно-конструкторские, производственные и строительно-монтажные компании, а также поставщиков строительных материалов и услуг, образовательных учреждений (профильные ССУЗы, ВУЗы РБ), инвесторов, которые взаимодействуют в рамках государственно-частного партнерства при руководящей роли Министерства строительства и модернизации жилищно-коммунального комплекса Республики Бурятия.

#### **Список литературы**

1. [Электронный ресурс]/ режим доступа: [www.blk.ru](http://www.blk.ru)
2. [Электронный ресурс]/ режим доступа: [www.bsk-optima.ru](http://www.bsk-optima.ru)
3. СП 31-105-2002 «Проектирование и строительство энергоэффективных одноквартирных жилых домов с деревянным каркасом».
4. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».
5. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии»
6. [Электронный ресурс]/ режим доступа <http://www.allhomes.ru/katalog-proektov-domov/f-054-1s/>
7. СП 50.13330.2010 «Тепловая защита зданий».
8. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».
9. СП 55.13330.2011 «Дома жилые одноквартирные».
10. Территориальные строительные нормы Республики Бурятия: указания по антисейсмическим мероприятиям в деревянных конструкциях и зданиях, возводимых в Республике Бурятия/ Демин Э.В., Панов А.Б.; Госстрой РБ: Баранников В.Г., Задевалов А.Н. - Улан-Удэ: Минстройжилкомхоз, 2002. - 46с.

#### **К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ АРМОФИБРОКАУТОНА ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ**

**Поликутин А.Э., Левченко А.В., Нгуен Фан Зуй, Зябухин П.А., Мыльцев К.И.**

Воронежский ГАСУ, РФ, г.Воронеж

Одна из актуальных задач развития строительства связана с разработкой и внедрением новых эффективных строительных конструкций, использование которых обеспечивает повышение прочности, трещиностойкости, снижение расхода строительных материалов, уменьшение трудоемкости, энергоемкости и стоимости. Особенно это актуально в отраслях, где строительные конструкции подвержены действию агрессивных сред и где особо ощущается потребность в новых эффективных коррозионностойких материалах и конструкциях, способных резко увеличить надежность и сроки службы сооружений. Обеспечение эффективной работы конструкций при эксплуатации их в агрессивных средах связано не только с задачей разработки и получения материалов более высокой прочности и коррозионной стойкости, но и композитов повышенной прочности и трещиностойкости, поскольку сопротивление конструкционных материалов разрушению в большей степени определяется способностью их структуры препятствовать образованию и росту трещин. Для конструкций, эксплуатирующихся в условиях химического воздействия, вопрос трещиностойкости является первостепенным, так как при раскрытии трещин агрессивная среда, проникая в глубь сечения, вызывая коррозию арматуры и будет значительно ухудшать несущую способность элемента в целом. Значительное место в решении этих вопросов принадлежат конструкциям, созданным на основе коррозионностойких материалов, в частности полимербетонов, дисперсно-армированных композитов. Создание на основе полибутиadiенового олигомера, принадлежащих к классу жидких каучуков, композиционных материалов нового поколения, усиленных дисперсным армированием и продольной стержневой арматурой – армофиброкаутон, обладающих высокой химической стойкостью, трещиностойкостью, прочностью и другими благоприятными эксплуатационными свойствами, является

перспективным направлением при решении указанного вопроса. В практике строительства широкое применение получили полимербетоны на основе фурановых, эпоксидных, полиэфирных, карбамидных и других смол. Однако промышленное производство этих смол в России за последние годы резко сократилось, или оказалось полностью за пределами государства (фурановые смолы), в результате чего стоимость их резко возросла и приблизилась к мировым ценам. В этой ситуации решение вопросов, связанных с защитой строительных конструкций от агрессивного воздействия среды, возможно при применении альтернативных видов промышленно выпускаемых полимеров, например, диеновых олигомеров, принадлежащих к классу жидких каучуков. Полученный на основе жидких каучуков, выпускаемых Воронежским заводом синтетического каучука (СК-2), материал – каучуковый бетон (или сокращенно каутон), обладает помимо благоприятных физико-механических характеристик и высокой химической стойкостью и может наряду с эффективными видами полимербетонов занять свое место при решении проблемы защиты от коррозии различных изделий и конструкций, работающих в условиях воздействия агрессивных сред. Кроме того, введение в смесь каутонна крупнотоннажных техногенных отходов позволяет решить и экологическую проблему, связанную с их утилизацией. Создание надежных и эффективно работающих изгибаемых элементов невозможно без изучения напряженно-деформированного состояния, возникающего при воздействии усилий различного рода.

В процессе исследований свойств каутонна и строительных конструкций на его основе, которыми занимались: Потапов Ю.Б. [9,10], Борисов Ю.М. [1,2,3,4], Нгуен Фан Зуй [5], Пинаев С.А. [7], Поликутин А.Э. [8], Чмыхов В.А. [11], Панфилов Д.В. [6] и др., была доказана эффективность применения данного материала и конструкций на его основе. Состав каутонна и его свойства представлены в Табл.1,2 и 3.

Таблица 1

Компонентный состав фиброкаутонна

Наименование компонентов	Содержание компонентов, мас. %
Низкомолекулярный каучук ПБН	8,54
Сера техническая	4,27
Тиурам-Д	0,43
Оксид цинка	1,54
Оксид кальция	0,43
Зола-унос ТЭЦ	7,59
Кварцевый песок	22,77
Щебень	49,81
Волокна из отхода метталокорда (фибра)	4,62

Таблица 2

Коэффициенты химической стойкости каутонна

Вид агрессивной среды	Коэффициент химической стойкости	
	через 1 год экспонирования	прогнозируемый через 10 лет
20 %-ный раствор серной кислоты	0,95	0,95
3 %-ный раствор азотной кислоты	0,8	0,7
10 %-ный раствор лимонной кислоты	0,9	0,8
20 %-ный раствор едкого натрия	0,95	0,95
10 %-ный раствор едкого калия	0,8	0,65
Насыщенный раствор хлористого натрия	0,9	0,8
Дизельное топливо	0,95	0,95
Вода	1	0,99

Таблица 3

Физико-механические свойства каутонна

Свойства	Показатели для каутонна
Прочность при сжатии, МПа	76,9...100,3

Прочность при растяжении, МПа	13...18
Модуль упругости, МПа	$(1,5...1,8) \times 10^4$
Коэффициент длительности при сжатии	0,72...0,76
Коэффициент Пуассона	0,2...0,3
Теплостойкость, °С	100...110
Морозостойкость, число циклов замораживания – оттаивания, не менее	500
Истираемость, г/см <sup>2</sup>	0,25...0,79
Водопоглощение, мас. %	0,05
Усадка, мм/м	–

Недостатком тяжелого цементного бетона (при применении его в изгибаемом элементе) является малый момент трещинообразования, что является неблагоприятным фактором в конструкциях, где необходима защита арматуры от внешней агрессивной среды. Однако применение полимербетонных конструкций, в частности каутоновых позволит увеличить, как момент трещинообразования, так и прочность изгибаемого элемента при тех же размерах сечения. Поскольку каутон также остается подвержен образованию трещин, в его состав добавляют волокна, например, из отхода метгалокарда автомобильных шин (фибру), что в свою очередь значительно увеличивает прочность и трещиностойкость изгибаемых элементов. Стоит отметить, что необходимость в армировании растянутой зоны остается.

Исследованием такого материала, как фиброкаутон занимался автор работы [6], который экспериментально показал, что фиброкаутон имеет более высокую прочность и трещиностойкость чем каутон, что делает целесообразным использование данного материала в изгибаемой конструкции.

Настоящая работа посвящена изучению прочности, трещиностойкости нормальных сечений армофиброкаутоновых изгибаемых элементов строительных конструкций прямоугольного поперечного сечения, а также их деформативности подверженных воздействию поперечного изгиба при различных процентах продольного армирования.

Для достижения поставленной цели нами предполагается изготовление и испытание армофиброкаутоновых балок с таким варьируемым параметром, как процент продольного армирования; получение данных о напряженно-деформированном состоянии, несущей способности, и разработка рекомендации по проектированию данных конструкций. С целью сравнения работы исследуемых конструкций с традиционными (железобетонными) будут изготовлены железобетонные балки аналогичные по геометрическим параметрам и проценту армирования армофиброкаутоновым.

При исследовании нормальных сечений изгибаемых армофиброкаутоновых элементов прямоугольного поперечного сечения необходимо решить следующие задачи:

- оценить влияние процента продольного армирования на прочность, трещиностойкость, деформативность;
- провести анализ напряженно-деформированного состояния нормальных сечений армофиброкаутоновых балок при изгибе;
- разработать рекомендации по расчету нормальных сечений армофиброкаутоновых изгибаемых элементов.

Для решения поставленных задач предполагается изготовить 6 серий образцов-балок прямоугольного поперечного сечения из фиброкаутона с различным процентом продольного армирования. Все балки подлежат испытанию на поперечный изгиб двумя симметрично приложенными силами. Схема загрузки представлена на Рисунке 1. В качестве продольного армирования используем стержневую арматуру класса А500С диаметрами 8мм, 10мм, 12мм., 14мм., 16 мм. и 18 мм. (с процентом продольного армирования 0,7%; 1,09%; 1,57%; 2,21%; 2,79%; 3,53% соответственно). Диаметр и количество стержней продольной стержневой арматуры назначался исходя из условия разрушения балки по нормальному сечению.

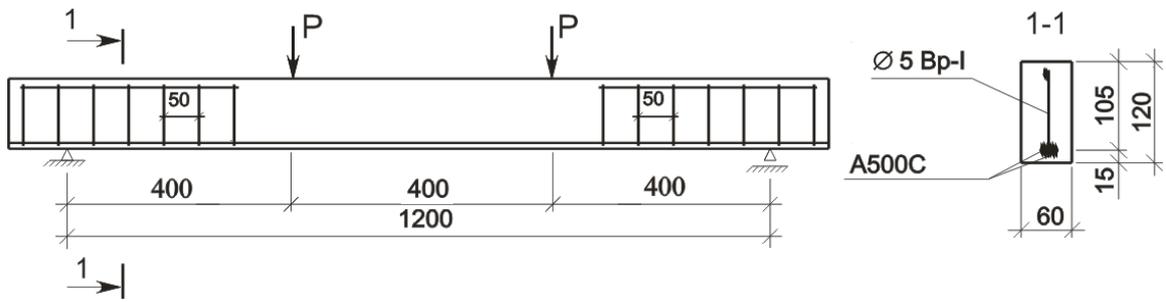


Рис.1. Схема загрузки балки

Для контроля прочности на сжатие и растяжение одновременно необходимо изготовление образцов-призм размером 4x4x16 см и образцов-восьмерок, представлены соответственно на Рисунке 2а и Рисунке 2б.

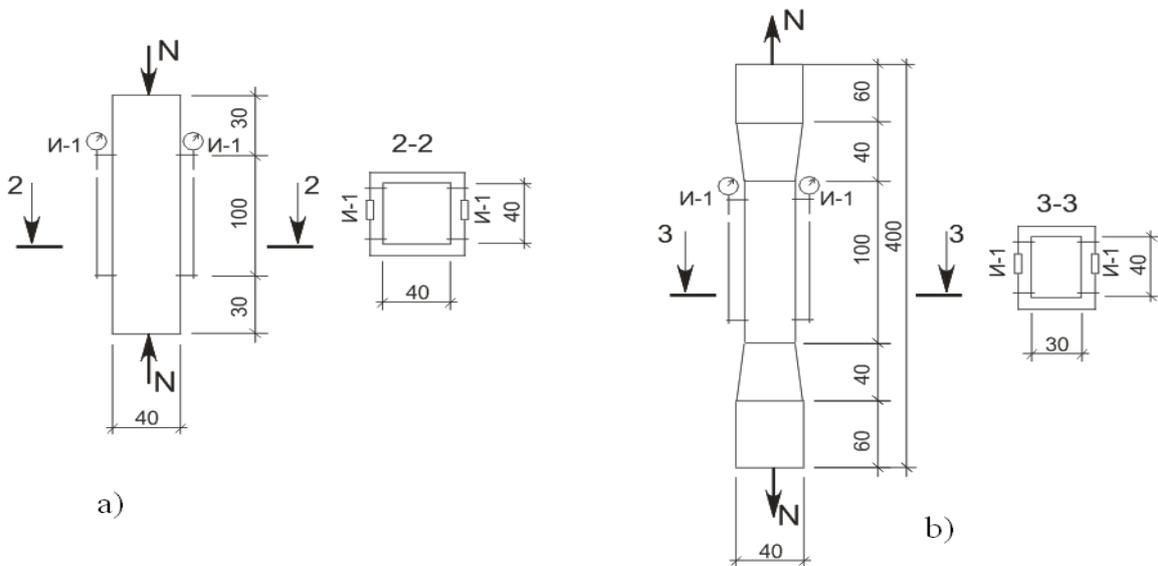
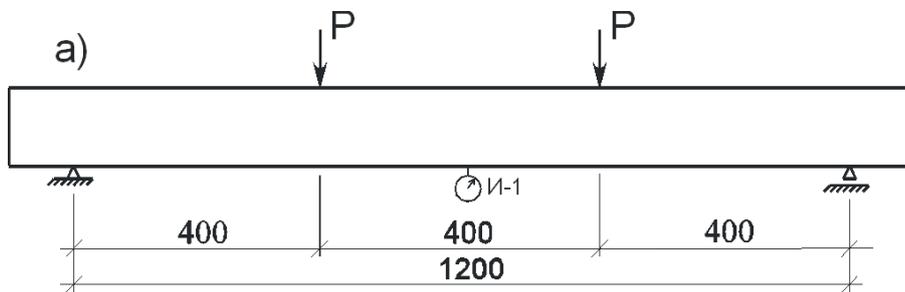


Рис.2. Схемы испытания образцов для испытания

а) На сжатие

б) На растяжение

С целью выявления особенности НДС нормальных сечений проводим измерение продольных деформаций по высоте элемента при помощи тензодатчиков, а для определения прогибов устанавливаем индикатор часового типа (схема установки индикатора показана на рис. 3а, схема наклейки тензодатчиков показана на Рисунке 3б).



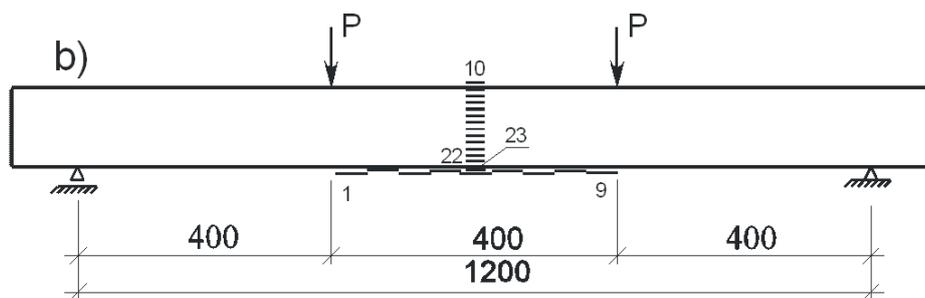


Рис.3. а) Схема установки прогибомера;  
б) Схема наклейки тензодатчиков

В Табл.4 представлена схема экспериментальных исследований, изгибаемых армофиброкаптоновых элементов прямоугольного поперечного сечения, направленная на определение влияния процента продольного армирования на прочность нормальных сечений.

Таблица 4

Параметры экспериментальных балок

Исследование влияния процента продольного армирования на прочность нормальных сечений	
Длина балки, мм	1400
Ширина балки, мм	60
Высота балки, мм	120
Количество и диаметр стержней продольной арматуры, мм	1Ø8; 1Ø10; 1Ø12; 1Ø14; 1Ø16; 1Ø18
Процент продольного армирования, %	0,7; 1,09; 1,57; 2,21; 2,79; 3,53

Разработка и исследование нового строительного композиционного материала на основе полибутадиенового олигомера, дисперсно-армированного волокнами из отходов металлокорда и продольной сержневой арматурой, позволяет создавать строительные конструкции высокой прочности, трещиностойкости и коррозионной стойкости, а также увеличить эффективность, долговечность и надежность строительных сооружений в целом.

#### Список литературы

1. Борисов Ю.М. Исследование несущей способности нормальных сечений двухслойных каптоно-бетонных изгибаемых элементов [Текст] / Ю. М. Борисов, А. Э. Поликутин, Нгуен Фан Зуй // Вестник Центрального регионального отделения РААСН: сборник научных статей. – Воронеж: ВГАСУ, 2010. – Выпуск 9. – С. 133 – 137.
2. Борисов Ю.М. Напряженно-деформированное состояние нормальных сечений двухслойных каптоно-бетонных изгибаемых элементов строительных конструкций [Текст] / Ю. М. Борисов, А. Э. Поликутин, Нгуен Фан Зуй // Научный вестник ВГАС «Архитектура и строительство». – Воронеж: ВГАСУ, 2010. – № 2. – С. 18-24.
3. Борисов Ю.М. Дисперсно армированные строительные композиты [Текст] / Ю.М. Борисов, Д.В. Панфилов, С.В. Каштанов, Е.М. Юдин // Строительная механика и конструкции, 2010. – № 2 (5). – С. 32-37.
4. Борисов Ю.М. Задачи и методика экспериментальных исследований нормальных сечений изгибаемых элементов таврового профиля из армокаптона [Текст] / Ю.М. Борисов, А.Э. Поликутин, А.С. Чудинов, А.Ю. Атанов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология, 2011. – № 1. – С. 52-57.
5. Нгуен Фан Зуй. Двухслойные каптоно-бетонные изгибаемые элементы строительных конструкций [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Нгуен Фан Зуй. – Воронеж, 2010. - 185 с.
6. Панфилов Д.В. Дисперсно армированные строительные композиты на основе полибутадиенового олигомера [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Панфилов Дмитрий Вячеславович. - Воронеж, 2004. – 188 с.
7. Пинаев С.А. Влияние полимерцементной защиты на трещиностойкость железобетонных изгибаемых элементов. [Текст] / Пинаев С.А., Франсиско Савити Матиас да Фонеска // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – Воронеж: ВГАСУ, 2011. – Выпуск 1. – С85–88.

8. Поликутин А.Э. Прочность и трещиностойкость наклонных сечений изгибаемых элементов строительных конструкций из армокаутона [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Поликутин Алексей Эдуардович. - Воронеж, 2002. –235с.
9. Потапов Ю.Б. Высокоэффективные композиты на основе жидких каучуков [Текст] // Материалы международной научно-технической конференции (IV Академические чтения РААСН) "Актуальные проблемы строительного материаловедения": сб. науч. статей. – Пенза, 1998. – С. 16-17.
10. Потапов Ю.Б. Каутоны – новый класс коррозионностойких строительных материалов [Текст] // Строительные материалы XXI века. – 2000.– № 9. – С. 9-10.
11. Чмыхов В. А. Сопротивление каучукового бетона действию агрессивных сред [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Чмыхов Виталий Александрович. – Воронеж, 2002. – 224 с.

## КАРКАСНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ В РОССИИ

**Лосева Ю.В., Заморов А.А., Ковалёв А.В.**

ЮРГПУ(НПИ) имени М.И. Платова, РФ, г.Новочеркасск

Множество строительных технологий приходят к нам из-за рубежа и постепенно приобретают признание. Одной из таких технологий стало строительство быстровозводимых каркасных домов[1].

Принято считать родиной каркасного дома Канаду, так как прообразы каркасных домов были построены в Канаде около 300 лет назад, когда в этой стране встал вопрос о быстром строительстве недорогого жилья. Но на территории стран бывшего СССР их чаще называют финскими домиками, и их строительство считается новой технологией. Технология претерпела изменения и сегодня большинство частных коттеджей в Америке, Канаде и странах Западной Европы построены именно по каркасной технологии[2].

Какие же преимущества у каркасных домов?

Основными достоинствами каркасных домов считаются:

1. Высокая экологичность, так как при постройке используется дерево;
2. Быстрота строительства;
3. Долговечность;
4. Низкая стоимость строительства. Именно по этой причине во всех развитых странах каркасные дома – самые востребованные.

Но у любой технологии есть как плюсы, так и минусы. Да и достоинства могут постепенно превратиться в недостатки при более тщательном рассмотрении.

Быстрота строительства – явный плюс. Она сокращает сроки строительства до 10 раз по сравнению с каменными домами.

Заключение о долговечности таких домов сделано на основании практики каркасного строительства в зарубежных странах. Для её достижения, нужно высушивать правильно и до определенной отметки влажности лес, заготавливаемый для строительства. Но возникает другой вопрос. Срок службы защитных средств для дерева составляет около 15-20 лет, дальше они теряют свои свойства, а заново покрыть антисептиками каркас не представляется возможным. Так что о значительной долговечности не может быть и речи. Каркасные дома менее долговечны традиционных каменных.

В плане стоимости такой дом действительно выигрывает. Так как дерево легче камня, то фундамент под каркасный дом рассчитывается на меньшие нагрузки и стоит дешевле. Благодаря небольшой толщине стен экономия древесины составляет 40-50% по сравнению с обычным брусом домом. Несмотря на это, в России эта технология новая, поэтому найти действительно качественные строительные материалы по доступным ценам – большая проблема. Очень трудно найти качественную деревянную доску, практически невозможно найти плиточные утеплители под предусмотренный при строительстве каркасного дома шаг стоек 16 дюймов (407 мм). Цены на отечественные качественные материалы в 1,5-3 раза превышает стоимость зарубежных аналогов. Кроме этого, в отличие от брусковых или срубковых построек, в каркасных домах обязательно наличие хорошей системы вентиляции, что также может оказаться затратным. Поэтому перед строительством следует учесть данные нюансы и рассчитывать на более дорогое строительство.

Ещё немаловажным недостатком считается чувствительность каркасных домов к малейшей вибрации. Шаги на втором этаже могут отдаваться на первом. Такая неустойчивость к вибрации со временем приводит к тому, что конструкция дома теряет жесткость и дом медленно разрушается. Помимо этого, существует проблема

звукоизоляции. При малейшем нарушении правильности расположения вентиляционных каналов или монтаже внутренних перегородок в доме будет хорошая слышимость. Для обеспечения необходимых звукоизоляции и виброизоляции необходимо соблюдать конструктивные: устройство «плавающего» (из ЦСП, ГВЛ плит или бетонной стяжки) пола на виброизоляционной основе, шумоизоляции перегородок 2-хслойной обшивкой гипсокартоном по гибкому металлическому каркасу и планировочные решения: разнесение шумной и спальной зон, их разделение встроенными шкафами, гардеробными комнатами, вспомогательными помещениями [3,4].



Диаграмма 1. Доля каркасных домов от малоэтажных в Канаде, США, Новой Зеландии, Японии, России

После анализа российских и зарубежных источников была построена диаграмма 1, на основе которой можно сделать вывод, что каркасная технология очень популярна не только за рубежом, но и в нашей стране. Так, в США и Канаде 90% малоэтажных домов являются каркасными (Малоэтажное жилье — это многоквартирные дома, высота которых не превышает в большинстве случаев 2-3 этажа. Отличительной чертой таких зданий является отсутствие лифтов и центрального мусоропровода. Это дома с облегченной инженерной инфраструктурой.), В России каркасных зданий насчитывается 39%. По этому показателю Япония оказалась немного впереди России с показателем 45%.

Авторами получены график и эмпирическая зависимость.

## Объём жилищного строительства из древесины в России V, млн. м<sup>2</sup> от T, лет

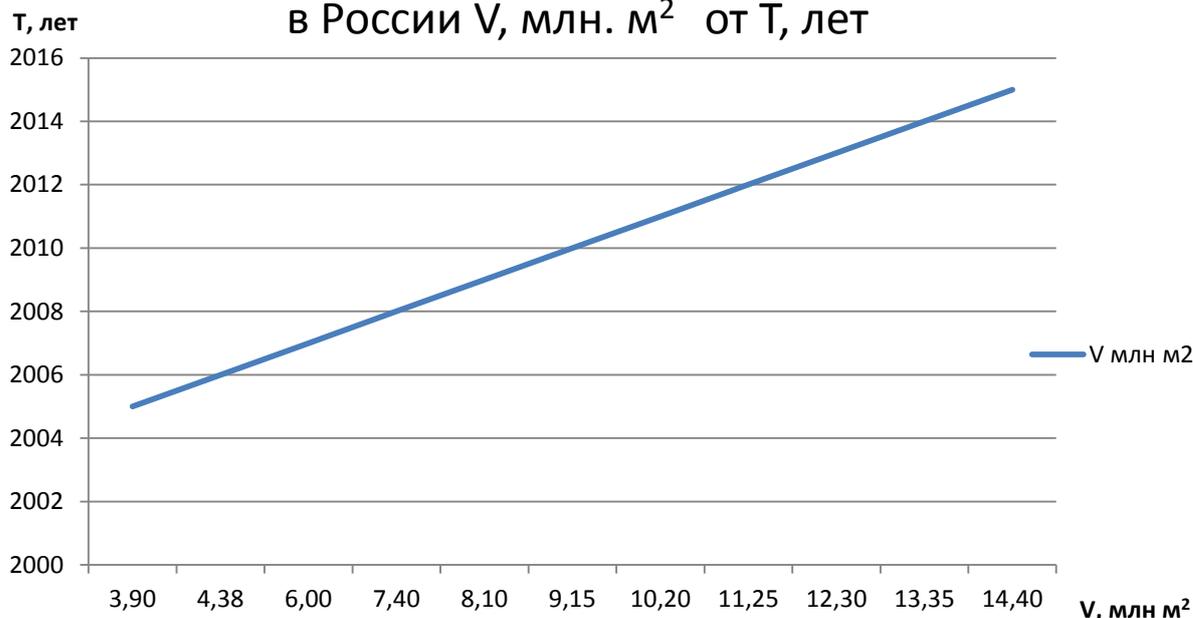


Рис.1. График зависимости  $V=f(T)$

Эмпирическая зависимость:

$$V = aT + b,$$

где  $a=1,05$ ;  $b=-2101,35$ .

Полученная зависимость показывает, что, несмотря на все недостатки, строительство каркасных домов становится всё более востребованным и популярным. По графику 1 видно, что с 2005 год по 2015 год объём жилищного строительства из древесины в России вырос с 3,9 до 14,4 млн. м<sup>2</sup>, то есть увеличился в 3,7 раза. Большинство недостатков можно устранить строгим выполнением технологии и качественных материалов. При этом необходимо заблаговременно изучить все его положительные и отрицательные моменты, чтобы избежать ошибок и разочарований.

### Список литературы

1. Дорошенко Д. Каркасный дом по канадской технологии. — СПб.: Питер, 2011. — 208 с.
2. Левадный В. С., Самойлов В. С. Строительство каркасного дома. — М.: Аделант, 2009. — 352 с.
3. Юрмалайнен П. Строим сами деревянный дом. Справочное пособие. — М.: Стройиздат, 1992. — 168 с.
4. СП 31-105-2002 «Проектирование и строительство энергоэффективных одноквартирных жилых домов с деревянным каркасом».

## ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ЗДАНИЯХ ИННОВАЦИОННОГО НАПРАВЛЕНИЯ. ПОЗИЦИЯ АРХИТЕКТОРА

**К. арх. Хрусталева Д.А.**

МАРХИ, РФ, г.Москва

В современном мире информация важна как никогда ранее. Особенно это относится к инновационной деятельности, успех которой в первую очередь зависит от новизны идеи, скорости и эффективности ее внедрения. В инновационной деятельности огромные средства тратятся на то, чтобы получить слово, идею, вид раньше конкурента, что дает главное преимущество - время на реакцию.

Требования к пространственной организации высококачественного информационного обеспечения инновационного процесса, охраны интеллектуальной собственности и ноу-хау, физической защиты необходимы и закладываются в задание на проектирование зданий инновационного назначения.

Ниже приводятся только некоторые примеры.

Интернет, телефония, радио-, теле-, видеосистемы здания.

Архитектор предусматривает помещения диспетчерских, размещает кабельные каналы и тем самым дает возможность специалистам укомплектовать и эксплуатировать здание желаемыми информационными сетями.

Информационная безопасность.

В замочную скважину посмотрев, через приоткрытую дверь услышав - разными способами можно получить информацию о работе конкурента. Забота архитектора обезопасить процесс геометрией стен и проемов в них. Такие красивые элементы интерьера, как стеклянные перегородки далеко не всегда уместны. Ставят тамбуры, звукопоглощающие перегородки, изгибают коридоры, ориентируют здания рабочими зонами внутри территории. И это - не полный перечень действенных препятствий для информационного шпионажа.

Охрана безопасности граждан.

Служба охраны должна контролировать входы на территорию, наблюдать за перемещениями по территории, следить за входом в здание, при необходимости досматривать входящих. Архитектор должен предоставить уместно и удобно расположенные пространства для этих целей.

Транспортная ориентация и информирование.

Грамотная организация пешеходных и грузовых потоков – важная задача архитектора при функционально-пространственном зонировании комплекса.

При этом для перемещения транспорта существует отработанная система дорожных знаков и указателей. Для людей же применимы самые разные, порой нестандартные, формы оповещения: кроме указателей, стрелок, вывесок, большой визуальный эффект дает различная информационная окраска фасадов и интерьеров, суперграфика, акустические приборы, специальные источники света. Архитектору следует заранее предусматривать их наличие. Особенно важны информационные указатели для чрезвычайных происшествий, когда надо оперативно провести людей, неподготовленных к нестандартным действиям.

Выше перечислены лишь некоторые вопросы, стоящие перед архитектором при организации информационного обеспечения и безопасности инновационных комплексов.

Однако при их проектировании сегодня крайне важным представляется создание такого пространства, организация которого непосредственно способствовала бы повышению эффективности и результативности инновационной деятельности. Речь идет о создании т.н. «открытого информационного пространства» в инновационных зданиях [1].

Прежде всего необходимо развитие сети коммуникаций и общения внутри комплекса – для облегчения неформальных контактов и обмена идеями между сотрудниками, а также с клиентами. Бытовые, вспомогательные, обслуживающие людей помещения приобретают свойства информационных фокусов, и можно говорить о привнесении качества «социального инжиниринга» в организацию социальных пространств инновационного комплекса.

Не менее важны для успеха инновационной разработки требования оптимальной организации информации, направленной из комплекса в окружающий мир. Здесь имеется в виду реклама инновационного продукта, обучение и просвещение клиентов и потребителей. [2].

И если организация внешних информационных связей, как правило, достаточно полно фиксируется заказчиком в задании на проектирование, то эффективность мер «социального инжиниринга» при организации социальных пространств в большой мере зависит от искусства архитектора-проектировщика. Именно он организует сеть коммуникационных пространств, обеспечивает необходимые пространственные связи или изоляцию функциональных блоков, создает уютные уголки для спокойного неформального общения сотрудников, а также обеспечивает крупные информационные пространства многофункционального использования и пр.

Итак, выше приведен ряд основных проблем, стоящих перед архитектором, проектирующим здания и комплексы для продуктивной инновационной деятельности.

#### Список литературы

1. Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А., Хрусталева Д.А. Пространство инноваций - вопросы архитектурного проектирования. Архитектура и строительство России. 2012, №6, с.3-19
2. Дианова-Клокова И.В., Хрусталева Д.А. Инновационные научно-производственные объекты. Особенности архитектурного проектирования. Перспективы архитектурно-художественного образования: Материалы Международной научной конференции. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – с.167-177

## ПРЕИМУЩЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ФИВРОБЕТОНОВ

Хачатурян Ф.А., Ковалев А.В., Канцуров А.С.

ЮРГПУ(НПИ), РФ, г.Новочеркасск

1. В современном строительстве используются новые строительные материалы, обладающие рядом положительных качеств, улучшающие технологию, безопасность, сохраняющие экологию окружающей среды, к ним относится и фибробетон.

Фибробетон – это специфический вид бетона, в который добавлены определенного вида волокна, называемые фиброволокна. В зависимости от вида волокна, получаемый материал обладает различными свойствами и применяется в определенных видах строительства.

Фибробетон имеет вид цельной конструкции, в разрезе можно видеть хаотично расположенные вкрапления волокон. В зависимости от вида волокон может изменяться структура и свойства материала.

Виды фиброволокон:

- металлическое волокно– стальная проволока или мелкие отходы производства металлических изделий;
- стекловолокно;
- полипропиленовое волокно;
- полиэтиленовое волокно;
- базальтовое волокно;
- полиамидное волокно;
- акриловое волокно;
- карбоновое волокно;

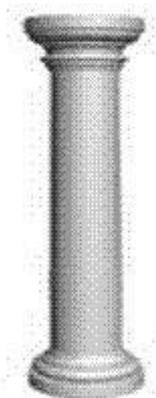
Преимуществом фибробетона по сравнению с традиционным бетоном является: долговечность, большая износостойкость, устойчивость к агрессивным проявлениям окружающей среды, ударопрочность, водонепроницаемость, морозостойкость, пожаробезопасность, также он является экологически чистым материалом, не имеет тенденций к усадке и стоек к сильным перепадам температур.

Экологическая безопасность фибробетона позволяет использовать материал в строительстве жилых домов. К области применения материала относится изготовление:

- наливных и промышленных полов;
- покрытий дорог, мостов, взлетно-посадочных аэродромных полос;
- изготовление бордюров и фасадных плит;
- подвалов;
- гаражей и пр. (Рисунок 1, Табл.1, 2)



а)



б)



в)

Рис.1. Распространенные фибробетоны

а) сталефибробетон

б) колонна из стеклофибробетона

в) полимер фибробетон

Самые распространенные виды фибробетонов были изучены. В Табл.1 были собраны необходимые данные для их сравнения.

Таблица 1

## Виды фибробетона

Вид волокна в фибробетоне	Используемые технические характеристики фибробетона	Примечания	Область применения
стекло	Прочность на растяжение – 3515 Мпа, высокая пластичность, эксплуатационная гибкость, внешняя выразительность, теплопроводность 0,52-0,75Вт/см <sup>2</sup> х <sup>0</sup> с, прочность при сжатии от 490-840 кг/см <sup>2</sup>	Для производства необходимо специальное оборудование, на стоимость конструкций из данного материала влияют (помимо прочего) условия производства и обработки, а также форма изделия	От малых архитектурных форм (панели, плитка, элементы декора) до огромных сложных конструкций (решетки-ограды, вазоны, купола)
сталь	Прочность на растяжение-421,8 Мпа, устойчивость к химическим воздействиям (высокая химическая активность)	Производство возможно непосредственно на строительной площадке, повышает прочность исходного бетона на сжатие от 40 до 200 %, предел трещиностойкости может в 20 раз превышать трещиностойкость исходного бетона, стальную фибру вводят в бетон в количестве 1-2,5%	Цехи химической промышленности, атомные электростанции, фундаменты под гражданские и промышленные здания сооружения
базальт	Огнестойкость, температура плавления 1450 <sup>0</sup> с повышенная устойчивость к проникновению воды и химических веществ, устойчивость бетона замерзанию/оттаиванию, сопротивление бетона к удару (5-кратное превышение)	Волокно добавляется в сухую смесь, устойчив к изгибу после воздействия температуры 600 С в течении 1 часа, фибра вносит в бетон незначительное количество воздуха, что позволяет свободной воде расширяться и сжиматься в цикле замерзания \оттаивания	Реконструкция хранилищ и банковских сейфов; Сооружение мостов, взлетно-посадочных полос аэродромов, гидротехнических сооружений (береговых дамб и плотин, шлюзов и каналов рек)
полипропилен	устойчивость к химическим веществам, высокая прочность на растяжение, стойкость к критическим температурам и неэлектропроводность	Волокно добавляется в сухую смесь, в разы увеличивает стоимость готового продукта. Синтетическая фибра значительно снижает вес бетонных конструкций, что особенно важно для некоторых видов строительных работ, фибру вводят в бетон в количестве 1-4%	пеноблоков, ячеистых бетонов и возведении легких конструкций и сооружений

В результате анализа материалов получены их используемые характеристики и область применения.

Важным фактором для фибробетона является объемное содержание фибры, а также водоцементное отношение. На диаграмме (Рисунок 2) по оси x откладывались значения объемного содержания фибры, по оси y - прочность на растяжение при изгибе цементного камня, также для водоцементного отношения (3,11) было спрогнозировано дальнейшее развитие зависимости.

Формула выражающая эмпирическую зависимость:  $y = Ax + B$ , при  $R = 75,2$

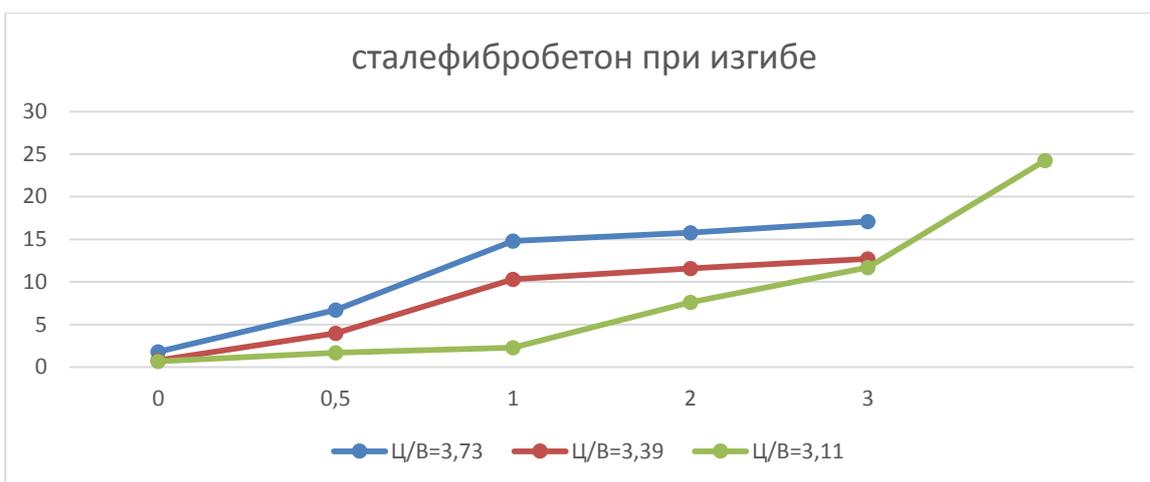


Рис.2. Влияние объемного содержания стальной фибры на растяжение при изгибе цементного камня.

На основании проведенного анализа выявлено, что каждый фибробетон обладает своими полезными, в том или ином случае, свойствами и целесообразен для применения в какой-либо отрасли строительства, получены графическая и эмпирическая зависимости.

#### Список литературы

1. Ветров Ю.И. Базальтовые вариации / Ю.И. Ветров, А.Г. Новицкий // Капитальное строительство. 2002. - № 3. - С. 40 - 42;
2. Официальный сайт производителя фибры ООО «Росфибра» Электронный ресурс. - Режим доступа: <http://www.rosfibra.ru>
3. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технологи, конструкции. Монография. М.: АСВ 2004, 560 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Гончаров Р.Д.**

СГАУ им. Вавилова, РФ, г.Саратов

За последнее время в строительстве произошли заметные изменения, которые повлекли за собой процесс модернизации зданий. Современные строительные компании нуждаются в качественном и недорогом оборудовании, которое облегчит строительство и даже ускорит его. В наше время очень сложно этого добиться, так как все привыкли использовать те методы, которые использовали ещё их деды. В наш современный век, где технологии во многом превзошли ожидания, стоит задуматься о том, чтобы их применять во всех сферах жизни.

Не так давно мы и не могли представить, что появятся такие принтеры, которые печатают объёмные фигуры. Сейчас эта отрасль так развивается, что их использование не ограничивается одной отраслью, а наоборот мы уже не можем сказать, где их не применяют. Например, 3D принтеры используют для прототипирования. Среди них есть производители сантехники, которые печатают модели смесителей, есть архитекторы и дизайнеры, печатающие макеты архитектурных сооружений, есть стоматологи, которые печатают модели для реальных челюстей для подбора имплантатов. Если объяснить просто, то 3D принтеры хорошо применять для того, чтобы не обращаться к услугам посредников. [1]

Строительство – одна из важных отраслей, которая требует всегда новые технологии. Благодаря 3D принтеру мы можем увидеть готовые модели дач, коттеджей и жилых домов. Нам не нужно, как раньше рисовать макет от руки и постоянно его как-то изменять, так как такие проекты могут изготавливаться долго по времени. Увидев прототип своего дома, заказчик сразу может внести исправления и понять, как он будет выглядеть при реальных размерах. Многие учёные решают такой вопрос, чтобы 3D принтер использовать не только для прототипов, но и для постройки зданий. американские военные всерьез рассматривают использование 3D печати бетоном при развертывании баз, китайские специалисты же всю экспериментируют со строительством бетонных «коробочек». Правда, эти попытки пока достаточно примитивны, ведь настоящему дому потребуется и

инфраструктура – дренаж, проводка... Весьма многообещающие попытки строительства полноценного дома Андреем Руденко. Андрей сконструировал собственный принтер, способный печатать коммерчески доступными цементными смесями. Причем, у него уже появились конкуренты. Так, компания VetAbram планирует выпустить в продажу принтеры для печати зданий площадью до 16х9м. Цена вопроса – около \$44 000 для самой большой из трех моделей. Правда, «больше» – не обязательно «лучше». Испанские разработчики пытаются идти в направлении миниатюризации строительных 3D принтеров, создавая роботы, способные использовать уже построенные элементы зданий в качестве рабочей опоры.

Какой метод станет наиболее практичным, покажет время. Но в случае успеха любого из них, строительная отрасль может сделать качественный рывок, выраженный в повышенной экономии, безопасности и скорости возведения зданий. [2]

Создатели одного из самых больших 3D принтеров в мире, голландские дизайнеры, уверяют, что в скором будущем на таком принтере, вероятно, можно будет распечатать целый дом. Внутри блоки предполагается заполнять утеплителем. Также в полые стены можно с легкостью убрать все коммуникации. Но пока такие дома существуют только в воображении их разработчиков. Проведенные исследования позволяют говорить о несомненных достоинствах и недостатках 3D принтеров для печати строительных сооружений.

#### Список литературы

1. Применение 3D принтера в бизнесе <http://www.homebusiness.ru/ideas/1836.html>
2. 20 примеров применения 3D-печати <http://3dtoday.ru/industry/20-primerov-primeneniya-3d-pechati.html>

## СТЫКИ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН, ИХ ДЕФЕКТЫ И СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ

**Плевков В.С., Гончаров М.Е., Фомичева И.Ю., Лунева К.С.**

Томский государственный архитектурно-строительный университет, РФ, г.Томск

Наряду с панельными и кирпичными зданиями, интенсивно развивается строительство зданий с несущим железобетонным каркасом. На их основе возводятся гражданские, общественные и промышленные здания различной этажности. При этом, стыки сборных железобетонных конструкций, выполняемые на стройплощадке, требуют таких решений, при которых обеспечивается снижение трудоемкости, металлоемкости, повышение технологичности и надежности. Последнее требование весьма важно, так как от надежности работы стыковых соединений в значительной мере зависит надежность зданий в целом. Для нормальной эксплуатации стыков сборных железобетонных колонн необходимо исключить дефекты, которые могут быть допущены на всех стадиях проектирования, изготовления, транспортировки, монтажа и эксплуатации. Некоторые причины, вызывающие необходимость усиления железобетонных колонн и их стыков, приведены на Рисунке 1.

Анализ конструкций стыков показал, что из всего многообразия стыков колонн наиболее часто распространение получил плоский стык, выполняемый с ванной сваркой продольных стержней [1, 2, 3]. Данный вид стыков железобетонных колонн встречается в каркасах межвидовых унифицированных серий 1.020, 1.420-12, 1.420-13, 1.420-6 и мн. др. При качественном выполнении стыка его прочность превышает прочность сечений колонны вне стыка. Однако при проектировании, изготовлении и монтаже колонн часто допускаются дефекты (см. Рисунок 2) в виде:

- недостаточного армирования стыка как косвенным армированием, так и продольной арматурой;
- несоответствия диаметра, количества, марок и классов арматурных стержней проектным решениям;
- несоосности продольной арматуры;
- отклонения геометрических размеров от проектных решений на величину больше допускаемых значений;
- пониженной прочности бетона колонны и бетона замоноличивания подрезок;
- частичного и полного разрушения бетонного выступа;
- замены цементного раствора, предназначенного для чеканки зазора между торцами колонн, на заполнение бетоном при бетонировании подрезок;
- наличия трещин в бетоне колонны и бетоне замоноличивания подрезок;
- смещений колонн от проектного положения по вертикали и в плане;
- несоблюдения высотных отметок колонн и их стыков;
- замены ванной сварки на дуговую с накладками в стыках колонн, выполнения сварного шва с раковинами и разрывами.



Рис.1. Причины, вызывающие необходимость усиления железобетонных колонн и их стыков



Рис.2. Дефекты стыков сборных железобетонных колонн каркаса здания

Наличие в колоннах и их стыках перечисленных выше дефектов может привести к отказу отдельных конструкций или зданий в целом (см. Рисунок 3).



Рис.3. Разрушение стыков сборных железобетонных колонн

Проведенные обследования и анализ литературных источников показали, что стыки сборных железобетонных колонн, выполняемые с ванной сваркой продольных стержней, очень чувствительны к технологическим, конструктивным и другим дефектам. При наличии дефектов в стыках железобетонных колонн, последние, как правило, требуют дополнительного проверочного расчета с возможным дальнейшим их усилением. Наиболее часто встречаемые способы усиления железобетонных колонн и их стыков приведены на Рисунке 4.



Рис.4. Классификация способов усиления железобетонных колонн и их стыков

На основании анализа литературных источников и собственных исследований [1, 2, 3] авторами статьи систематизированы более ста способов усиления железобетонных колонн их стыков, что позволяет оперативно предложить необходимый вариант усиления. Был предложен новый вид металлической обоймы для усиления колонн и их стыков, а так же инженерный метод его расчета, актуальность которых подтверждена патентом РФ на изобретение (см. Рисунок 5) [4]. Были проведены экспериментальные исследования предложенного вида усиления, которые показали его надежность.

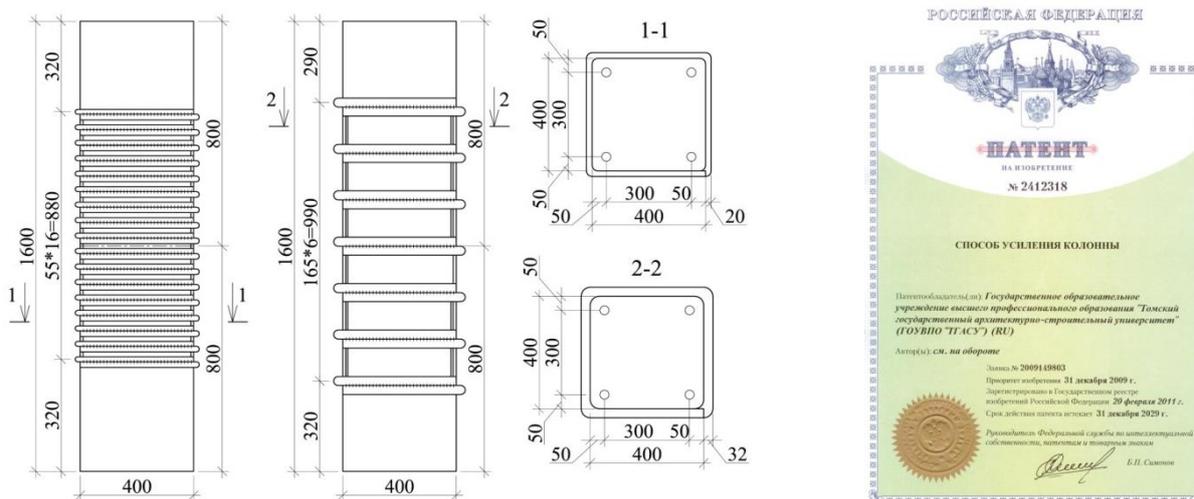


Рис.5. Усиление железобетонных колонн и их стыков П-образными стержнями

При испытании стыков натуральных фрагментов сборных железобетонных колонн использовался гидравлический пресс ПР-1000 с максимальным усилием в 10000 кН. Экспериментальные исследования стыков железобетонных колонн позволили получить новые опытные данные о включении в работу элементов металлических обойм усиления. При этом было получено, что несущая способность стыков железобетонных колонн, усиленных металлическими обоймами, возрастает в 1,3–1,4 раза.

#### Список литературы

1. Гончаров, М.Е. Исследование прочности железобетонных колонн и их стыков с учетом пространственной работы зданий // Перспективы развития фундаментальных наук/ Сборник трудов XII Международной конференции студентов и молодых ученых. Россия, Томск, 21-24 мая 2015 г. / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – С. 1269-1271.
2. Плевков В.С., Гончаров М.Е. Исследование работы стыков железобетонных колонн, усиленных металлическими элементами, при статическом и кратковременном динамическом нагружениях // Вестник ТГАСУ. – 2013. – №2. – С. 154–165.
3. Плевков В.С., Балдин И.В., Гончаров М.Е., Максимов В.Б., Ботьева И.А. Методика и результаты экспериментальных исследований стыков железобетонных колонн, усиленных металлическими элементами // Том. гос. архит.-строит. ун-т-Томск, 2010 – 43 с.-Ил.:26. -Библиогр. 10 назв.-Рус.-Деп. в ВИНТИ РАН 25.01.2010, № 25-B2010.
4. Плевков В.С., Балдин И.В., Гончаров М.Е. Патент РФ № 2412318, МПК E04G 23/02 (2006/01). Способ усиления колонны; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ТГАСУ» - № 2009149803 заявл. 31.12.2009; опубл. 20.02.2011 Бюл. № 5.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Лезина Е.П.

ФГБОУ ВПО МГУ им. Н.П. Огарева, РФ, г.Саранск

Главной причиной роста энергопотребления считают процесс урбанизации, происходящий во всем мире. Повышенный объем энергопотребления связан со строительством, транспортом, использованием систем вентиляции и кондиционирования воздуха. В настоящее время разработано множество проектных и инженерных решений с автономными системами жизнеобеспечения, а также с пассивными методами с минимальными затратами энергии, взаимосвязанными с природно-климатическими условиями местности. Дневное освещение, естественное затенение, энергетическая эффективность и фотогальванические фасады, ветровые энергетические системы и «висячие» сады внутри зданий – все это вносит свой вклад в значительный прогресс в направлении проектирования все более автономных и самоподдерживающихся высотных зданий. Кроме того, снижению энергоемкости служат архитектурные приемы, такие как ориентация здания по сторонам света с учетом преоб-

ладающих направлений холодного ветра, максимальное остекление южных фасадов и минимальное остекление северных фасадов, что особенно актуально в нашем суровом климате [3].

Основные положения энергетической политики направлены на проектирование энергосберегающих комфортных зданий, в которых необходимо применение рациональных архитектурно-технических решений. В настоящее время около 40% всего добываемого в стране топлива расходуется на теплоснабжение и охлаждение зданий, вместе с тем, запасы традиционного природного топлива (угля, нефти, газа) постепенно истощаются как в нашей стране, так и во всем мире.

Одной из важнейших проблем, решаемой в высотных зданиях и комплексах, является их энергоэффективность. На энергоэффективность высотного здания влияют такие факторы, как место расположения объекта, ориентация по сторонам света, функциональное назначение, объемно-пространственное и конструктивное решение, применяемые инженерные системы и оборудование. Концепция энергоэффективности высотных зданий заключается в рассмотрении проблемы как единой системы, включающей функционирование зданий и окружающую среду, их взаимовлияние и взаимозависимости друг на друга и нахождение совместного, рационального пути развития.

Существует четыре взаимосвязанных принципа энергоэффективности: энергоэкономичность, интеграция, генерация, регенерация [4].

Энергоэкономичность представляет ряд мероприятий, обеспечивающих максимальную защиту потерь тепла наружными ограждениями зданий и создающих минимальное энергопотребление ресурсов для создания комфортных условий внутри здания.

Интеграция основывается на комбинировании многих структурных элементов высотного здания, в частности использование природных и пассивных источников энергии, которые расположены поблизости под зданием и вокруг периметра здания. Принцип интеграции применен во многих высотных зданиях различного назначения: жилых домах, офисах, гостиницах и др.

Генерация – это производство электроэнергии (электрического напряжения и тока) посредством преобразования её из других видов энергии с помощью специальных технических устройств. В высотных зданиях применяются ветряные двигатели, насосы, гелиоустановки, встроенные в здание ветровые турбины с вертикальной осью, спроектированные с учетом геометрии здания с целью максимально увеличить производительность турбин.

Регенерация представляет собой использование регенерационных технологий, в соответствии с которыми затрачиваемая энергия компенсируется энергией, произведенной внутри здания. Однажды поступившая извне здания энергия или ресурс, например, вода, должна быть повторно использована вновь и вновь.

Энергосбережение это один из видов снижения затрат на отопление, кондиционирование, холодоснабжение зданий и комплексов. В мировой практике выработаны методы и приемы снижения энергозатрат при эксплуатации зданий, к ним относятся:

- компактность объемно-пространственной формы высотного здания;
- сокращение энергопотребления внутри здания за счет энергосберегающих технологий;
- рациональная ориентация здания, с учетом инсоляции и оптимального освещения, эффективное использование солнечной энергии наклонными гелиоприемниками, размещенными на южном фасаде;
- высокие теплозащитные характеристики наружных ограждений;
- рациональное потребление воды
- применение энергоэффективного освещения;
- комфортность микроклимата помещений (механическая приточно-вытяжная вентиляция);
- применение альтернативных источников энергии;
- сохранение природных ресурсов.

Одним из эффективных способов снижения энергии являются архитектурно-планировочные решения – увеличенная ширина корпуса здания (14-18 м.), минимальное соотношение площади наружных ограждений и ограждаемой площади здания (коэффициент компактности), объемно-пространственная форма здания (снижение ветровой нагрузки, пониженной солнечной освещенности наружной поверхности здания), архитектурно-конструктивные решения, инженерные системы и оборудование (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, а также осветительные системы) [2].

К ним относятся:

- использование высокоэффективных активных двойных стен с внутренней вентиляцией в качестве наружного ограждения с механизированными жалюзи;
- применение высокоэффективных фасадов с тройным остеклением;

- радиаторы отопления потолочные на всю ширину здания с системой охлаждения внутри балок по периметру здания для создания комфорта;
- разъединённая (в отличие от «сдвоенной») система вентиляции, проходящая под приподнятым полом, что обеспечивает доступ к ней (вариант «с повышенным уровнем доступа»);
- система подсушивания (воздуха) с использованием тепла, отведенного от фасада с двойными стенами, которые используются в качестве источника энергии;
- потребляющая мало энергии высокоэффективная система освещения, использующая радиальное расположение осветительных панелей с целью обеспечить оптимальную освещенность.

Эффективным путем экономии энергоресурсов является использование альтернативных источников энергии с помощью гелиоустановок, ветровых турбин, использования энергии земли, комбинированных систем. Устройство гелиоустановок на высотных зданиях заключаются в высоком коэффициенте соотношения поверхности фасада и площади земельного участка.

Ветровые турбины на высотных зданиях производят приблизительно 10-15% от полного потребления энергии зданием. Работая совместно с гелиоустановками, они могут сократить потребление энергии высотным зданием до 20-30%. Еще 10-20% снижения потребления энергии достигается применением установок использования подземного тепла, включая геотермальные источники [1].

Одним из видов экономии ресурсов является сбережение воды. Практически сбережению водных ресурсов применительно к высотным зданиям могут способствовать сбор дождевой воды, повторное использование «серой» (использованной в ваннах и душевых) и морской воды для слива в унитазах. Все это будет способствовать оздоровлению окружающей среды.

Внедрение альтернативных источников энергии, оборудования для использования «серой» и дождевой воды, применение архитектурных приемов повысят экологичность высотных зданий, обеспечат экономию потребления энергии, вырабатываемой обычными источниками, снизят отрицательное влияние на окружающую среду.

Поиски новых и применение существующих альтернативных источников энергии создадут условия снижения энергопотребления из центральных источников, повысят экологическую безопасность зданий, обеспечат комфортную среду обитания людей.

Применение методов и способов повышения энергоэффективности и энергосбережения в высотных зданиях и комплексах не только с помощью приборов и оборудования, но и путем применения рациональных объемно-пространственных, архитектурно-планировочных и конструктивных решений позволит снизить энергопотребление, отрицательное воздействие на окружающую среду, повысить уровень комфорта проживания.

#### **Список литературы**

1. Генералов В.П. Особенности проектирования высотных зданий. - Самара, 2009. - 296 с.
2. Магай А.А. Архитектурное проектирование высотных зданий и комплексов: Учеб, пособие. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 248 с.
3. Маклакова Т.Г. Высотные здания. - М.: АСВ, 2006. - 160 с.
4. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. - М.: Из-во «АВОК-ПРЕСС», 2003. - 200 с.

## **СЕКЦИЯ №11.**

### **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)**

#### **ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ МЕДНОГО ЭЛЕКТРОДА МЕТАЛЛАМИ ПЕРЕХОДНОГО РЯДА И БАРИЕМ НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОВЫДЕЛЕНИЯ КАЛЬЦИЯ**

**Мурзагалиев А.Н., Щербинина О.Н., Закирова С.М.**

СГТУ, РФ, г.Саратов

В настоящее время проводится интенсивный поиск новых катодных материалов на основе сложных оксидов переходных металлов, имеющих высокую ионную проводимость по кислороду. В ходе таких

исследований был накоплен обширный материал по влиянию замещения катионов переходных металлов, а также редкоземельных и щелочноземельных катионов на структуру и свойства синтезируемого соединения. Замещение трехвалентного редкоземельного катиона, на двухвалентный металл приводит к образованию дефектов в кислородной подрешетке и, как следствие, к увеличению ионной проводимости. В качестве двухвалентного металла можно использовать кальций, который является более дешевым материалом. Свойства металлургических и электрохимических сплавов достаточно близки. Кристалличность электрохимических сплавов выше, однако, они более стойки к измельчению и более пластичны, чем металлургические. В исследованиях [1] обнаружено, что при формировании сплавов, полученных как металлургическим способом, так и по методу катодного внедрения введение третьего компонента (металла переходного ряда) положительно сказывается на процессе электрохимического формирования сплава щелочноземельного металла с металлом основы и его электрохимические свойства. Согласно исследованиям [2-3] определенный интерес вызывают сплавы на основе меди, модифицированной металлами переходного ряда и щелочноземельным металлом кальцием, имеющие широкие перспективы в качестве катодного материала для ХИТ. Целью настоящей работы явилось исследование влияния природы третьего и четвертого компонента (металла переходного ряда – Вi, Тl, Рb и бария) на процесс электрохимического формирования сплавов Cu –Вi – Са, Cu –Тl – Са, Cu –Ва – Са, Cu –Вi – Тl – Са, Cu – Рb – Вi – Са. Для получения Cu –(Ме) – Са электродов был использован метод катодного внедрения в Cu последовательно металла переходного ряда (бария), а затем кальция в Cu–(Ме) электрод. Медь представляла собой пластину (высокой степени чистоты – 99,99) толщиной 100 мкм с рабочей геометрической поверхностью 1 см<sup>2</sup>. Легирование медного электрода металлами переходного ряда – Вi, Тl, Рb осуществляли по методу катодного внедрения их водных растворов солей нитрата висмута, таллия и свинца соответственно. Катодную поляризацию в щелочном растворе соли бария и щелочноземельном растворе соли кальция осуществляли из апротонных растворов. Растворителем служил диметилформамид (ДМФ). Время каждого опыта составляло 1 час. Катодную обработку медного электрода и электрохимических сплавов на его основе в растворе соли кальция проводили в течение 3 часов. Полученные электрохимические сплавы исследовались с помощью рентгенофазового анализа. На потенциостатических кривых  $i-t$  (Рисунок 1) электровыделения кальция на исследуемых электродах можно проследить три участка протекания процесса, различающихся по виду кинетического контроля: первый участок до 10 секунд соответствует процессу с диффузионным контролем, второй принадлежит области временного интервала от 10 до 60 секунд и третий, контролирующей рост формирующегося слоя сплава в глубине электрода – 600- 10800 сек. На  $i-t$  кривых наблюдаются задержки и изломы, наличие которых согласно [1-3] может быть связано с формированием нескольких фаз, различающихся структурой, свойствами и содержанием кальция в сплавах. Для определения диффузионно – кинетических характеристик процесса (Табл.1) электровыделения кальция начальные участки  $i-t$  кривых перестраивали в координатах  $i-\sqrt{t}$ ,  $i-1/\sqrt{t}$  и по угловому коэффициенту наклона определяли константу внедрения  $k_b$  и произведение  $C_0\sqrt{D}$ .

$$k_b = \Delta i / \Delta(1/t) = zF / \sqrt{\pi} * C_0 \sqrt{D},$$

где  $z$  – число электронов, участвующих в реакции;

$F$  – число Фарадея, Кл/моль;

$C_0$  – концентрация атомов кальция в структуре меди (дефектов), моль/см<sup>3</sup>;

$D$  – коэффициент диффузии атомов кальция в меди, см<sup>2</sup>/с.

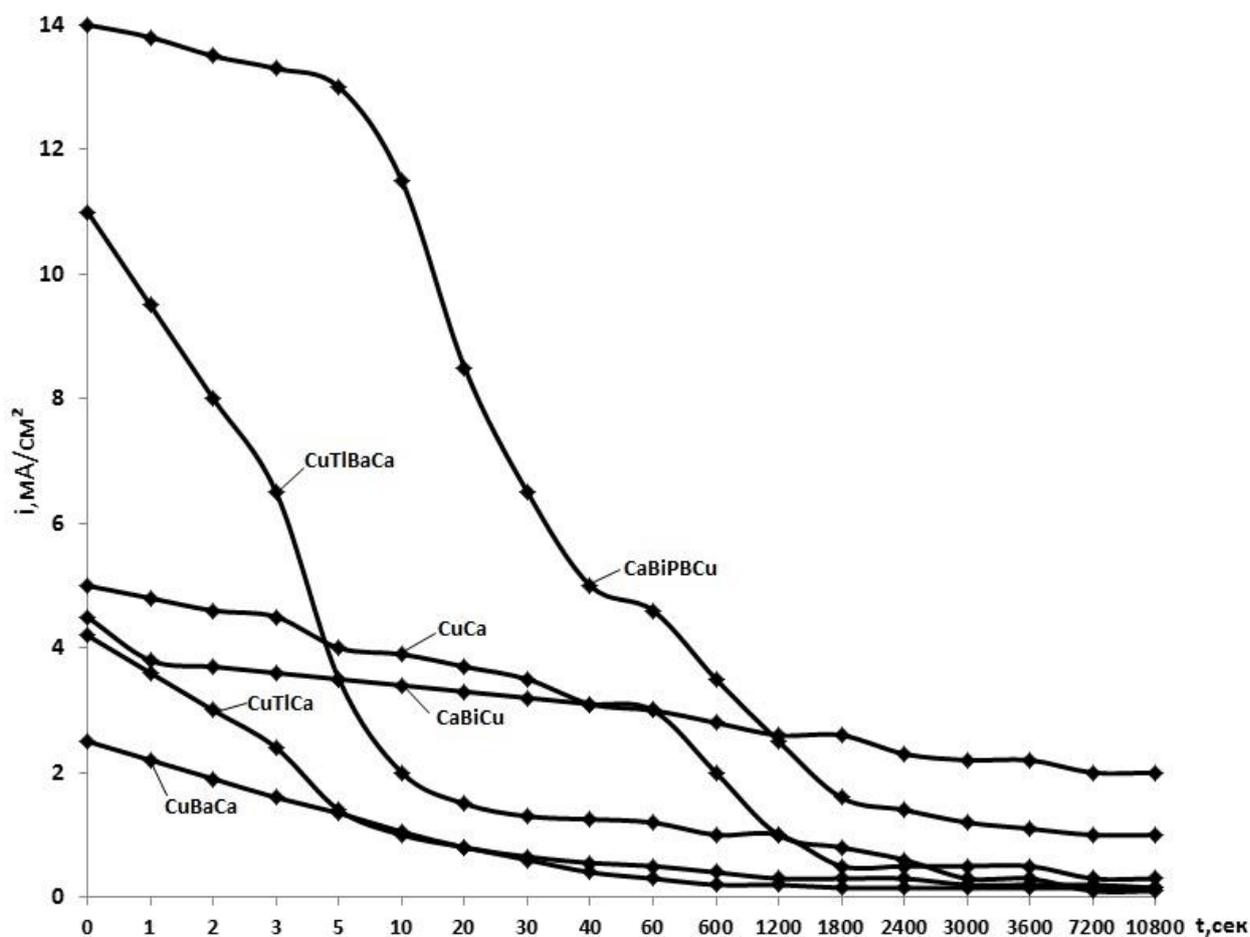


Рис.1. Потенциостатические  $i-t$  кривые катодной обработки медного электрода и многокомпонентных матричных сплавов на её основе в растворе соли  $\text{CaCl}_2$  концентрацией 1 моль/л в ДМФ в течение 3 часов, при  $E_{\text{кп}} = -2,6$  В.

Анализ полученных расчетных величин установил, что скорость формирования электрохимических сплавов в растворе соли кальция возрастает в ряду:  $\text{CuBiPbCa} > \text{CuTiBaCa} > \text{CuCa} > \text{CuBiCa} > \text{CuTiCa} > \text{CuBaCa}$ , согласно величинам  $i(0)$ , характеризующим скорость протекания процесса.

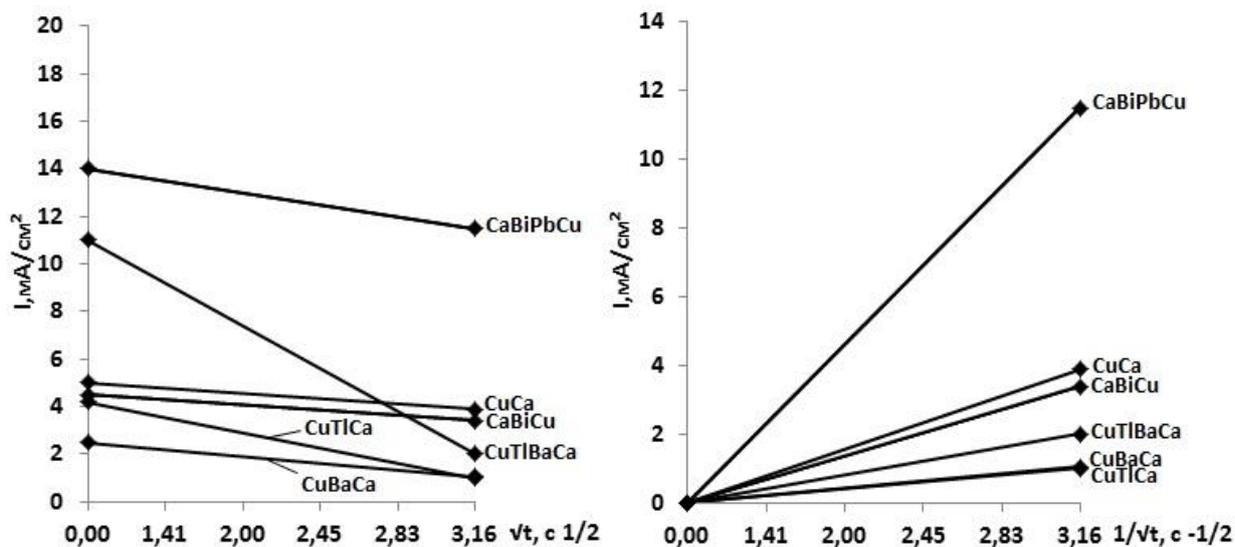


Рис.2. Зависимости  $i\sqrt{t}$  и  $i/1/\sqrt{t}$  катодной обработки медного электрода и многокомпонентных матричных сплавов на её основе в растворе соли  $\text{CaCl}_2$  концентрацией 1 моль/л в ДМФ в течение 3 часов, при  $E_{\text{кп}} = -2,6$  В.

Таблица 1

Диффузионно – кинетические характеристики процесса электровыделения кальция в медь и электрохимические сплавы на ее основе из раствора соли  $\text{CaCl}_2$  в ДМФ в течение 3 часов, при  $E_{\text{кп}} = -2,6$  В, концентрацией 1 моль/л.

Сплав	CuCa	CuBaCa	CuBiCa	CuTlCa	CuTlBaCa	CuBiPbCa
$i(0), \text{mA}/\text{cm}^2$	5,0	2,5	4,5	4,0	11,0	14,0
$k_b, \text{mA} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{c}^{-1/2}$	4,75	3,13	7,50	4,38	10,0	23,13
$C_0 \sqrt{D} \cdot 10^{-5}$ моль $\cdot \text{cm}^2 \cdot \text{c}^{-1/2}$	3,93	2,87	6,87	4,01	9,17	21,21

Процесс формирования электрохимического сплава кальция на меди и сплавах меди с висмутом и таллием в начальный период протекает с сопоставимыми скоростями, для сплава меди с барием наблюдается снижение и скорости процесса и диффузионных параметров. Предварительная катодная обработка меди в растворе соли висмута способствует возрастанию значений диффузионно-кинетических параметров процесса формирования сплава кальция (приблизительно вдвое). Есть предположение, что подобное явление связано с природой висмута. Для трехкомпонентных сплавов (CuBiPb и CuTlBa) диффузионно-кинетические параметры процесса формирования соединений кальция на порядок выше, чем в случае двухкомпонентных сплавов и чистой меди. Причем, в случае электрода из сплава CuBiPb, значения константы процесса и  $C_0 \sqrt{D}$  в два раза превышают соответствующие показатели для CuTlBa электрода. Такой эффект, вероятно, связан не только с природой металлов-модификаторов (Bi, Tl, Pb, Ba), но и со структурными изменениями решетки металла-основы.

Согласно представленным потенциостатическим кривым (Рисунок 1), в процессе катодной обработки меди и ее сплавов происходит формирование соединений, имеющий разный фазовый состав. Рентгеноструктурный анализ полученных нами электрохимических сплавов показал формирование, в заданных условиях эксперимента, в структуре медного электрода твердого раствора  $\alpha\text{-Ca-Cu}$ ; в структуре CuTlCa электрода обнаружены – металлическая фаза таллия, оксидные системы:  $\text{Tl}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$  и следы соединений  $\text{Ca}_3\text{Tl} + \beta\text{Ca}$ . В структуре CuBiCa сплава помимо металлической фазы Bi и оксидов:  $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\beta\text{-Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$  присутствуют соединения CaBi и  $\text{Ca}_3\text{Bi}_2$ ; в многокомпонентном сплаве CaPbBiCu помимо металлических фаз Pb и Bi и сложных оксидных соединений  $\text{Pb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ,  $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\beta\text{-Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ , твердые растворы  $\text{Ca}_2\text{Pb}$ , CaBi и интерметаллические соединения –  $\text{Bi}_{12}\text{PbO}_{20}$ ,  $\text{Cu}_6\text{PbO}_8$ ,  $\text{CuBi}_2\text{O}_4$ . Фазовый состав CuBaCa электрода определяется присутствием смеси твердых растворов CuBa, CuCa, а присутствие в сплаве таллия существенно обогащает структуру CuTlBaCa матричного электрода. Обнаружена металлическая фаза таллия, оксидные системы:  $\text{Tl}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ , BaO и следы соединений  $\text{Ca}_3\text{Tl} + \beta\text{Ca}$ .

#### Список литературы

1. Ольшанская Л.Н., Попова С.С., Закирова С.М. Влияние природы третьего компонента на кинетические закономерности электрохимического формирования сплава Li –Al на алюминии. // Электрохимия. 2000. Т.36, №8. С. 951 - 958.
2. Шустова Н.Г. Закономерности нанохимического структурирования при катодном внедрении бария и кальция в матричные электроды на основе сплавов системы Bi(Tl) – Pb – Cu. // Канд. дисс. Саратовского госуд. техн. Ун -та – С., 2010 г. с. 213.
3. Щербинина О.Н., Медведева Н.Г., Попова С.С. Процесс внедрения кальция в медно – висмутовый тонкопленочный электрод. // Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология. 2009. Т.52, Вып. 7. стр. 99 - 102.

### ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ МЕТАЛЛА ЭЛЕКТРОДА НА КИНЕТИКУ ЭЛЕКТРОВЫДЕЛЕНИЯ КАЛЬЦИЯ ИЗ РАЗБАВЛЕННОГО АПРОТОННОГО РАСТВОРА

Мурзагалиев А.Н., Щербинина О.Н.

СГТУ, РФ, г.Саратов

При протекании процесса электрохимического внедрения щелочных и щелочноземельных металлов, в ходе катодной поляризации твердых электродов и сплавов [1-3] в апротонных растворах, может происходить параллельное или последовательное образование нескольких соединений, количественное соотношение между

которыми зависит от условий реакции. Процесс формирования сплавов, твердых растворов и интерметаллидов методом электрохимического катодного внедрения возможен благодаря наличию в металлах дефектов (вакансий, междоузлий, дислокаций, межзеренных границ и др.), даже в плотноупакованных структурах свинца и меди содержатся пустоты (междоузлия), которые при формировании сплавов могут занимать атомы других элементов [4]. Немаловажную роль в процессе сплавообразования играет структура металла или сплава, которая определяется физическими свойствами исходных компонентов (тип кристаллической решетки, ее атомный объем, межатомные расстояния и др.). Цель настоящей работы, продолжающей ранее проведенные исследования [5], состояла в изучении кинетики катодного электровыделения кальция в структуре меди и свинца, и электрохимических сплавов Cu – Bi, Pb – Bi в потенциостатических условиях из диметилформамидного раствора соли кальция – CaCl<sub>2</sub> концентрацией 0,1 моль/л. Рабочими электродами служили пластины из меди и свинца, высокой степени чистоты. Электрохимические сплавы Cu–Bi, Pb–Bi получали путем катодной обработки Cu и Pb электродов в течение 1 часа в водном растворе соли висмута Bi(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> концентрацией 0,1 моль/л при E<sub>кп</sub>=-0,45 В. Катодную обработку электродов в апротонном растворе осуществляли при потенциале -2,6 В (относительно неводного ХСЭ). Продолжительность каждого опыта составляла 3 часа. Для поляризации использовали потенциостат П-5848 в комплекте с самопишущим потенциометром КСП-4. Характер хода потенциостатических кривых, полученных при поляризации Cu и Pb – электродов указывает на то, в заданных условиях эксперимента, происходит накопление кальция в виде твердого раствора в поверхностном слое медной и свинцовой матрицы, что подтверждено рентгенофазовым анализом и согласуется с фазовыми диаграммами систем Cu – Ca, Pb – Ca [6,7]. Высокие значения величины константы внедрения k<sub>b</sub> (Табл.1) и результаты лазерного эмиссионного анализа (табл.2), указывают на активное проникновение и продвижение кальция в структуре металлических электродов. Отмечено, что для свинцового электрода величина k<sub>b</sub> на несколько порядков выше, чем для медного. Свинец в сравнении с медью обладает меньшей вязкостью и механической прочностью, деформация его кристаллической решетки происходит при незначительных нагрузках на его поверхность [4]. Атомам кальция, имеющим радиус значительно больший, чем радиус атома свинца в его решетке (Табл.4), легче встраиваться и диффундировать вглубь свинцового электрода, чем медного, обладающего большей пластичностью и вязкостью, для деформации решетки, которой требуются большие усилия.

Таблица 1

Диффузионно – кинетические характеристики процесса электровыделения Ca в электродах из раствора соли CaCl<sub>2</sub> в ДМФ концентрацией 0,1 моль/л при потенциале, E<sub>к</sub>: - 2,6 В (t<sub>кп</sub> = 3 час).

Раст вор	Диффузионно – кинетические характеристики процесса	Pb	Cu	CuBi	PbBi
CaCl <sub>2</sub>	$k_b, \text{mA} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{c}^{1/2} * 10^{-3}$	45,29	11,76	17,64	14,11
	$C_{\text{Ca}} \sqrt{D_{\text{Ca}}} \cdot 10^{-3}, \text{моль} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{c}^{-1/2}$	0,4106	0,10663	0,1599	0,1279
	$i(0), \text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$	15,0	5,0	6,8	8,0

Таблица 2

Процентное содержание кальция в Cu, Pb, CuBi, PbBi электродах после их катодной обработки в 0,1 моль /л растворе CaCl<sub>2</sub> в ДМФ при E<sub>к</sub>= -2,6 В в течение 3ч.

Глубина, мкм	145	185	210	230
медь, %	11,20 ±0,2	9,80 ±0,2	8,30 ±0,2	7,80±0,2
Глубина, мкм	-	550	690	790
свинец, %	-	6,0 ±0,2	3,8 ±0,2	3,4 ± 0,2
Глубина, мкм	145	185	210	230
Медь - висмут	18,60 ±0,2	12,40 ±0,2	10,10 ±0,2	9,60±0,2
Свинец-висмут	14,70 ±0,2	10,20 ±0,2	9,50 ±0,2	8,40±0,2

Измерение бестокового потенциала Cu и Pb электродов до процесса поляризации и после него (Табл.3) в исследуемом растворе соли кальция указывает на значительное смещение величины потенциала в отрицательную сторону, характеризующее изменение энергии поверхности электродов, связанное с внедрением кальция в структуру металла согласно реакциям:

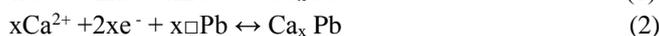
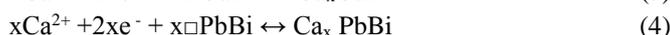


Таблица 3

Значения потенциала погружения электродов до катодной поляризации - E и после - E<sub>кп</sub> (в течение 3 часов) в 0,1 моль/л растворе CaCl<sub>2</sub> в ДМФ.

Потенциал, В	Cu	Pb	CuBi	PbBi
E погруж., В	0,041 ± 0,001	- 0,34 ± 0,001	- 0,38 ± 0,001	-0,30 ± 0,001
E кп. после кп	-1,30	-1,10	- 2, 0	-1, 29

Наличие площадок на потенциостатических кривых, полученных на CuBi и PbBi электродах, катодно обработанных в растворе соли кальция, подтверждает присутствие нескольких фаз внедрения, формирующихся в структуре матричных электродов. Смещение бестокового потенциала (Табл.3) электродов в отрицательную сторону после поляризации указывает на значительные структурные изменения в поверхностных слоях CuBi и PbBi электродов, связанных с внедрением кальция согласно реакциям:



Рентгенофазовый анализ обнаружил в структуре CuBi электрода помимо металлических фаз Cu и Bi, сложные оксидные системы: α – Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, β – Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu<sub>2</sub>O и соединения CaBi и Ca<sub>3</sub>Bi<sub>2</sub>. Металлические фазы Cu Pbоксиды Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, α-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, β-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu<sub>2</sub>O и соединения Ca<sub>2</sub>Pb, присутствуют в структуре PbBi – электрода.

Таблица 4

Значение атомных (r<sub>ат</sub>) и ионных (r<sub>ион</sub>) радиусов металлов, Å

	Cu	Cu <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Pb	Pb <sup>+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Pb	Pb <sup>2+</sup>	Pb <sup>4+</sup>	Bi	Bi <sup>3+</sup>	Bi <sup>5+</sup>	Ca
r <sub>ат</sub> ,	1,28			1,71			1,75			1,82			2,68
r <sub>ион</sub> ,		0,96	0,8		1,49	1,05		1,32	0,84		1,20	0,74	1,06

Полученные расчетные значения диффузионно-кинетических характеристик процесса электровыделения кальция на CuBi – электроде превышают значения на PbBi электроде (Табл.1). Предварительное модифицирование меди и свинца висмутом способствует такому изменению энергии дефектов упаковки (γ) формирующихся медно – висмутового и свинцово – висмутового сплавов, которое приводит к уменьшению величины γ при увеличении концентрации растворенного элемента, в данном случае висмута. Учитывая, что [4] энергия дефекта упаковки свинца больше (50 мДж/м<sup>2</sup>) чем у меди (41 мДж/м<sup>2</sup>) (величины указаны при комнатной температуре) и внедрение висмута в медь проходит со скоростью на порядок более высокий чем в свинец, процентное содержание висмута в меди выше, чем в свинце [8] подвижность висмута в структуре меди может привести к тому, что больше растворенных атомов висмута уйдет в объем, создавая зону, обедненную атомами растворенного компонента – меди, что будет способствовать созданию в объеме медно – висмутовой матрицы областей с повышенной скоростью диффузии кальция. В связи с тем, что величина энергии дефектов упаковки свинца выше чем у меди, а скорость электровыделения и содержание висмута в структуре свинца ниже, чем на медном электроде [8], энергия дефектов упаковки свинцово – висмутовой матрицы превосходящая по величине медно – висмутовую будет создавать торможения при формировании твердого раствора с кальцием в структуре PbBi электрода.

### Список литературы

1. Кабанов Б.Н., Киселева И.Г., Астахов И.И. Электрохимическое внедрение элементов в электроды. // Электрохимия. - 1972. Т. VIII, Вып.7. – С. 955- 971.
2. Озерянская В.В., Гутерман В.Е., Григорьев В.П. Исследование фазовых превращений лития при интеркаляции и деинтеркаляции его на электродах из интерметаллических соединений алюминия. // Электрохимия. 1999. Т.35, №2. С. 275 -277.
3. Озерянская В.В., Гутерман В.Е., Григорьев В.П. Кинетика внедрения лития в потенциостатических условиях в интерметаллические соединения алюминия из пропиленкарбонатных растворов. // Электрохимия. 1999. Т.35, №2. С. 278 -283.
4. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов. Изд - во Металлургия.1975. 208 с
5. Щербинина О.Н., Мурзагалиев А.Н, Попова С.С. Влияние природы аниона на кинетику формирования многокомпонентных сплавов системы CaCu (Me<sub>1</sub>) –(Me<sub>2</sub>). // Вестник СГТУ. Саратов. 2016. (в печати).
6. Диаграммы состояния металлических систем. Т.1/ Под ред. Н.П. Лякишева. М.: Машиностроение, 1996. 992 с.

7. А.Г. Морачевский, З.И. Вайсгант, Е.В. Бочагина. Термодинамика процессов сплавообразования в системах свинец – кальций, висмут – кальций и свинец – висмут – кальций. // Ж. Прикладной химии. 2000. Т. 73. вып.3 С. 372 – 377.
8. Шустова Н.Г. Закономерности нанохимического структурирования при катодном внедрении бария и кальция в матричные электроды на основе сплавов системы Bi(Tl) – Pb – Cu. // Канд. дисс. Саратовского госуд. техн. Ун -та – С., 2010 г. с. 213.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ МЕЛАССЫ - ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОДУКТА

**<sup>1</sup>Провоторова М.А., <sup>2</sup>Никулина Н.С., <sup>1</sup>Никулин С.С., Кириков Б.В.**

<sup>1</sup> ВГУИТ, РФ, г.Воронеж

<sup>2</sup> ВИ ГПС МЧС, РФ, г.Воронеж

Промышленность синтетических каучуков, постоянно совершенствуется. Внедряются новые технологии, приборы и аппараты, совершенствуются компонентные составы эмульсий и коагулирующих систем. Большое внимание уделяется разработкам, позволяющим использовать отходы и побочные продукты ряда производств при получении синтетических каучуков [1].

В производстве эмульсионных каучуков одной из проблемных стадий является стадия его выделения из латекса. Совершенствование данной технологии является важной и актуальной задачей данного производства.

Применение для выделения каучуков из латексов низко- и высокомолекулярных четвертичных солей аммония позволяет исключить применение минеральных солей и снизить загрязнение окружающей среды [2]. Полимерные четвертичные соли аммония (ПЧСА) обладают высокой коагулирующей способностью, и невысоким расходом при выделении каучука из латекса (3-5 кг/т каучука) [2]. Однако дефицитность и высокая стоимость данных продуктов отражается на себестоимости производимого каучука и сдерживает их широкое применение в промышленных масштабах. Кроме того, ПЧСА обладают высокой антисептической активностью, что требует соблюдения точных их дозировок, исключающих проскок и попадание ПЧСА на очистные сооружения. Попадание ПЧСА на очистные сооружения может привести к дестабилизации их работы и сбросу в природные водоемы загрязненных вод. Поэтому поиск новых коагулирующих агентов, для выделения каучука из латекса, весьма актуален.

Перспективными в этом плане могут оказаться отходы предприятий молочной промышленности, например, пенный концентрат подсырной сыворотки, использование которого в процессе выделения каучука из латекса СКС-30 АРК позволяет исключить применение минеральных солей [3].

На предприятиях, производящих сахар, в качестве побочного продукта в больших количествах образуется отход – меласса, которая в настоящее время выпускается двух видах: классическая (ГОСТ Р 52304-2005) и обедненная (ТУ 9112–002-01503401-2011). Анализ компонентного состава показывает, что в ее составе отсутствуют вредные и опасные для здоровья человека вещества. На основании этого можно сделать вывод о том, что отходы свеклосахарного производства, меласса, могут оказаться перспективными коагулирующими агентами и использоваться в технологии выделения каучуков из латексов.

Меласса свекловичная (патока) – отход свеклосахарного производства, сиропобразная жидкость темно-бурого цвета со специфическим запахом.

Из анализа состава мелассы следует, что она содержит 20-25 % воды, около 9 % азотистых соединений (преимущественно амидов), 58-60 % углеводов (главным образом сахара), 7-10 % золы. Интересной особенностью мелассы является то, что в результате ферментативного брожения щелочная среда мелассы постепенно смещается в сторону кислой среды с образованием соединений, содержащих карбонильные группы. Перспектива применения мелассы в качестве коагулирующего агента базируется на том, что она содержит азотистые соединения, перспектива применения которых в технологии выделения каучуков из латексов показано в работе [2].

На основе проведенного анализа состава и свойств мелассы, можно сделать вывод о том, что она может быть использована при выделении каучуков из латексов и может служить экологически чистым коагулянтom.

Цель исследования – изучение возможности применения мелассы классической для выделения каучука из латекса СКС-30 АРК с оценкой показателей резиновых смесей и вулканизатов.

Для выделения бутадиен-стирольного каучука из латекса СКС-30 АРК исходный раствор мелассы разбавляли водой до концентрации 13-15 %, а сам процесс проводили по методике, описанной в работе [4].

В емкость для коагуляции вводили 10-20 мл латекса (сухой остаток 22,1 %) и помещали в термостат для поддержания заданной температуры. После термостатирования в течение 10-15 минут каучуковый латекс смешивали с расчетным количеством водного раствора мелассы. Перемешивали в течение 2-3 минут и добавляли раствор серной кислоты (с концентрацией 1,0-2,0 %) для поддержания кислой среды коагуляции. Образующуюся крошку каучука отделяли от водной фазы (серума), промывали в воде и сушили при 80-85 °С. Высушенные образцы каучука взвешивали и рассчитывали в процентах выход крошки каучука для оценки коагулирующей способности мелассы.

Установлено закономерное повышение выхода крошки каучука с увеличением дозировки мелассы. Полноту выделения каучука из латекса достигали при расходе мелассы 180-190 кг/т каучука (по сухому остатку), при расходе серной кислоты 15 кг/т. При этом было отмечено, что рН среды повышалась с 2,5-3 (при расходе мелассы 20 кг/т каучука) до 4,5-5 (при расходе мелассы 180 кг/т каучука). Это может быть связано с тем с частичным расходом кислоты на зарядку азотсодержащих соединений, в частности бетаина, присутствующего в водном растворе мелассы. С увеличением расхода мелассы возрастает и количество бетаина в подаваемом ее водном растворе, что и приводит к увеличению расхода серной кислоты.

Отмечена интересная закономерность по влиянию температуры на полноту выделения каучука из латекса. Эксперимент показал, что повышение температуры с 20 до 60 °С приводит к снижению выхода крошки каучука.

Это может быть обусловлено тем, что при низких температурах снижается растворимость и вымываемость из крошки каучука коагулирующего агента, а также продуктов его взаимодействия с компонентами эмульсионной системы. Кроме того, при более низких температурах отмечается образование более плотного коагулюма, в то время как повышение температуры приводит к увеличению «рыхлости» образуемой крошки каучука. Образование плотного коагулюма приводит к захвату им компонентов эмульсионной системы, и масса его становится более высокой.

В промышленных условиях выделение каучука из латекса проводят при рН среды ~ 3,0 [5]. Для выдерживания такого значения рН необходимо (с увеличением расхода мелассы с 10 до 190 кг/т каучука) повышать расход серной кислоты с 15 до 30 кг/т каучука. При этом полноту выделения каучука из латекса достигали при расходе мелассы 70-90 кг/т каучука, что в 2 раза ниже, чем в случае выдерживания постоянного расхода серной кислоты.

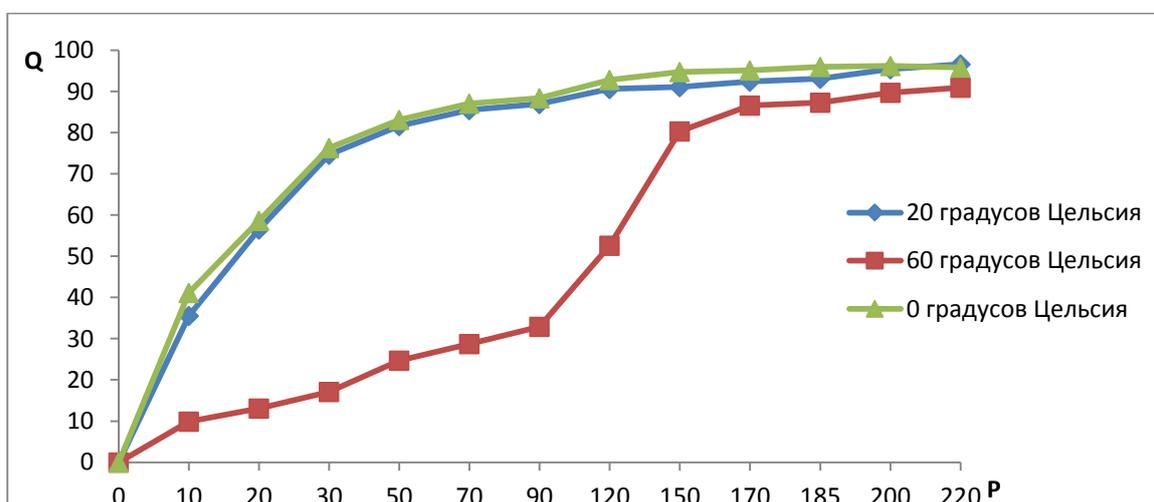


Рис.1. Влияние расхода мелассы (P, кг/т каучука) и температуры на полноту выделения каучука СКС-30 АРК из латекса (Q, %)

Полученные положительные результаты по применению в технологии выделения эмульсионного каучука из латекса отхода свеклосахарного производства – мелассы должны быть подтверждены и физико-механическими показателями вулканизатов, полученных на основе данных каучуков. Если данные показатели не будут соответствовать требованиям ТУ 38.40355-99 и ГОСТ 11178-75 на каучуки, то перспективность применения мелассы в технологии производства эмульсионных каучуков потеряет свою перспективность.

Установлено, что вулканизаты, полученные на основе образцов каучука, выделенного мелассой, соответствовали предъявляемым требованиям и были аналогичны контрольному образцу, выделенного хлоридом натрия.

#### Выводы

1. Расход мелассы на выделение каучука из латекса соответствует расходу хлорида натрия при сохранении расхода серной кислоты 15 кг/т каучука и повышении pH среды коагуляции с 3,0 до 4,5-5,0.
2. Повышение расхода серной кислоты с 15 до 30 кг/т каучука снижает расхода мелассы до 70-90 кг/т каучука при сохранении постоянного значения pH коагулируемой смеси 2,5-3,0.
3. Установлено, что процесс коагуляции целесообразно вести при пониженных температурах.
4. Резиновые смеси и вулканизаты, полученные на основе каучука, выделенного из латекса с применением мелассы, соответствуют предъявляемым требованиям.

#### Список литературы

1. Никулин С.С., Шеин В.С., Злотский С.С., Черкашин М.И., Рахманкулов Д.Л. Отходы и побочные продукты нефтехимических производств - сырье для органического синтеза. М.: Химия, 1989. 240 с.
2. Вережников В.Н., Никулин С.С. Химическая промышленность сегодня. 2004. № 11. С. 26-37.
3. Никулин С.С., Щетилина И.П., Родионова Н.С., Кондратьева Н.А. Производство и использование эластомеров. 2004 № 6. С. 4 .
4. Пояркова Т.Н., Никулин С.С., Пугачева И.Н., Кудрина Г.В., Филимонова О.Н. Практикум по коллоидной химии латексов. М.: Издательский дом Академии Естествознания. 2011. 124 с.
5. Аверко-Антанович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О., Давлетбаева И.М., Кирпичников П.А. Химия и технология синтетического каучука. М.: Химия, КолосС, 2008. 357 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ВОВЛЕЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АСФАЛЬТО-СМОЛИСТЫХ ПАРАФИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

**Елашева О.М., Смирнова Л.Н.**

Самарский государственный технический университет, г.Самара

На фоне падения добычи нефти весьма значительна проблема ежегодного увеличения ресурсов образования асфальто-смолистых парафинистых отложений (АСПО). Размещение этих отходов требует огромных площадей земли, а их долговременное хранение ухудшает экологическую обстановку нефтепромысловых регионов. Поэтому в настоящее время назрела острая необходимость переработки АСПО с целью одновременного решения двух задач: экологической и экономической – получения альтернативного углеводородного сырья.

В результате очистки нефтепромыслового оборудования от асфальто-смолистых парафиновых отложений(АСПО), проводимой химическими, механическими и термическими способами, накапливается огромное количество нефтесодержащих отходов, которые не находят квалифицированного применения. При ежегодном объеме накопления АСПО в Самарском регионе, составляющем около 143 тыс. тонн, требуется все большее количество площадей для их складирования, что наносит значительный ущерб окружающей среде.

Борьба с АСПО определяется условиями месторождения и ведется по двум направлениям: удаления сформировавшихся АСПО и предотвращения их образования. Наиболее перспективный –второй путь.

Известно, что асфальто - смолистые парафиновые отложения имеют в своем составе ценные углеводородные компоненты, что создает предпосылки для полного вовлечения их в переработку. Компонентный состав органической части асфальто - смолистых парафиновых отложений, отобранных с нефтепромыслового оборудования на месторождениях Самарской области представлен в Табл.1.

Таблица 1

Компонентный состав органической части АСПО с месторождений Самарской области

Месторождение	Содержание, % мас.		Температура плавления парафинов, °С
	парафино-церезиновых (t <sub>пл</sub> , °С)	асфальто-смолистых веществ	
1. Дмитриевское	53,3(83)	23	83
2. Мухановское	59,4(75)	4,1	75

3. Лебяжинское	69,1(87)	8,1	84
4. Покровское	61,5(84)	22,1	82
5. Горбатовское	61,4(83)	11	83
6. Уваровское	52,8(72)	10,7	72

С целью вовлечения асфальто-смолистых парафиновых отложений Дмитриевского, Мухановского, Покровского, Горбатовского, Уваровского месторождений в переработку были проведены исследования их физико-химических свойств. Содержание золы в перечисленных образцах АСПО составляет 1,3; 1,0; 1,3; 14,3; 1,3 и 14,4 % соответственно. По данным имиссионной спектроскопии основу неорганической части АСПО составляют оксиды кремния (песок) и оксиды железа (продукты коррозии). Установлено также присутствие соединений натрия, алюминия, цинка, свинца и других металлов (не более 1 %).

Высокую эффективность растворения АСПО в промышленных условиях при обработке призабойной зоны пласта (на месторождениях Самарской области) показали различные органические растворители, в том числе и отходы производств Самарских нефтехимических предприятий [1, с.188]. При этом показано, что правильный подбор эффективных растворителей АСПО позволяет добиться как увеличения дебита нефтяных скважин, так и обогащения нефти ценными парафиновыми углеводородами.

Наличие значительного количества полезных компонентов в АСПО, а именно, твердых высокомолекулярных углеводородов, показало возможным вовлечение их для получения ценных продуктов для промышленности России, например, битумов и пластичных смазок [2, с.54].

Образцы АСПО растворялись в 5-10-и кратном объеме малополярного растворителя при температуре 90-100<sup>o</sup>C и фильтровались через бумажный фильтр под вакуумом на обогреваемой колонке. Органическую часть АСПО исследовали по показателям качества в соответствии с требованиями на изоляционный и строительный битумы (Табл.2).

Таблица 2

Показатели качества органической части АСПО по месторождениям Самарского региона и нормы для изоляционного и строительного битума

Наименование показателя	Месторождение					Нормы по ГОСТ на битум	
	Дмитриевское	Мухановское	Покровское	Горбатовское	Уваровское	изоляционный БНИ-IV	строительный БН-70/30
Пенетрация при 25 <sup>o</sup> C, мм	27	66	8	26	42	25-40	21-40
Температура размягчения по КиШ, <sup>o</sup> C	83	74	83	66,5	75	75	70
Температура вспышки, <sup>o</sup> C	197	183	221	178	223	230	230

Результаты исследования показали, что органическая часть АСПО только отдельных месторождений может быть использованы для производства битумов или в качестве их компонентов в количестве 20-30% масс. [3 с.47 ]

При исследовании состава органической части образцов АСПО, отобранных на различных месторождениях Самарской области (Табл.1), выявлено, что содержание парафино-церезиновых компонентов с температурой плавления 70-90<sup>o</sup>C составляет 40-70% мас., а асфальто-смолистых соединений до 23% мас.

В связи с этим представляло интерес исследовать возможность альтернативного применения органической части АСПО в составе канатной смазки, предназначенной для снижения трения между отдельными прядями стальных канатов, а для также предотвращения коррозии, вместо дорогостоящего церезина марки 80, производимого за рубежом. В связи с этим и исследовались образцы, отобранные на месторождениях Самарского региона, с целью получения компонентов для замены церезина в составе канатной смазки. В Табл.3 представлены показатели качества органической части АСПО для канатной смазки месторождений Самарского региона.

Показатели качества органической части АСПО месторождений Самарского региона

Месторождения	Показатели качества органической части АСПО					
	Выход, % мас. на АСПО	Глубина проникновения игол при 25 °С	Температура, °С размягчения ( вспышки)	Компонентный состав, % масс. ( $t_{пл}$ , °С)		
				Пара- фино- вые	Парафино- церези- новые	Асфальто- смоли- стые
Покровское	75,4	8	83(221)	75,6 (78)	9,4(95)	15,0
Дмитриевское	90,0	26	66,5(178)	71(64)	22(79)	7,2
Мухановское	81,8	42	75(223)	34(72)	47(76)	19,0

В результате анализа установлено, что опытные образцы канатной смазки с использованием органической части АСПО Покровского месторождения наиболее полно отвечают требованиям на качество смазки по смазывающей способности и адгезии при вовлечении 25-40% концентрации органической части АСПО. Исследования показали возможность использования в составе канатной смазки органической части АСПО отдельных месторождений для замены церезина нефтяного марки 80. [4].

Таким образом, разработан оптимальный комплекс методов получения дополнительных ресурсов углеводородного сырья за счет вовлечения в нефть АСПО при использовании различных растворителей, в том числе и отходов химических производств Самарского региона, показана возможность использования органической части АСПО в производстве битумов (изоляционных и строительных) и в качестве компонента канатной смазки.

Предложенное направление утилизации органической части АСПО месторождений Самарского региона позволяет решить экологическую и экономическую проблему расширения ресурсов альтернативного сырья.

#### Список литературы

1. Смирнова Л.Н. Елашева О.М. Использование отходов химических предприятий Самарского региона для повышения эффективности добычи и перекачки нефти. Инновации в науке: пути развития: Материалы VI Международной научно-практической конференции .26 февраля 2015. Чебоксары 2015. с.187-190.
2. Елашева О.М., Котов С.В. и др. Исследование некоторых направлений применения органической части асфальто-смолистых парафиновых отложений нефти(АСПО). Естественные и технические науки, № 2, 2009 с. 52-55.
3. Бадыштова К.М., Елашева О.М., Смирнова Л.Н. Создание оптимальной композиции покровного битума с учетом технологических и энергетических ограничений. Тез. док. междунар. науч.-техн. конфер. 20-26 июня 1997г. Самара, 1997.
4. Канатная смазка. Козловцев А.П., Жумлякова М.А., Бадыштова К.М., Елашева О.М. и др. Патент России - № 2185424,-2002г.

## СЕКЦИЯ №12.

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

#### БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ МУЧНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ АМАРАНТОВОЙ МУКИ

Никитин И.А., Пыресева А.И., Кулаков В.Г., Коровина Е.С.

МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ), РФ, г.Москва

Важнейшей задачей в области питания людей, больных целиакией, является оптимизация рациона. Решение поставленной задачи зависит от наличия продуктов специализированного назначения, позволяющих улучшить качество жизни людей с патологией обмена веществ. Употребление безглютеновых продуктов в

совокупности с основными пищевыми веществами, в том числе витаминами, микроэлементами и минералами позволяет достичь сбалансированности, повышенной пищевой ценности и усвояемости.

Расширение ассортимента мучных изделий для лечебно-профилактического и диетического питания больных различного рода заболеваниями обусловлено ухудшением структуры рационального питания населения нашей страны. Диетические изделия для профилактического питания разрабатываются для населения эко-неблагополучных регионов, а диетические изделия для лечебного питания – для включения в рационы питания лиц, страдающих конкретными заболеваниями.

В настоящее время приоритетным направлением в области пищевых продуктов является разработка технологий мучных изделий специализированного назначения. К таким видам продуктов относятся безглютеновые мучные изделия, предназначенные для людей, больных целиакией.

Целиакия (глютеновая энтеропатия) – аутоиммунное заболевание, результат повреждения слизистой оболочки тонкой кишки фракцией глютена (глиадином) белка, содержащегося в муке злаковых культур (пшеница, рожь, овес, ячмень и др.).

Проведенный анализ результатов исследований отечественных и зарубежных безглютеновых изделий, представленных на рынке, показал, что ассортимент этой продукции пользуется спросом среди потребителей, нуждается в расширении, улучшение качественных показателей, снижении себестоимости. В России безглютеновые продукты представлены в основном зарубежными производителями, а их отечественный ассортимент практически отсутствует. Вместе с тем, число лиц, страдающих глютеновой энтеропатией составляет примерно 1% населения, и крайне необходимо обеспечивать данную категорию людей специализированными продуктами питания постоянно, т.к. пожизненное соблюдение безглютеновой диеты является единственным терапевтическим средством для лиц, страдающих целиакией. В соответствии с международными стандартами, регламентирующими качество продуктов питания к "безглютеновым" продуктам («gluten free») могут быть отнесены продукты, содержащие не более, чем 20 мг глютена на 100 г продукта в пересчете на сухой образец (0,02%). Для больных также представляет опасность наличие скрытого глютена в обычных продуктах промышленного производства, например, глютен могут содержать пищевые добавки: Е 620, Е 621, Е 622, Е 623, Е 624, Е 625, Е 150 (a,b,c,d), Е 575, Е 965, Е1404, Е1410, Е1412, Е1413, Е1414, Е 1420, Е1442, Е1450, Е 1451, Е 1452, а также лекарственные препараты, зубные пасты, косметика.

Однако проблема непереносимости глютена не сводится к одной целиакии. Глютен у детей раннего возраста нередко вызывает пищевую аллергию. Проявления ее могут быть различными – от кожных высыпаний до хронических поносов.

На данный момент существует мнение, что безглютеновая диета очень эффективна для улучшения здоровья, такое питание способствует существенному снижению веса, уменьшению или исчезновению таких симптомов и заболеваний, как экзема, головная боль, депрессия, проблемы с настроением и хроническая усталость. Поэтому многие люди стали исключать глютен из своего рациона. Сама по себе данная диета безопасна, однако отказ от пшеничной культуры приводит к исключению из рациона источников множества витаминов и минералов. При этом возникает нехватка следующих полезных веществ: железа, кальция, клетчатки, тиамина (витамин В<sub>1</sub>), ниацина (витамин В<sub>3</sub>).

На кафедре Технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств МГУТУ имени К.Г. Разумовского были проведены исследования и изготовлены опытные образцы мучных кондитерских изделий (МКИ) на основе амарантовой муки, не содержащие глютена в своем составе.

Выбор амарантовой муки не случаен и обусловлен, прежде всего, ее составом, т.к. амарант превосходит традиционные культуры по содержанию питательных веществ, особенно белков и липидов. Его белки отличаются оптимальным соотношением незаменимых аминокислот. Например, содержание лизина в 2-2,5 раза выше, чем в пшеничной муке. Активное действие лизина подавляет вирусы, вызывающие герпес, острые респираторные инфекции, нормализует обмен веществ. Амарант богат комплексом витаминов группы В, способствующих улучшению работы центральной нервной системы, участвующих в процессе кроветворения.

Амарант – источник кальция и железа, наиболее дефицитных в питании человека минеральных веществ, отсутствие которых в продуктах питания может привести к развитию анемии, замедлению роста скелета, развитию рахита у детей и остеопороза у взрослых.

Таблица 1

Сравнительный химический состав пшеничной и амарантовой муки (г/100 г продукта)

Показатель	Пшеничная мука высшего сорта	Амарантовая мука
Вода, г	14,0	9,9

Белки, г	10,8	10,76
Жиры, г	1,3	4,18
Моно- и дисахариды, г	1,0	3,5
Крахмал, г	67,9	56,3
Клетчатка, г	1,49	0,85
Углеводы, г	69,9	59,8
Минеральные вещества, мг:		
Натрий	3	1130
Калий	122	1190
Кальций	18	290
Магний	16	100
Фосфор	86	240
Железо	1,2	28
Витамины, мг:		
В1	0,17	0,048
В2	0,04	0,131
РР	1,2	2,1
Е	1,5	0,6
Энергетическая ценность, ккал	334	328,17

Амарант обладает быстрым ростом, особенно в условиях яркого солнца даже в малоувлажненной почве, устойчив к сорнякам.

Родиной амаранта является Центральная и Южная Америка. В настоящее время амарант завоевывает популярность, он выращивается практически во всех странах мира. Он окультурен в Америке, Европе, Азии, Африке и многих других странах, в том числе и в России.

Российскими селекционерами выведены районированные сорта амаранта, приспособленные к конкретным условиям возделывания.

Наиболее популярные в России сорта амаранта зернового:

- Гелиос

Сорт зерновой, раннеспелый. Vegetационный период – 105 дней.

- Воронежский

Скороспелый сорт зернового направления. Vegetационный период 95-100 дней

- Харьковский-1

Универсальный сорт - зерновой, кормовой, а также обладающий повышенными лечебными свойствами. Vegetационный период- 110 дней.

- Кизлярец

В данной работе при приготовлении МКИ был использован сорт сорт Воронежский.

Таблица 2

Рецептуры разработанного ассортимента печенья на основе амарантовой муки

Название готового продукта	Наименование ингредиента	Количество, кг/1 кг готового продукта
Печенье «ореховое»	Мука амарантовая	0,4
	Крахмал	0,2
	Масло сливочное	0,3
	Сахар	0,2
	Грецкий орех	0,2
	Яйца	0,2
Печенье «Песочно-миндальное»	Мука амарантовая	0,3

	Крахмал	0,2
	Масло сливочное	0,3
	Яйцо	0,15
	Сахар	0,3
	Арахис	0,13
Печенье «Лакомка»	Мука амарантовая	0,35
	Творог	0,35
	Масло сливочное	0,35
Печенье «Корзинка»	Мука амарантовая	0,21
	Крахмал	0,08
	Сахар	0,25
	Масло сливочное	0,125
	Яйцо	0,05
	Белок яйца	0,5
	Джем	0,3

Определение органолептических показателей, разработанных образцов печенья (цвет, вкус, запах, форма, состояние поверхности, вид в изломе) подтвердило их соответствие требованиям ГОСТ 24901-2014.

Таким образом, обоснован выбор муки амаранта как компонента рецептуры мучных кондитерских изделий, позволяющей получить качественное печенье повышенной биологической ценности, не содержащее глютена в своем составе, обогащенного пищевыми веществами, в том числе витаминами, микроэлементами и минералам.

#### Список литературы

1. Атаев, А.А. Диетические хлебобулочные изделия для здорового питания [Текст] / А.А. Атаев, Р.Д. Поландова, Т.Г. Богатырева// Хлебопечение России. – 2000. – № 1. – С. 21.
2. Карпиленко, Г.П. Особенности белок-протеиназного комплекса амаранта [Текст] / Г.П. Карпиленко, К.В. Траоре// Научно-технич. достиж. и пред. опыт в отрасли хлебопродуктов. – М.:1995. – 30 с.
3. Никитин, И.А. Применение муки амаранта и модифицированных композиций на его основе в технологии хлеба [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / И.А. Никитин. – Воронеж, 2005. – 153с.
4. Тефилова, С.Н. Инновации в разработке безглютеновых кондитерских мучных изделий [Текст] / С.Н. Тефилова, А.В. Старикова// Матер. 2-й Международной молодежной научной конференции: «Будущее науки - 2014». - Курск. - 2014. - С. 41 - 45.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ИЗ РАЗНЫХ ВИДОВ МУКИ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЦИДОФИЛЬНОЙ ЗАКВАСКИ

**Невская Е.В., Цыганова Т.Б., Быковченко Т.В., Головачева О.В.**

ФГБНУ НИИ хлебопекарной промышленности, г.Москва

Продукты переработки крупяных культур составляют основу пищевого рациона человека, за счет которых удовлетворяются его потребности в эссенциальных макро- и микронутриентах, таких как незаменимые аминокислоты, витамины В1, В2, РР, минеральные вещества - калий, фосфор, магний, кальций, железо и др.

Особое внимание уделяется таким зерновым культурам, как ячмень, овес, гречиха (Табл.1). Гречневая мука характеризуется высоким содержанием белка, железа, витамина В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР. В состав ячменной муки входят бета-глюкан растворимое пищевое вещество (растворимая клетчатка). Клиническими испытаниями доказано, что бета-глюкан способствует понижению холестерина, а также замедляет повышение уровня сахара в крови. По сравнению с пшеничной мукой высшего сорта в ячменной муке содержится больше калия на 30%, кальция – на 61%, магния – на 31%. Овсяная мука отличается пониженным содержанием крахмала. В овсяной муке находится

повышенное содержание микро- и макроэлементов, особенно калия, магния, железа. В состав овса также входит бета-глюкан.

Использование нетрадиционных видов сырья для производства хлебобулочных изделий функционального, специализированного назначения оказывает отрицательное влияние на их микробиологическую устойчивость.

Для обеспечения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий с ячменной, гречневой и овсяной мукой целесообразно использовать функциональные полуфабрикаты – закваски на основе штаммов хлебопекарных микроорганизмов с антагонистическими свойствами по отношению к посторонней микрофлоре. Наибольший интерес для исследований представляет ацидофильная закваска на основе наиболее антагонистически активного штамма МКБ - *L. acidophilus* A-146.

Таблица 1

Пищевая ценность муки крупяных культур в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта

<i>Наименование сырья</i>	<i>Мука пшеничная высший сорт</i>	<i>Мука гречневая</i>	<i>Мука овсяная</i>	<i>Мука ячменная</i>
<i>Белок, г</i>	<b>10,3</b>	<b>9,4</b>	<b>8,3</b>	<b>9,3</b>
<i>Калий, мг</i>	<b>122</b>	<b>130</b>	<b>147</b>	<b>158</b>
<i>Кальций, мг</i>	<b>18</b>	<b>42</b>	<b>37</b>	<b>29</b>
<i>Магний, мг</i>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>21</b>
<i>Фосфор, мг</i>	<b>86</b>	<b>69</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
<i>Железо, мг</i>	<b>1,2</b>	<b>1,75</b>	<b>1,16</b>	<b>2,11</b>
<b>Витамины, мг:</b>				
<i>B<sub>1</sub></i>	<b>0,17</b>	<b>0,4</b>	<b>0,18</b>	<b>0,12</b>
<i>B<sub>2</sub></i>	<b>0,04</b>	<b>0,18</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
<i>PP</i>	<b>1,2</b>	<b>0,65</b>	<b>0,25</b>	<b>0,75</b>

В ФГБНУ НИИ хлебопекарной промышленности изучено влияния питательных смесей из разных видов муки крупяных культур (ячменной, гречневой и овсяной муки) на биотехнологические свойства ацидофильной закваски.

С целью изучения влияния различных питательных смесей из разных видов крупяных культур на биотехнологические свойства ацидофильной закваски исследовали кислотонакопление и микробиологический состав в заквасках, приготовленных с использованием разных видов муки.

При исследовании кислотонакопления в заквасках, приготовленных с использованием разных видов муки, определяли начальные и конечные (через 16-18 ч) значения титруемой кислотности. Полученные результаты представлены на Рисунке 1.

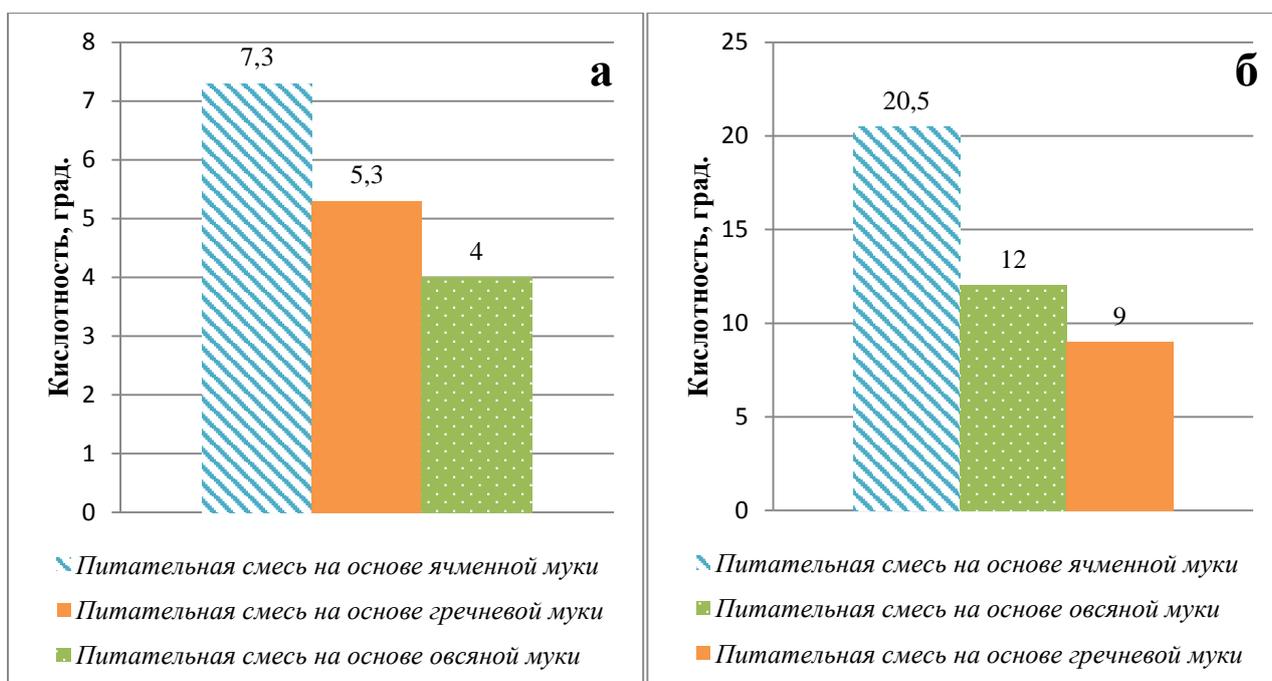


Рис.1. Результаты определения начальной (а) и конечной (б) кислотности заквасок, приготовленных с использованием питательных смесей из разных видов муки крупяных культур

Из полученных результатов видно, что наименьшая начальная титруемая кислотность наблюдается в заквасках, приготовленных с использованием питательной смеси на основе овсяной (4 град.) и гречневой (5,3 град.) муки. Наибольшее значение начальной титруемой кислотности наблюдается в закваске, приготовленной с использованием питательной смеси из ячменной (7,3 град.) муки.

После выдерживания заквасок, приготовленных с использованием питательных смесей из разных видов муки в течение 16-18 часов при оптимальной температуре (37 °С) наблюдается наибольшая кислотность в закваске с использованием питательной смеси из ячменной муки (20,5 град).

На основании полученных результатов можно предположить, что наибольшая кислотность в закваске, приготовленной с использованием питательной смеси из ячменной муки наблюдается вследствие большего содержания питательных веществ (сахаров, аминокислот и др.), обеспечивающих более интенсивный процесс ферментации и синтез органических кислот.

Изучение состава микрофлоры закваски позволяет выявить характерные группы микроорганизмов по их отличительным культуральным и морфологическим свойствам и их количество.

Исследована микрофлора закваски с использованием питательной смеси из ячменной муки, так как данная закваска показала наиболее интенсивное кислотонакопление. В качестве среды использовали сусло-агар с добавлением мела, культивирование проводили при температуре 37 °С, время культивирования составляло 72 ч.

Количество молочнокислых бактерий в 1 г показано в Табл.2. Общее количество молочнокислых бактерий в ацидофильной закваске, приготовленной на основе ячменной муки составляет  $3,1 \times 10^8$  КОЕ/г.

Таблица 2

Исследование количества молочнокислых бактерий в ацидофильной закваске, приготовленной с использованием питательной смеси из разных видов муки

Закваска, приготовленная на основе	Кол-во опытов	Разведения				КОЕ/г
		$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$	
ячменной муки	1	газон	300	44	3	$3,1 \times 10^8$
	2	газон	230	36	2	
	среднее	газон	265	40	2,5	

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что содержание молочнокислых бактерий достаточно высокое, что говорит о повышенных антагонистических свойствах закваски в отношении возбудителей микробной порчи хлеба.

Проведены исследования по изучению микробиологической устойчивости ацидофильных заквасок на основе различных видов муки из крупяных культур. Их хранили в холодильнике при температуре 4-6 °С в течение 30 суток. Результаты исследования показали, что закваска, приготовленная с использованием питательной смеси из ячменной муки в холодильной камере, хранится дольше, чем закваска, приготовленная с использованием питательных смесей из овсяной и гречневой муки (не более 7 суток).

Закваска, приготовленная с использованием питательной смеси из ячменной муки, обладает большей микробиологической устойчивостью (более 30 суток в холодильной камере), чем закваски, приготовленные с использованием питательных смесей из овсяной и гречневой муки. Можно предположить, что микробиологическая устойчивость закваски связана с ее высокой кислотностью.

#### Список литературы

1. Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Смирнов С.О., Тюрина О.Е., Урубков С.А. Разработка рецептур и технологий хлебобулочных изделий специализированного и функционального назначения на основе продуктов переработки крупяных культур //Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск: 2014 - №3(180) – С. 36-38
2. Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Смирнов С.О., Тюрина О.Е., Урубков С.А. Основные аспекты и перспективы использования продуктов переработки крупяных культур при выработке хлебобулочных изделий специального и функционального назначения // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. II Всерос. научн.-практ. конф. молодых ученых и аспирантов (7 – 25 апреля 2014 г., г. Краснодар) – С 79-84

## КАРТОФЕЛЬ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Колошеин Д.В., Борычев С.Н., Чесноков Р.А., Васютин И.С., Крюнчакина А.Д.**

РГАТУ, РФ

Рязанская области по почвенно-климатическим условиям является благоприятным регионом для выращивания картофеля, что подтверждено статистикой, согласно которой наивысший сбор картофеля в Рязанской области составил 1750 тыс. тонн в 1975 году [1], при посевной площади 158 тыс. га, больше на тот момент производила только Брянская область. Однако на начало XXI века производство картофеля в области сельскохозяйственными организациями сократились до 39,5 тыс. тонн, но в течение последних 11 лет показатель увеличивался и достиг отметки 96,3 тыс. тонн. Высоких показателей в данной сфере добились сельскохозяйственные организации Милославского, Касимовского, Рязанского, Спасского, Клепиковского, Старожиловского, Шацкого и Шиловского районов [3].

На 2013 год основная часть производства картофеля приходится на население области. В Табл.1 [2] показано процентное соотношение сельскохозяйственных организаций и населения в валовом сборе клубней на период с 2000 по 2013 год.

Таблица 1

Долевое участие в валовом сборе картофеля

Годы	Сельскохозяйственные организации		Население		Крестьянские хозяйства	
	тыс.т.	%	тыс.т.	%	тыс.т.	%
2000	45,1	8,4	491,4	91,2	2,1	0,4
2005	40,5	8,3	449,2	90,6	5,3	1,1
2010	21,9	10,5	180,2	86,0	7,4	3,5
2011	85,7	22,6	226,0	70,2	27,3	7,2
2012	96,0	23,3	300,0	72,8	16,2	3,9
2013	62,5	17,6	287,1	80,5	6,8	1,9

В области за последние 5 лет отмечается тенденция увеличения урожайности с 90 ц/га до 146 ц/га [2].

Вводятся в строй новые картофелехранилища. На 2014 год в Рязанской области действуют 63 картофелехранилищ и 8 овощехранилищ общей мощностью 111 тыс. тонн единовременного хранения. Так в Спасском районе ООО «Агросоюз-Спасск» проектирует комплекс по хранению и первичной переработке картофеля, и овощей, ООО «Агрохолдинг Шиловский» возводит комплекс на 10 тыс. тонн по хранению картофеля Рисунок 1, ООО «Подсосенки» в Шацком районе реализовало проект строительства картофелехранилища мощностью 2000 тыс. тонн.



Рис.1. ООО «Агрохолдинг Шиловский» возведение картофелехранилища

В регионе действует пищевой комбинат «Милославский», который производит до 550 кг картофельных хлопьев в час. Планируется увеличение мощности хранения картофеля с 18 тыс. тонн до 76 тыс. тонн, что даст дополнительные рабочие места. Продукция пищевого комбината (Рисунок 2) [4] поставляется в страны ближнего и дальнего зарубежья (Казахстан, Аргентина, Чили, Бразилия), хлопья реализуются и на рынок РФ (Владимирскую, Вологодскую, Тверскую, Московскую области, Республику Татарстан, Краснодарский край) [1].



Рис.2. Продукция пищевого комбината «Милославский»

Рязанские картофелеводы приобретают элитные семена картофеля в странах Евросоюза и в других областях РФ, однако в 2015 в Касимовском районе было создано хозяйство ООО «МериКлон» с целью создания собственного производства элитных семян картофеля до 7 тыс. тонн, что повысит престиж региона в области картофелеводства.

Среди сортов картофеля в Рязанской области рекомендуется к посадке 38 ранних сортов, среди которых такие как (Удача, Ред Скарлетт, Латона, Импала и др.), 46 среднеранних сортов (Марфона, Невский, Сантэ и др.), 42 среднеспелых сортов (Престиж, Роксана, Надежда и др.), 27 среднеспелых сортов (Победа, Журавинка, Голубизка и др.) и 12 поздних сортов картофеля (Леди розетта, Атлант, Темп) [6].

Однако в Рязанской области существуют и проблемы в картофелеводстве, исходя из выступления министра сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области Б.В. Шемякина: «. это слабая база по хранению и предпродажной подготовке продукции, что приводит к реализации картофеля-овощной продукции с поля в сентябре, в то время, как работа с торговыми сетями требует поставок равномерными партиями, на протяжении всего календарного года» [5].

Причем такая проблема возникает не только в Рязанской области, но и по всей РФ. В России попросту не хватает картофелехранилищ. Согласно экспертам ежегодно в стране сгнивает почти столько же урожая картофеля, сколько Россия импортирует из других стран. При решении данной проблемы РФ смогла бы избавиться от импорта картофеля.

В середине лета 2015 года Губернатор Рязанской области О.И. Ковалев отметил, что в регионе формируется «картофельно-овощной кластер» в Касимовском, Клепиковском, Спасском и Шиловском районах. Планируется, что область сможет удовлетворить потребность в картофеле и даже продавать продукцию за пределы региона. Губернатор отметил, что Рязанская область способна через пару лет выйти на миллион тон картофеля в год и снова стать второй после Брянской области.

#### Список литературы

1. Журнал «Картофельная система» №2 2015. Картофельводство в Рязанской области» URL:<http://www.potatosystem.ru/kartofelevodstvo-ryazanskoj-oblasti/> (дата обращения 16.01.2016).
2. Крючков М.М. Картофель в условиях Рязанской области. Материалы Международной научно-практической конференции, «Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля» Рязань, 2015. - 148 с.
3. Материалы Международной научно-практической конференции, «Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля» Бышов Н.В., Вступительное слово Рязань, 2015. - 3 с.
4. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области. Пищевой комбинат «Милославский» начал переработку картофеля нового урожая. URL: <http://www.ryazagro.ru/news/5151/> (дата обращения 12.01.2015).
5. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области. Из выступления министра сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области Б.В. Шемякина на совещании по вопросу «О подготовке и проведении уборки урожая и осеннего комплекса работ в 2015 году» URL: [http://www.ryazagro.ru/activities/activity/official\\_speeches/6210/](http://www.ryazagro.ru/activities/activity/official_speeches/6210/) (дата обращения 14.01.2016).
6. Список сортов картофеля, рекомендуемых в 2010 г. для выращивания в каждом из 12-ти регионов Российской Федерации.
7. URL: [http://www.kartofel.org/cultivars/main\\_cult/region.htm](http://www.kartofel.org/cultivars/main_cult/region.htm) (дата обращения 16.01.2016).

#### **СЕКЦИЯ №13.**

#### **ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)**

**СЕКЦИЯ №14.  
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)**

**ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ<sup>1</sup>**

**Мелентьев В.С., Обухова Т.С., Левина К.Д., Сусова Е.А.**

Самарский государственный технический университет, РФ, г.Самара

Сокращение времени измерения параметров емкостных датчиков (ЕД) обеспечивают методы, основанные на определении информативных параметров по мгновенным значениям переходных процессов в измерительной цепи (ИЦ) при подключении к ней напряжения постоянного тока [1].

При измерении параметров ЕД часто требуется определение не только информативного параметра, но и паразитных (неинформативных) параметров. При учете многоэлементной схемы замещения ЕД повышается точность определения информативных параметров [2].

Одним из неинформативных параметров ЕД является эквивалентное сопротивление, обусловленное потерями в изолирующем диэлектрике и сквозными токами утечки. Конечное значение данного сопротивления приводит к отклонению реального переходного процесса от используемой модели, что неизбежно вызывает дополнительную погрешность определения информативного параметра датчика.

В [3] предложен метод раздельного измерения параметров емкостных датчиков по мгновенным значениям двух переходных процессов, который исключает данный вид погрешности за счет возможности определения сопротивления изоляции и учета его значения для вычисления емкости датчика.

Метод заключается в том, что на ИЦ, состоящую из последовательно включенных образцового резистора  $R_0$ , ЕД, имеющего емкость  $C_X$  и сопротивление изоляции  $R_X$ , и второго образцового резистора с сопротивлением  $R_0$ , подают напряжение постоянного тока  $U_0$ ; в произвольный момент времени  $t_1$  одновременно измеряют мгновенные значения переходных процессов на участке цепи, содержащем ЕД и второй образцовый резистор, и втором образцовом резисторе относительно общего вывода ИЦ; через образцовый интервал времени  $\Delta t$  измеряют мгновенное значение напряжения на том же участке цепи; через интервал времени  $\Delta t$  измеряют мгновенное значение напряжения на том же участке цепи относительно общего вывода и определяют неизвестное сопротивление  $R_X$  и емкость ЕД по измеренным значениям.

При подключении источника напряжения постоянного тока  $U_0$  к измерительной цепи напряжения на участке цепи, содержащем ЕД и второй образцовый резистор, и на втором образцовом резисторе относительно общего вывода ИЦ изменяются в соответствии с выражениями:

$$u_1(t) = \frac{U_0}{2} \left\{ 1 + \frac{R_X}{2R_0 + R_X} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] \right\}; u_2(t) = \frac{U_0}{2} \left\{ 1 - \frac{R_X}{2R_0 + R_X} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] \right\},$$

$$\text{где } \tau = \frac{2C_X R_0 R_X}{2R_0 + R_X} - \text{постоянная времени ИЦ.}$$

В произвольный момент времени  $t_1$  после подключения напряжение  $U_0$  мгновенные значения переходных процессов примут вид:

$$U_{11} = \frac{U_0}{2} \left\{ 1 + \frac{R_X}{2R_0 + R_X} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t_1}{\tau}\right) \right] \right\}; U_{21} = \frac{U_0}{2} \left\{ 1 - \frac{R_X}{2R_0 + R_X} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t_1}{\tau}\right) \right] \right\}.$$

Через интервал времени  $\Delta t$  мгновенное значение сигнала на участке цепи, содержащем ЕД и второй образцовый резистор, будет равно

$$U_{12} = \frac{U_0}{2} \left\{ 1 + \frac{R_X}{2R_0 + R_X} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t_1 + \Delta t}{\tau}\right) \right] \right\}.$$

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-08-00252 А)

Через интервал времени  $\Delta t$  мгновенное значение напряжения на том же участке цепи будет соответствовать

$$U_{13} = \frac{U_0}{2} \left\{ 1 + \frac{R_X}{2R_0 + R_X} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t_1 + 2\Delta t}{\tau}\right) \right] \right\}.$$

Используя мгновенные значения переходных процессов, можно определить сопротивление изоляции

$$R_X = \frac{2R_0[(U_{12} - U_{11})(2U_{12} - U_{11} - U_{21}) - (U_{21} - U_{11})(U_{13} - U_{12})]}{(U_{11} + U_{21})(2U_{12} - U_{11} - U_{21}) - (U_{12} - U_{11})} \quad (1)$$

и емкость ЕД

$$C_X = -\frac{(2R_0 + R_X)\Delta t}{2R_0R_X \ln\left(\frac{U_{13} - U_{12}}{U_{12} - U_{11}}\right)}. \quad (2)$$

Структурная схема средства измерения (СИ), реализующего метод, представлена на Рисунке 1.

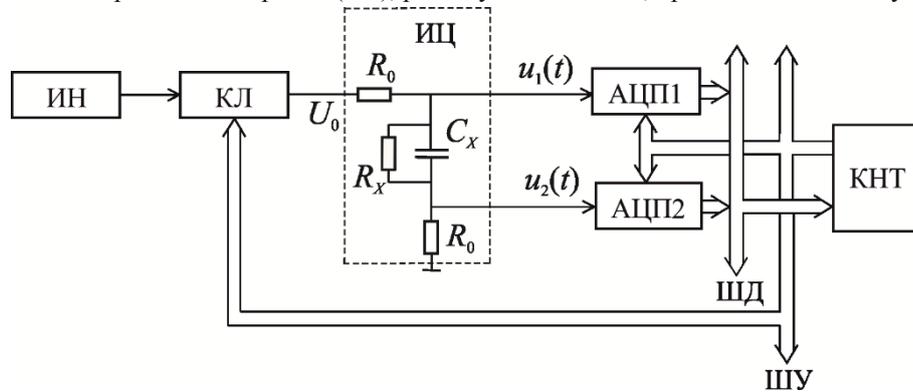


Рис.1. Схема средства измерения, реализующего метод

В состав СИ входят: источник опорного напряжения постоянного тока ИН; аналоговый ключ КЛ; измерительная цепь ИЦ; два аналого-цифровых преобразователя АЦП1 и АЦП2 и контроллер КНТ с шинами управления ШУ и данных ШД.

При реализации метода в схеме замещения ИЦ не было учтено конечное значение входного сопротивления АЦП, осуществляющего преобразование мгновенных значений переходных процессов в код. Наличие данного сопротивления приводит к изменению схемы замещения и отклонению использованной модели от реального переходного процесса.

С учетом входного сопротивления АЦП  $R_A$  постоянная времени ИЦ примет вид

$$\tau_p = \frac{2C_X R_0 R_X R_A}{2R_0 R_A + R_X (R_0 + R_A)}.$$

Проведем оценку предельной погрешностей определения параметров ЕД, обусловленных конечным значением входного сопротивления АЦП, используя методику, предложенную в [4]. Методика заключается в определении погрешности измерения параметра как функции, аргументы которой заданы приближенно с погрешностью, соответствующей отклонению модели от реального процесса в ИЦ  $\Delta U_{\max}$ .

В [5] были приведены результаты анализа данного вида погрешности при измерении емкости ЕД.

При определении сопротивления изоляции абсолютная погрешность измерения в соответствии с (1) будет равна

$$\Delta R_X = \left[ \left| (R_X)'_{U_{11}} \right| + \left| (R_X)'_{U_{12}} \right| + \left| (R_X)'_{U_{13}} \right| + \left| (R_X)'_{U_{21}} \right| \right] \Delta U_{\max}. \quad (3)$$

Тогда относительная погрешность измерения  $R_X$  с учетом (3) примет вид

$$\delta_R = \frac{1}{R_X \exp\left(-\frac{t_1}{\tau}\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau}\right)\right]} \left| \exp\left(-\frac{\tau_p \ln \frac{\tau_p}{\tau}}{\tau_p - \tau}\right) - \exp\left(-\frac{\tau \ln \frac{\tau_p}{\tau}}{\tau_p - \tau}\right) \right| \times$$

$$\times \left( \left| \exp\left(-\frac{t_1}{\tau}\right) \right| \left\{ 2 \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau}\right) \left[ 2R_0 + 2R_X + R_0 \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau}\right) \right] - 2R_0 - R_X \right\} + 2(R_0 + R_X) \times \right.$$

$$\times \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau}\right) \right]^2 + 2(R_0 + R_X) \left. \right\} + 2 \left| \exp\left(-\frac{t_1}{\tau}\right) \right| \left\{ R_0 - 4R_0 \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau}\right) + \right.$$

$$\left. + R_0 \exp\left(-\frac{2\Delta t}{\tau}\right) - 2R_X \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau}\right) + R_X \exp\left(-\frac{2\Delta t}{\tau}\right) \right\} - 2R_0 \left. \right). \quad (4)$$

Анализ (4) показывает, что погрешность зависит от следующих соотношений: между образцовым интервалом времени  $\Delta t$  и постоянной времени измерительной цепи  $\tau$ ; между сопротивлениями  $R_X$  и  $R_0$ ; между сопротивлениями  $R_A$  и  $R_0$ ; между интервалом времени с момента начала переходного процесса в ИЦ до момента начала измерения  $t_1$  и постоянной времени  $\tau$ .

На Рисунке 2 приведены графики зависимости погрешности  $\delta_R$  от  $\Delta t/\tau$  и  $R_A/R_0$  при  $R_X/R_0=100$  и  $t_1/\tau=0,01$ .

Полученные результаты позволяют выбирать параметры ИЦ и измерительного процесса в зависимости от требуемого времени и точности измерений.

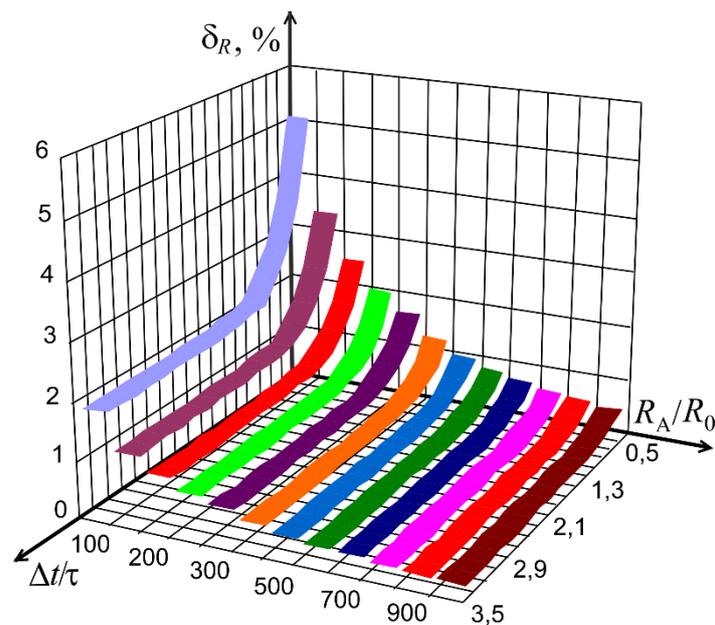


Рис.2. Зависимость  $\delta_R$  от  $\Delta t/\tau$  и  $R_A/R_0$

#### Список литературы

1. Melentiev V.S. Approximation methods of measuring the parameters of linear electric circuits // Measurement Techniques. - 2011. - Vol. 53, I. 10. - P. 1169-1173.
2. Мелентьев В.С., Батищев В.И. Аппроксимационные методы и средства измерения и контроля параметров двухполюсных электрических цепей. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 200 с.
3. Мелентьев В.С., Евстифеева Т.С., Левина К.Д. Метод раздельного определения параметров емкостных датчиков // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. - 2013. - № 1 (37). - С. 53-57.
4. Мелентьев В.С., Батищев В.И., Евстифеева Т.С., Левина К.Д. Исследование метода и средства измерения параметров емкостных датчиков перемещения // Мехатроника, Автоматизация, Управление. - 2014. - №9. - С. 45 - 49.

5. Мелентьев В.С., Евстифеева Т.С., Левина К.Д. Оценка погрешности реализации метода раздельного определения параметров емкостных датчиков // Южно-Сибирский научный вестник. – 2014. - №2(6). – С. 29-31.

## **СЕКЦИЯ №15. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)**

### **АЛГОРИТМ РАСЧЕТА НАЧАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ И РАЗДЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ СОБСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Кондрашова Ю.Н., Газизова О.В., Митюшев А.А. Николаев А.А.**

ФГБОУ ВПО "МГТУ", РФ, г.Магнитогорск

Аварии, связанные с нарушением устойчивости параллельной работы в электрических системах, являются наиболее тяжёлыми, влекущими за собой расстройство электроснабжения больших районов и городов. Проблема устойчивости[1,2] наложила большой отпечаток на схемы коммутации, режимы работы и параметры оборудования и автоматики электрических систем.

На устойчивую параллельную работу станций непосредственное влияние оказывают также переходные процессы в узлах нагрузки, т. е. в приёмниках электроэнергии, включающих синхронные и асинхронные двигатели[3]. При проектировании и эксплуатации электроэнергетических установок потребителями вопросам режимов работы узлов нагрузок, как и вопросам устойчивости электрических систем должно уделяться большое внимание. Актуальной задачей является учёт явлений переходных процессов, в частности при коротких замыканиях как при параллельной, так и при раздельной работе[4,5,6,7,8,9].

Определение токов короткого замыкания (ТКЗ) в фиксированный момент времени в сложном замкнутой сети в точке ТКЗ является одним из наиболее распространенных видов технических расчетов, проводимых при проектировании и эксплуатации электроустановок. В более сложных задачах выполняются расчёты режимов ТКЗ, в которых определяется распределение токов в питающих элементах системы электроснабжения и остаточные напряжения во всех узлах схемы при ТКЗ в одном из них.

Даже для сравнительно простых схем электроснабжения расчеты токов ТКЗ получаются весьма трудоемкими, поэтому в [2] предусматривается возможность принятия ряда допущений, упрощающих расчеты. В частности, комплексные нагрузки[8,9] учитываются приближённо в виде эквивалентной комплексной нагрузки с эквивалентными параметрами (э.д.с. и сопротивлениями). Допускается не учитывать насыщение магнитных систем электрических машин и ток намагничивания трансформаторов и автотрансформаторов; сопротивление системы оценивают, исходя из параметров выключателей, установленных на узловой подстанции при отсутствии данных о токе короткого замыкания, приближённо учитывается затухание апериодической составляющей, если схема содержит несколько независимых контуров, а также пренебрегают влиянием активных сопротивлений различных элементов на амплитуду периодической составляющей тока ТКЗ, сдвигом по фазе э.д.с. различных синхронных машин и изменением их частоты вращения, если продолжительность ТКЗ не превышает 0,5 с. Принятие этих упрощений считается допустимым, так как они приводят к увеличению расчетных значений тока ТКЗ, а для большинства проектных и эксплуатационных задач, как правило, достаточно знать максимально возможные уровни токов ТКЗ. Однако поведение нагрузки при остаточных напряжениях в режиме ТКЗ для правильной оценки устойчивости работы систем электроснабжения должно быть выполнено более полно. Иначе невозможно правильно оценить влияние электромагнитных моментов нагрузок на баланс мощностей в ряде уравнений генераторов.

Более сложной задачей является расчет не токов ТКЗ в начальный момент его возникновения, а расчет режима короткого замыкания во времени с учетом действия регулирующих устройств и изменений нагрузки на валу, влияющих на устойчивость работы синхронных машин в системе электроснабжения[10].

В предлагаемом алгоритме (см. Рисунок 1) установившийся режим до короткого замыкания является исходным для переходного режима. Как было отмечено ранее, предварительный установившийся режим считается для определения модулей и фаз э.д.с. генераторов. Схема системы электроснабжения эквивалентруется и задается своими эквивалентными параметрами, после чего задается местоположение точки

короткого замыкания, и она представляется балансирующим узлом с  $Z_{к.з.}=0$  и ЭДС  $E = 0+j0$ .

Дальнейшие расчеты проводятся при изменившихся условиях связи с энергосистемой. При этом определяется действительное значение периодической составляющей тока при параллельной или раздельной работе.

Расчет режима короткого замыкания основан на методе последовательного эквивалентирования по алгоритму расчета, аналогичному расчету установившегося режима. В результате одного цикла свертывания–развертывания схемы определяются комплексные значения периодической составляющей токов в точке ТКЗ и во всех элементах разомкнутых сетей, а также комплексы остаточных напряжений во всех узлах сети [2].

В дальнейшем производится корректировка активных и реактивных мощностей нагрузок в соответствии с динамическими характеристиками для различных типов приемников и комплексной нагрузки узлов, в соответствии с остаточными напряжениями. Динамические характеристики строятся для следующих характерных групп электроприемников: высоковольтной синхронной и асинхронной нагрузки, тиристорного электропривода, низковольтной цеховой нагрузки, которые задаются зависимостями активной и реактивной мощности от напряжения [8].

В разработке эксплуатационных режимов систем электроснабжения крупных промышленных предприятий особое место занимает расчёт переходных режимов при коротких замыканиях, качаниях синхронных машин, толчкообразных изменениях нагрузки, резких изменениях частоты и напряжения[11]. Результаты расчёта позволяют оценить динамическую устойчивость узлов нагрузки предприятия, выявить предельное время отключения короткого замыкания, анализировать работу устройств релейной защиты и автоматики[10], проверить коммутационное оборудование по стойкости к токам короткого замыкания и по отключающей способности и оценить надежность системы электроснабжения[12,13,14]. Как правило, такие расчёты производятся с большим количеством допущений, необходимых лишь для облегчения ручного счёта. К таким допущениям относятся: замещение генераторов, удаленных от точки короткого замыкания неизменной по величине переходной э.д.с. за переходным сопротивлением; для узлов нагрузки, удаленных от места короткого замыкания, допустимо представлять нагрузку постоянной мощностью в тех узлах, в которых снижение напряжения в переходном режиме не превышает 5-10 % – постоянным сопротивлением.



Рис.1. Блок-схема расчета начальных значений токов короткого замыкания и остаточных напряжений при параллельной работе

В то же время современные тенденции развития энергохозяйства крупных предприятий ведут, с одной стороны, к увеличению числа и мощности собственных электростанций предприятия, а с другой стороны, – к большой вероятности выхода на раздельную работу всей системы электроснабжения предприятия или отдельных её узлов. Это приводит к существенному усложнению расчётов переходных режимов, причём пренебрежение влиянием

синхронных и асинхронных двигателей вызывает значительное искажение результатов. Качания синхронных двигателей при коротких замыканиях оказывают значительное влияние, как на отдельные генераторы, так и на режимы системы электроснабжения в целом.

Исходными данными для расчета переходного режима являются результаты расчета предварительного установившегося режима. В результате расчета определяются значения электромагнитной мощности электрических машин, токов и напряжений предшествующего короткому замыканию, которые применяются в дальнейшем расчете. По значениям комплексных величин токов определяются э.д.с. в продольной и поперечной оси.

Величины напряжений определяют характер взаимодействия между отдельными машинами в переходном процессе. В момент отключения короткого замыкания мощность на валу генераторов изменяется и определяются приращения углов и скоростей на первом интервале. Дальнейший расчет ведется согласно блок-схеме (Рисунок 1).

В Табл.1 представлены результаты определения начальных значений токов трехфазного короткого замыкания и остаточных напряжений с учетом и без учета динамических характеристик на шинах ЦЭС РУ 10 кВ, 4 секция.

Таблица 1

Для ЦЭС, 4 сек. 10 кВ		РУ 10 кВ, 1 сек.	РУ 10кВ, 2 сек.	ЦРУ 1 сек.	РУ 110 кВ
	Ипо, кА	Uост,кВ	Uост,кВ	Uост,кВ	Uост,кВ
без учета динамических характеристик	58,26	10,37	10,16	3,05	112,07
с учетом динамических характеристик	57,78	10,37	10,17	3,05	112,08

В Табл.2 представлены результаты определения начальных значений токов трехфазного короткого замыкания и остаточных напряжений с учетом и без учета динамических характеристик на шинах ЦЭС РУ 10 кВ, 3 секция.

Таблица 2

Для ЦЭС, 3 сек. 10 кВ		РУ 10 кВ, 1 сек.	РУ 10кВ, 2 сек.	ЦРУ 1сек.	РУ 110 кВ
	Ипо, кА	Uост,кВ	Uост,кВ	Uост,кВ	Uост,кВ
без учета динамических характеристик	50,55	10,42	10,24	3,07	112,56
с учетом динамических характеристик	50,08	10,42	10,24	3,07	112,57

В зависимости от места расположения точки короткого замыкания при определении остаточных напряжений и начальных токов трехфазного короткого замыкания видно, что на шинах ЦРУ 3 секции значения начальных токов с учетом и без учета динамических характеристик различаются на 0,33 кА; на шинах ЦРУ РУ ТГ5 на 0,05 кА; на шинах ЦРУ РУ ТГ7 на 0,04 кА; на шинах ЦЭС РУ 10 кВ, 4 секции на 0,48 кА; на шинах ЦЭС РУ 10 кВ, 3 секции на 0,47 кА, а остаточные напряжения практически одинаковы. Это обусловлено тем, что на ЦЭС двигатели близко расположены друг к другу.

Разработана методика определения начальных значений токов ТКЗ и остаточных напряжений при параллельной работе. В зависимости от места расположения точки короткого замыкания при определении остаточных напряжений и начальных токов трехфазного короткого замыкания видно, что на шинах ЦРУ 3 секции значения начальных токов с учетом и без учета динамических характеристик различаются на 0,33 кА; на шинах ЦРУ РУ ТГ5 на 0,05 кА; на шинах ЦРУ РУ ТГ7 на 0,04 кА; на шинах ЦЭС РУ 10 кВ, 4 секции на 0,48 кА; на шинах ЦЭС РУ 10 кВ, 3 секции на 0,47 кА, а остаточные напряжения практически одинаковы. Это обусловлено тем, что динамические характеристики позволяют учитывать режимы работы промышленной нагрузки до её отключения.

#### Список литературы

1. Ротанова Ю.Н. Представление машин переменного тока в расчетах динамической устойчивости систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями /Б.И. Заславец, В.А.

- Игуменцев, А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова. //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2008. – №1 (111). – С. 3-8.
2. Ротанова, Ю.Н. Повышение устойчивости системы электроснабжения промышленного предприятия с собственными электростанциями при коротких замыканиях / Ю.Н. Ротанова: дис. на соиск. ст. канд. техн.наук: 05.09.03. // МГТУ – Магнитогорск: 2008. – 174 с.
  3. Ротанова Ю.Н. Влияние высоковольтных двигателей собственных нужд на надежность системы электроснабжения собственных нужд ТЭЦ ОАО «ММК» [Текст] / Малафеев А.В., Карандаева О.И., Ротанова Ю.Н., Буланова О.В. // Электротехнические системы и комплексы. – 2009. – № 17. – С. 96-104.
  4. Ротанова Ю.Н. Исследование сходимости метода расчета установившихся режимов систем электроснабжения при работе раздельно с энергосистемой/ О.В. Буланова, В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, Ю.Н. Ротанова // Электротехнические системы и комплексы. – 2005. – № 10. – С. 129.
  5. Ротанова Ю.Н. Определение асинхронной мощности синхронных генераторов в расчетах электромеханических переходных процессов при несимметричных режимах [Текст] / Буланова, О.В., Малафеев А.В., Николаев Н.А., Ротанова Ю.Н., Панова, Е.А. // Электрика. – 2010. – № 8. – С. 24-26.
  6. Газизова, О.В. Исследование эффективности работы делительной автоматики в системе электроснабжения промышленного предприятия черной металлургии [Текст] / Газизова О.В., Малафеев А.В., Тарасов В.М., Извольский М.А. // Промышленная энергетика. – 2012. – № 10. – С. 12-17.
  7. Ротанова Ю.Н. Анализ переходных процессов в системах электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями в режимах выхода на раздельную работу после короткого замыкания [Текст] /Заславец Б.И., Игуменцев В.А., Николаев Н.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. // Изв. вузов Электромеханика. – 2009. №1. – С. 60 - 65.
  8. Ротанова Ю.Н. Расчет динамических характеристик синхронных и асинхронных двигателей промышленных предприятий с целью анализа устойчивости систем электроснабжения [Текст] / Игуменцев В.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2006. – № 2. – С. 71-75.
  9. Ротанова Ю.Н. Исследование динамической устойчивости систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями при отделении от энергосистемы в результате короткого замыкания [Текст] / А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2008. – № 17 (117). – С. 72-74.
  10. Буланова О.В. Анализ режимов несимметричных коротких замыканий в сложных системах электроснабжения с собственными электростанциями [Текст] / Малафеев А.В., Буланова О.В., Панова Е.А., Григорьева М.В. // Промышленная энергетика. – 2010. – № 3. – С. 26-31.
  11. Буланова, О.В. Управление режимами промышленных электростанций при выходе на раздельную работу/ О.В. Буланова: дис. на соиск. ст. канд. техн.наук: 05.09.03. // МГТУ – Магнитогорск: 2007. – 175 с.
  12. Карандаев, А.С. Анализ надежности оборудования тепловой электростанции при внедрении преобразователей частоты [Текст] / Карандаев А.С., Корнилов Г.П., Карандаева О.И., Ротанова Ю.Н., Ровнейко В.В., Галлямов Р.Р. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2009. – № 34 (167). – С. 16-22.
  13. Ротанова Ю.Н. Методика прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования при эксплуатации [Текст] / Одинцов К.Э., Ротанова Ю.Н., Карандаева О.И., Мостовой С.Е., Шилиев П.В. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2010. – № 3-1. – С. 192-198.
  14. Храмшин, В.Р. Анализ интенсивности отказов частотно-регулируемых электроприводов районных тепловых станций при нарушениях электроснабжения [Текст] / Храмшин В.Р., Одинцов К.Э., Губайдуллин А.Р., Карандаева О.И., Кондрашова Ю.Н. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2014. – Т. 14. № 2. – С. 68-79.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ВЫХОДЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С НАГРУЗКОЙ НА РАЗДЕЛЬНУЮ С ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ РАБОТУ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РЕСИНХРОНИЗАЦИЕЙ

Сагадатов Т.Р., Газизова О.В., Малафеев А.В., Кондрашова Ю.Н.

ФГБОУ ВПО "МГТУ", РФ, г.Магнитогорск

Развитие промышленных объектов распределенной генерации в наши дни неизбежно приводит к усложнению систем электроснабжения промышленных предприятий и в аварийных ситуациях, таких как короткое замыкание на шинах с энергосистемой или снижение частоты, не исключает выхода собственной электростанции и нагрузки на раздельную с энергосистемой работу.

Через определенное время, например время несинхронного автоматического повторного включения, электростанция вновь подключается к энергосистеме и восстанавливается нормальная параллельная работа. В таких ситуациях с целью анализа возможного аварийного исхода необходимо прогнозирование длительных электромеханических переходных процессов, протекающих в машинах переменного тока, вышедших на раздельную с энергосистемой работу. Существует большое количество работ, посвященных исследованию электромеханических переходных процессов в машинах переменного тока [5]. Работы [1], [3], [4] посвящены исследованию режимам выхода электростанции с нагрузкой на раздельную с энергосистемой работу, а работы [7], [12], [14] выходу узла на раздельную с энергосистемой работу в результате трехфазного короткого замыкания и последующей ресинхронизации.

Анализ упомянутых переходных режимов не возможен без составления соответствующих математических моделей элементов сети, алгоритма расчета переходного электромеханического режима выхода на раздельную работу и соответствующего программного обеспечения.

С целью расчета таких режимов на кафедре ЭПП Магнитогорского государственного технического университета создано программное обеспечение КАТРАН 9.0, позволяющее исследовать упомянутые режимы.

Как упоминалось ранее, выход на раздельную работу промышленной электростанции происходит с нагрузкой, преимущественно двигательной. Существенную часть выделенной для подобных режимов нагрузки составляют собственные нужды, в состав которых входят синхронные и асинхронные двигатели преимущественно с вентиляторным моментом сопротивления на валу. Особенности работы таких двигателей с учетом надежности изложены в трудах [9], [13], [15]. Причем мощность синхронных двигателей в таких условиях может быть весьма существенна и соизмерима с мощностью промышленных генераторов. Поэтому одной из задач для выполнения расчетов электромеханических переходных режимов является математическое моделирование синхронных двигателей.

В качестве метода расчета переходных электромеханических процессов был выбран метод последовательных интервалов в сочетании с модифицированным методом последовательного эквивалентирования для расчета промежуточных установившихся режимов. Применение такого сочетания методов позволяет исследовать результирующую устойчивость машин переменного тока с учетом действия автоматических систем регулирования и действия релейной защиты и автоматики в симметричных и не симметричных режимах [2]. [10].

В разработанном алгоритме математическое моделирование синхронных двигателей велось с учетом паспортных данных двигателя, действия автоматического регулирования возбуждения, момента сопротивления на валу [6], [8]. В расчет каждого промежуточного режима двигатель вводится сверхпереходной (переходной) ЭДС за сверхпереходным (переходным) индуктивным сопротивлением. При расчете исходного режима для синхронного двигателя определяются исходные сверхпереходные (переходные) ЭДС и угол ротора  $\delta$ . В ходе расчета переходного электромеханического процесса эти величины корректируются: угол ротора изменяется в соответствии с полученным на каждом шаге расчета небалансов мощностей, а сверхпереходная ЭДС – в соответствии с изменением тока обмотки возбуждения в результате действия регуляторов возбуждения и током обмотки статора, определяемом на каждом шаге расчета из полученного потокораспределения мощностей.

Исследования режимов проводились на примере промышленной электростанции, система электроснабжения которой приведена на Рисунке 1.



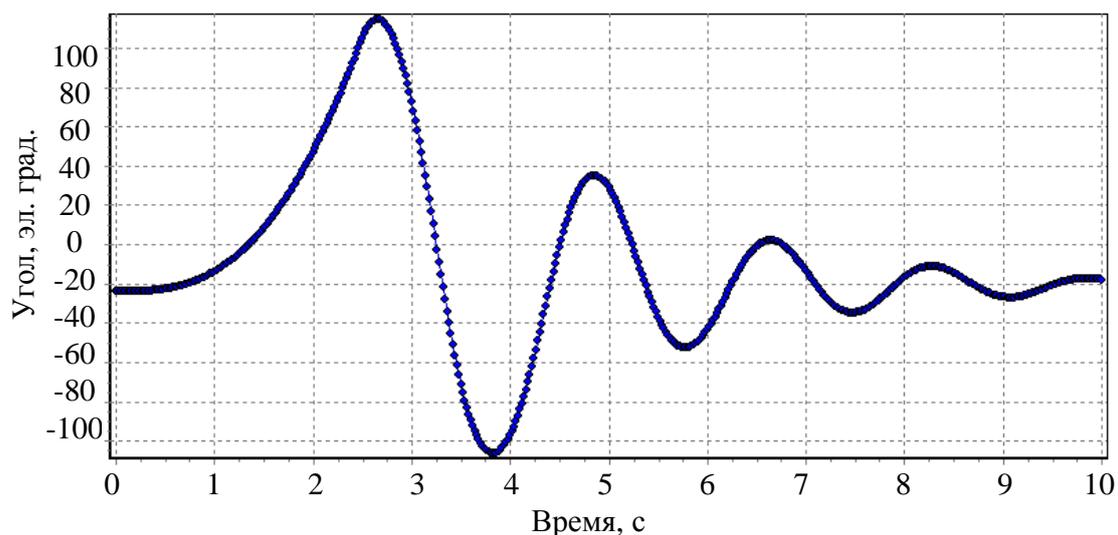


Рис.2. Изменение собственного угла ротора двигателя во времени

На Рисунке 3 показано изменение во времени взаимного угла ротора двигателя относительно вектора ЭДС синхронного генератора G1. Очевидно, после одного проворота при раздельной работе устойчивость восстанавливается.

Таким образом, разработанный программный комплекс КАТРАН 9.0 позволяет исследовать режимы выхода электростанции на раздельную работу с последующей ресинхронизацией, подробно анализировать результирующую устойчивость синхронных двигателей в исследуемом режиме и при необходимости разрабатывать мероприятия по повышению устойчивости промышленной двигательной нагрузки в режимах выхода на раздельную работу.

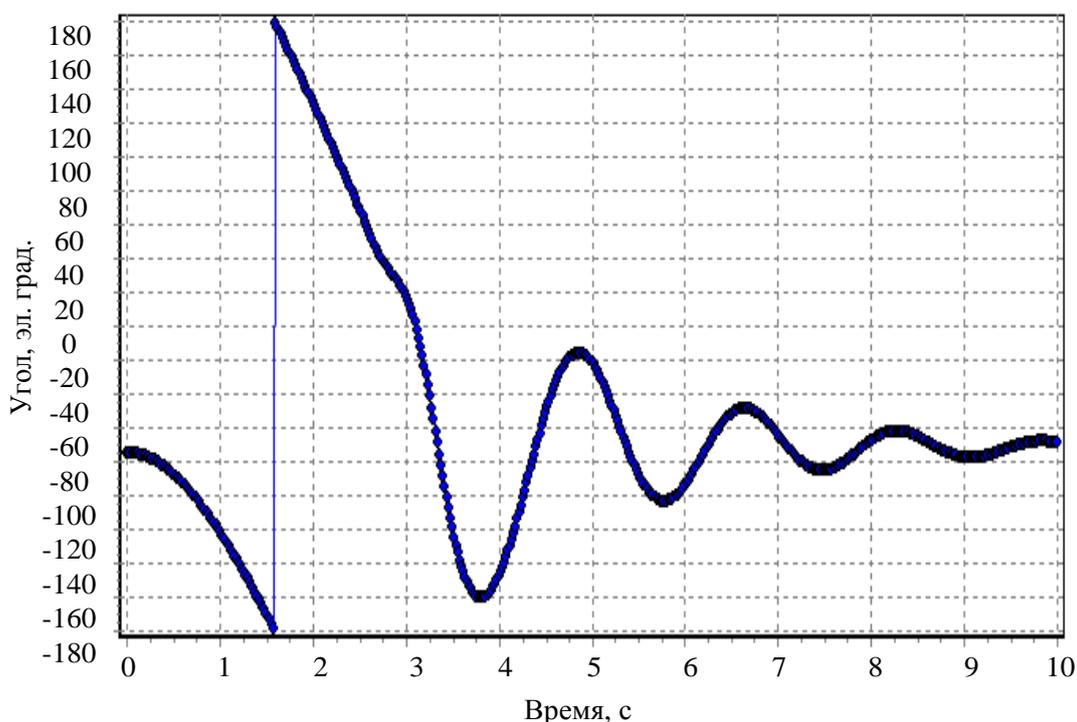


Рис.3. Изменение взаимного угла ротора двигателя во времени

Разработанное программное обеспечение может быть использовано в качестве советчика диспетчера оперативно-диспетчерским персоналом электростанций, а также для анализа аварийных режимов электротехническими лабораториями крупных промышленных предприятий, имеющих собственные источники генерации электрической энергии.

### Список литературы

1. Буланова, О.В. Исследование сходимости метода расчета установившихся режимов систем электроснабжения при работе отдельно с энергосистемой/ О.В. Буланова, В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, Ю.Н. Ротанова // Электротехнические системы и комплексы. – 2005. – № 10. – С. 129.
2. Буланова, О.В. Определение асинхронной мощности синхронных генераторов в расчетах электромеханических переходных процессов при несимметричных режимах [Текст] / Буланова, О.В., Малафеев А.В., Николаев Н.А., Ротанова Ю.Н., Панова, Е.А. // Электрика. – 2010. – № 8. – С. 24-26.
3. Буланова, О.В. Управление режимами промышленных электростанций при выходе на отдельную работу/ О.В. Буланова: дис. на соиск. ст. канд. техн. наук: 05.09.03. // МГТУ – Магнитогорск: 2007. – 175 с.
4. Газизова, О.В. Исследование эффективности работы делительной автоматики в системе электроснабжения промышленного предприятия черной металлургии [Текст] / Газизова О.В., Малафеев А.В., Тарасов В.М., Извольский М.А. // Промышленная энергетика. – 2012. – № 10. – С. 12-17.
5. Жданов, П.С. Вопросы устойчивости энергетических систем / П.С. Жданов; под ред. Л.А. Жукова. – М.: Энергия, 1979. – 456 с.
6. Заславец, Б.И. Представление машин переменного тока в расчетах динамической устойчивости систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями /Б.И. Заславец, В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова. //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2008. – №1 (111). – С. 3-8.
7. Заславец, Б.И. Анализ переходных процессов в системах электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями в режимах выхода на отдельную работу после короткого замыкания [Текст] / Заславец Б.И., Игуменцев В.А., Николаев Н.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. // Изв. вузов Электромеханика. – 2009. – №1. – С. 60 - 65.
8. Игуменцев, В.А. Расчет динамических характеристик синхронных и асинхронных двигателей промышленных предприятий с целью анализа устойчивости систем электроснабжения [Текст] / Игуменцев В.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2006. – № 2. – С. 71-75.
9. Карандаев, А.С. Анализ надежности оборудования тепловой электростанции при внедрении преобразователей частоты [Текст] / Карандаев А.С., Корнилов Г.П., Карандаева О.И., Ротанова Ю.Н., Ровнейко В.В., Галлямов Р.Р. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2009. – № 34 (167). – С. 16-22.
10. Малафеев, А.В. Анализ режимов несимметричных коротких замыканий в сложных системах электроснабжения с собственными электростанциями [Текст] / Малафеев А.В., Буланова О.В., Панова Е.А., Григорьева М.В. // Промышленная энергетика. – 2010. – № 3. – С. 26-31.
11. Малафеев, А.В. Влияние высоковольтных двигателей собственных нужд на надежность системы электроснабжения собственных нужд ТЭЦ ОАО «ММК» [Текст] / Малафеев А.В., Карандаева О.И., Ротанова Ю.Н., Буланова О.В. // Электротехнические системы и комплексы. – 2009. – № 17. – С. 96-104.
12. Малафеев, А.В. Исследование динамической устойчивости систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями при отделении от энергосистемы в результате короткого замыкания [Текст] / А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2008. – № 17 (117). – С. 72-74.
13. Одинцов, К.Э. Методика прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования при эксплуатации [Текст] / Одинцов К.Э., Ротанова Ю.Н., Карандаева О.И., Мостовой С.Е., Шияев П.В. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2010. – № 3-1. – С. 192-198.
14. Ротанова, Ю.Н. Повышение устойчивости системы электроснабжения промышленного предприятия с собственными электростанциями при коротких замыканиях / Ю.Н. Ротанова: дис. на соиск. ст. канд. техн. наук: 05.09.03. // МГТУ – Магнитогорск: 2008. – 174 с.
15. Храмшин, В.Р. Анализ интенсивности отказов частотно-регулируемых электроприводов районных тепловых станций при нарушениях электроснабжения [Текст] / Храмшин В.Р., Одинцов К.Э., Губайдуллин А.Р., Карандаева О.И., Кондрашова Ю.Н. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2014. – Т. 14. № 2. – С. 68-79.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПИТАЮЩИХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УЗЛА

Газизова О.В., Абдулхаликова А.А., Дубина И.А.

ФГБОУ ВПО "МГТУ", РФ, г.Магнитогорск

Развитие промышленных объектов распределенной генерации в наши дни приводит к усложнению возможных эксплуатационных режимов промышленных систем электроснабжения и необходимости анализа устойчивости машин переменного тока. Вопросам устойчивости систем электроснабжения промышленных предприятий посвящено большое число работ, в том числе научного коллектива кафедры ЭПП Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. Так, исследованию статической устойчивости синхронных генераторов и двигательной нагрузки посвящены работы [3], [5]. Анализ динамической устойчивости в симметричных и несимметричных режимах осуществляется в трудах [4], [7], [8], [10], [12]. Исследования режимов симметричных коротких замыканий в промышленных сетях посвящена работа [14]. Анализ надежной работы двигателей собственных нужд промышленных электростанций представлен в [9], [11], [13], [15]. Подробно рассматриваются режимы выхода промышленной электростанции на отдельную энергосистему работу [6].

В таких условиях интерес представляет анализ статической устойчивости питающих линий промышленного энергоузла. Как известно, питающие сети 110 и 220 кВ имеют преимущественно замкнутую конфигурацию и для анализа установившихся режимов необходимо использовать метода расчета, одновременно позволяющие рассчитывать режимы сложносвязанных сетей и учитывать распределенность параметров схемы замещения ЛЭП. В данной работе была исследована статическая устойчивость ЛЭП с помощью различных методов с целью анализа их применимости.

Статическая устойчивость оценивается коэффициентом запаса устойчивости по активной мощности, и вычисляется по формуле:

$$k_3 = \frac{P_{np} - P_{факт}}{P_{факт}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $P_{np}$  - предельная передаваемая мощность,  $P_{факт}$  - фактическая мощность.

В зависимости от конкретных условий в качестве контролируемых параметров могут быть приняты значения углов между напряжениями по концам ЛЭП. Устойчивость нормируется минимальными коэффициентами запаса по активной мощности. Должно быть обеспечено отсутствие самораскачивания, а если оно проявляется, то должны приниматься меры по его устранению. Устойчивость сохраняется при  $k_3 \geq 20\%$  в нормальном режиме и при  $k_3 \geq 10\%$  в аварийном режиме работы. При исследовании пропускной способности протяженных высоковольтных линий появляется необходимость учета распределенности параметров схемы замещения. Одновременно встает вопрос о длинах и напряжениях линий, которые могут быть исследованы упрощено, без учета распределенности. С целью учета распределенности параметров протяженные высоковольтные ЛЭП представляются в виде четырехполюсника, у которого входными и выходными параметрами являются ток и напряжение в начале и конце линии. Связь между параметрами начала и конца линии четырехполюсника описывается уравнениями согласно [1].

Произведем расчет статической устойчивости с помощью известных методов расчета протяженных линий. Рассмотрим воздушную линию напряжение 500 кВ, с проводом ЗхАС-330, с параметрами

$$r_0 = 0,029 \text{ Ом/км}, \quad x_0 = 0,308 \text{ Ом/км}, \quad g_0 = 3,2 \cdot 10^{-8} \text{ См/км}, \quad b_0 = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}, \\ L = 272 \text{ км}.$$

Рассчитаем параметры режима линии при помощи теории четырехполюсников. Сначала определяем характеристическое сопротивление:

$$|Z_C| = \sqrt{\frac{Z_0}{Y_0}} = 293,139 \text{ Ом}.$$

Ток в конце линии находится как  $I_2 = \frac{U_1}{|Z_C|} = 1,706 \text{ кА}$ .

Далее определяем коэффициенты фазы и затухания:

$$\beta = \sqrt{x_0 \cdot b_0} = 1,053 \cdot 10^{-3} \text{ рад./км}, \quad \alpha = \frac{r_0 \cdot b_0}{2\beta_0} = 0,049 \cdot 10^{-3} \text{ рад./км},$$

Это составит с учетом длины соответственно 0,285 и 0,0133 рад.

Постоянная передачи при этом составляет:

$$ch\gamma = ch(0,0133) \cdot \cos(0,285) + jsh(0,0133) \cdot \sin(0,285) = 0,96 + j0,004;$$

$$sh\gamma = sh(0,0133) \cdot \cos(0,285) + jch(0,0133) \cdot \sin(0,285) = 0,013 + j0,281.$$

С учетом уравнений четырехполюсника ток и напряжение в начале линии:  $U_1 = 485,8 + j140,5 \text{ В}$ ,

$$|U_1| = 506 \text{ кВ}, \quad I_1 = 1483 + j459,8 \text{ А}, \quad |I_1| = 1,729 \text{ кА}.$$

Коэффициент запаса статической устойчивости линии электропередачи определяется согласно Методическим указаниям по устойчивости энергосистем (Приказ Минэнерго России от 30.06.2003 №277). В качестве нагрузочных токов линий были приняты длительно допустимые токи. Предельная и фактическая мощности определялись следующим образом:

$$P_{np} = \frac{U_1 \cdot U_2}{|Z_C| \cdot \sin \beta} = 3032 \text{ МВт}, \quad P_{факт} = \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_{дл.доп.} \cdot \cos \varphi = 512,4 \text{ МВт}.$$

Коэффициент запаса статической устойчивости составит 494 %. Данная линия обладает достаточным запасом статической устойчивости.

Для сравнения был проведен еще один расчет согласно [2]. В данном случае нахождение параметров линии возможно путем нахождения обобщенных коэффициентов пропорциональности между токами и напряжениями по обоим концам линии. При исследовании линии обобщенные параметры выразим через проводимости, для этого представим четырехполюсник в матричной форме, согласно [2]:

$$\begin{pmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Расчеты произведем для рассмотренной ранее ЛЭП. Из выше приведенного расчета известны напряжения  $U_1 = 506 \text{ кВ}$  и  $U_2 = 500 \text{ кВ}$ . Величины собственных и взаимных проводимостей определяется:

$$Y_{11} = \frac{1}{|Z_C|} \coth(\gamma L) = 0,001 - j0,012, \quad Y_{22} = Y_{11},$$

$$Y_{12} = -\frac{1}{|Z_C|} \operatorname{csc} h(\gamma L) = -0,001 + j0,012, \quad Y_{12} = Y_{21}.$$

Полная мощность в начале линии:

$$S_1 = Y_{11} U_1^2 + Y_{12} U_2 U_1 \cos \delta - j Y_{12} U_2 U_1 \sin \delta.$$

$$S_1 = -((-0,001 + j0,012) \cdot 506 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot \sin \delta) + ((-0,001 + j0,012) \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 506 \cdot 10^3 \cdot \cos \delta) +$$

$$+ ((0,001 - j0,012) \cdot (500 \cdot 10^3)^2),$$

где  $\delta$  - это угол между напряжением начала и конца линии.

В результате получаем зависимость, приведенную на Рисунке 1.

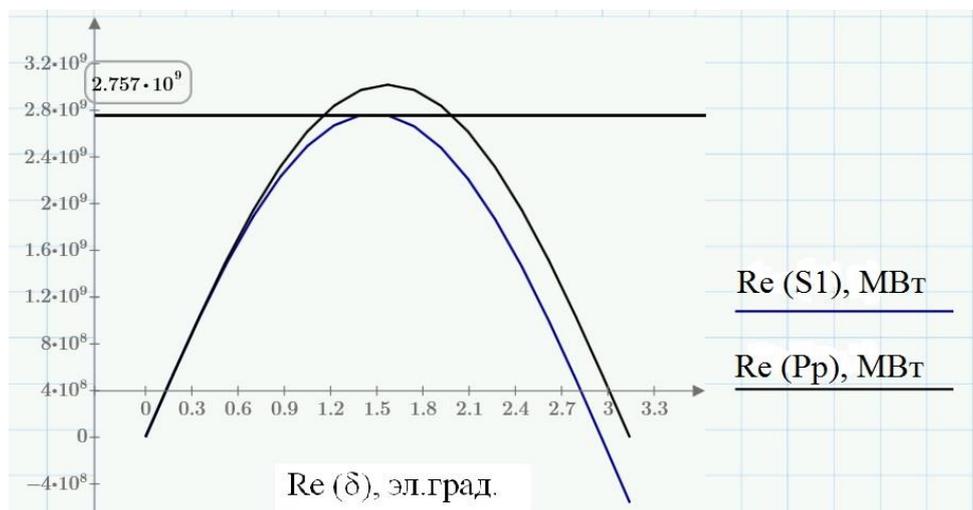


Рис.1. График зависимости мощности от угла

По графику определяем предельные активные мощности, которые может передать линия из начала в конец и наоборот. Фактическая мощность линии определена в предыдущем расчете. Коэффициент запаса статической устойчивости составил 438 %. Как видим, по данному расчету коэффициент запаса статической устойчивости мало отличается от полученного ранее.

При расчете режимов при помощи схемы замещения с сосредоточенными параметрами с П – образной схемой замещения если принять напряжение в конце линии 500 кВ, то напряжение в начале составит 565 кВ, что не соответствует действительности. Как видим, при таком подходе появляется большая погрешность и расчет вести далее не имеет смысла.

Как показали расчеты, распределенность необходимо учитывать даже при длине ЛЭП в несколько десятков километров.

Таким образом, изложенные методы расчета режимов, учитывающие распределенность параметров схемы замещения протяженной ЛЭП, в равной степени подходят для определения статической устойчивости питающих протяженных ЛЭП высоких напряжений. Однако, при исследовании протяженных ЛЭП, входящих в состав сетей сложной конфигурации возникает ряд сложностей при определении параметров режима, поскольку входящими данными являются напряжения, поддерживаемые по концам линии. Поэтому необходима разработка методов расчета установившихся режимов сложносамкнутых энергосистем, одновременно учитывающих распределенность параметров элементов сети. Это позволит исследовать протяженные сложносамкнутые сети на промышленной частоте тока, а также сложносамкнутые сети меньшей протяженности, но более высоких частот, что актуально для развитых систем электроснабжения промышленных предприятий, нагруженных высшими гармониками. Полученное поточкораспределение позволит оценивать эффективность использования оборудования и устойчивость работы сетей.

#### Список литературы

1. Ананичева, С.С. Передача электроэнергии на дальние расстояния [Текст]: учебное пособие / С.С. Ананичева, П.И. Бартоломей, А.Л. Мызин. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ. – 1993. – 80с.
2. Беляков, Ю.С. Распределенные параметры в расчетах режимов электрических систем [Текст]/ Беляков Ю.С. – М.: НТФ "Энергопрогресс". – 2011. – 96 с.
3. Буланова, О.В. Исследование сходимости метода расчета установившихся режимов систем электроснабжения при работе раздельно с энергосистемой/ О.В. Буланова, В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, Ю.Н. Ротанова // Электротехнические системы и комплексы. – 2005. – № 10. – С. 129.
4. Буланова, О.В. Определение асинхронной мощности синхронных генераторов в расчетах электромеханических переходных процессов при несимметричных режимах [Текст] / Буланова, О.В., Малафеев А.В., Николаев Н.А., Ротанова Ю.Н., Панова, Е.А. // Электрика. – 2010. – № 8. – С. 24-26.
5. Буланова, О.В. Управление режимами промышленных электростанций при выходе на раздельную работу/ О.В. Буланова: дис. на соиск. ст. канд. техн.наук: 05.09.03. // МГТУ – Магнитогорск: 2007. – 175 с.
6. Газизова, О.В. Исследование эффективности работы делительной автоматики в системе электроснабжения промышленного предприятия черной металлургии [Текст] / Газизова О.В., Малафеев А.В., Тарасов В.М., Извольский М.А. // Промышленная энергетика. – 2012. – № 10. – С. 12-17.

7. Заславец, Б.И. Анализ переходных процессов в системах электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями в режимах выхода на раздельную работу после короткого замыкания [Текст] /Заславец Б.И., Игуменцев В.А., Николаев Н.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. // Изв. вузов Электромеханика. – 2009. – №1. – С. 60 - 65.
8. Игуменцев, В.А. Расчет динамических характеристик синхронных и асинхронных двигателей промышленных предприятий с целью анализа устойчивости систем электроснабжения [Текст] / Игуменцев В.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2006. – № 2. – С. 71-75.
9. Карандаев, А.С. Анализ надежности оборудования тепловой электростанции при внедрении преобразователей частоты [Текст] / Карандаев А.С., Корнилов Г.П., Карандаева О.И., Ротанова Ю.Н., Ровнейко В.В., Галлямов Р.Р. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2009. – № 34 (167). – С. 16-22.
10. Малафеев, А.В. Анализ режимов несимметричных коротких замыканий в сложных системах электроснабжения с собственными электростанциями [Текст] / Малафеев А.В., Буланова О.В., Панова Е.А., Григорьева М.В. // Промышленная энергетика. – 2010. – № 3. – С. 26-31.
11. Малафеев, А.В. Влияние высоковольтных двигателей собственных нужд на надежность системы электроснабжения собственных нужд ТЭЦ ОАО «ММК» [Текст] / Малафеев А.В., Карандаева О.И., Ротанова Ю.Н., Буланова О.В. // Электротехнические системы и комплексы. – 2009. – № 17. – С. 96-104.
12. Малафеев, А.В. Исследование динамической устойчивости систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями при отделении от энергосистемы в результате короткого замыкания [Текст] / А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2008. – № 17 (117). – С. 72-74.
13. Одинцов, К.Э. Методика прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования при эксплуатации [Текст] / Одинцов К.Э., Ротанова Ю.Н., Карандаева О.И., Мостовой С.Е., Шилиев П.В. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2010. – № 3-1. – С. 192-198.
14. Ротанова, Ю.Н. Повышение устойчивости системы электроснабжения промышленного предприятия с собственными электростанциями при коротких замыканиях / Ю.Н. Ротанова: дис. на соиск. ст. канд. техн. наук: 05.09.03. // МГТУ – Магнитогорск: 2008. – 174 с.
15. Храмшин, В.Р. Анализ интенсивности отказов частотно-регулируемых электроприводов районных тепловых станций при нарушениях электроснабжения [Текст] / Храмшин В.Р., Одинцов К.Э., Губайдуллин А.Р., Карандаева О.И., Кондрашова Ю.Н. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2014. – Т. 14. № 2. – С. 68-79.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ С ВЕКТОРНЫМ ПРИНЦИПОМ УПРАВЛЕНИЯ ВЫХОДНОЙ ЧАСТОТЫ И НАПРЯЖЕНИЯ

**Юшков И.С., Бобров М.А., Архипов А.Н.**

ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», г.Саранск

Аннотация: целью работы является разработка и исследование математической модели преобразователя частоты, который будет обеспечивать питание обмотки возбуждения асинхронизированного вентильного двигателя.

В ходе выполнения работы в среде моделирования matlab была разработана электрическая схема по регулированию частоты вращения электрического двигателя при его пуске. По данной электрической схеме был произведён расчет параметров.

Ключевые слова: асинхронизированный вентильный двигатель, преобразователь частоты, электродвигатель, инвертор напряжения.

В настоящее время в мире существуют различные виды электрических двигателей. Все они имеют ряд преимуществ и недостатков по отношению друг к другу. Самыми распространенными являются асинхронные и синхронные двигатели, но как у одних, так и у других имеется проблема с запуском при существенно большой нагрузке на вращательном элементе. При этом вращающий момент принимает значение меньше значения

момента сопротивления ( $M_{вр} > M_c$ ), а пусковой ток ( $I_n$ ) принимает относительно высокое значение. Данные показатели приводят к отказу работы электрического двигателя при его запуске.

В связи с этим возрастают требования к увеличению значения пускового момента, с помощью понижения пускового тока электрического двигателя при достаточно высокой нагрузке на вращательном элементе.

Эти требования удовлетворяет асинхронизированный вентильный двигатель (АВД)[1]. Структурная схема АВД представлена на Рисунке 1.

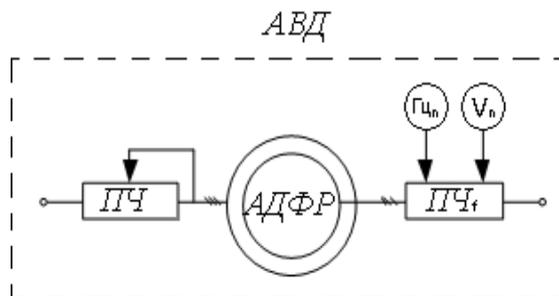


Рис.1. Структурная схема АВД

АВД представляет собой асинхронный двигатель с фазным ротором (АДФР) и двумя преобразователями частоты (ПЧ). Наличие двух ПЧ свидетельствует о наличии двойного питания с возможностью глубокой регулировки скорости, момента на валу двигателя при любых оборотах, с высокими энергетическими показателями, такими как  $\cos \phi$ , КПД, коэффициент гармоник [2]. Преобразователи частоты представляют собой зависимый инвертор напряжения (ЗИН) [3] и автономный инвертор напряжения (АИН).

В данной работе смоделирована модель автономного инвертора напряжения в среде MATLAB (Рисунок 2).

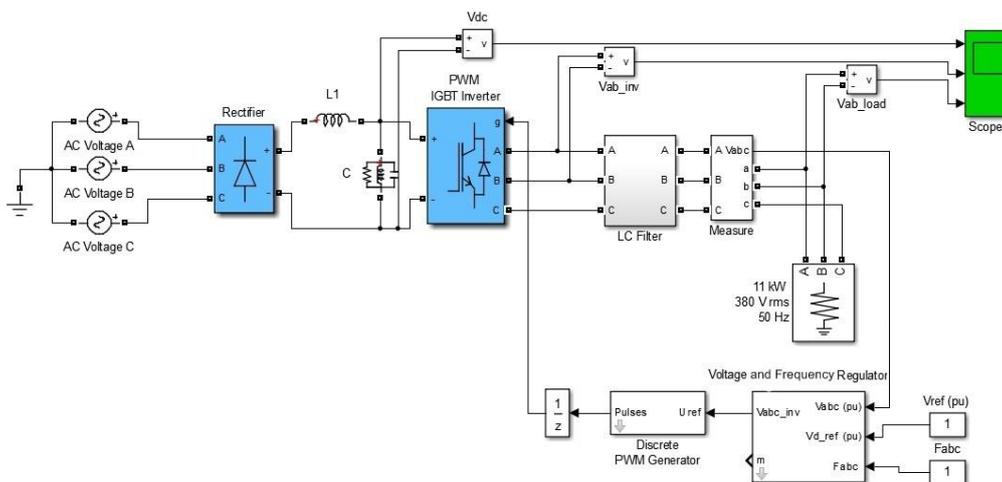


Рис.2. Математическая модель автономного инвертора напряжения, выполненная в среде моделирования MATLAB

Известны работы [4][5][6] в которых осуществляется моделирование АВД. Особенностью данной модели АИН является система векторного управления инвертора. В качестве силовых электронных ключей используются IGBT, включенные по трех фазной мостовой схеме инвертирования и питаются от трехфазного источника переменного напряжения. Ток с источника подается на трехфазную мостовую схему выпрямления, следом проходит через фильтр звена постоянного тока, тем самым сглаживается. IGBT инвертор имеет вход «g», на который подаются импульсы управления. Каждая фаза (A, B, C) выходного значения инвертора проходит через сглаживающий LC – фильтр, после чего, блок измерений (Measure) проводит измерения фазного напряжения в единицу (pu), тем самым, блок преобразует измеренные напряжения на основании максимального от номинального значения напряжения фаза-земля:

$$V_{abc}(pu) = \frac{V_{phase-to-ground}(V)}{V_{base}(V)},$$

где  $V_{phase-to-ground}(V)$  – максимальное значение напряжения фаза-земля;  $V_{base}$  – базовое значение напряжения.

Базовое значение напряжения находится по формуле:

$$V_{base} = \frac{V_{nom}(V_{rms})}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{2},$$

где  $V_{nom}$  – номинальное значение напряжения,  $V_{rms}$  – действующее значение напряжения.

С выхода  $V_{abc}$  на вход  $V_{abc}(pu)$  регулятора напряжения и частоты (Voltage and Frequency Regulator) подается измеренное напряжение. Блоки управления  $V_{ref}(pu)$  и  $F_{abc}$  служат для установки выбранного нами значения напряжения и частоты, тем самым обеспечивая возможность регулирования требуемыми параметрами. Блок регулятора включает в себя: синтезатор частот (DiscreteVirtual PLL), блок преобразования из трехфазной системы в двух фазную – Parke, Pi-регулятор (Рисунок 3).

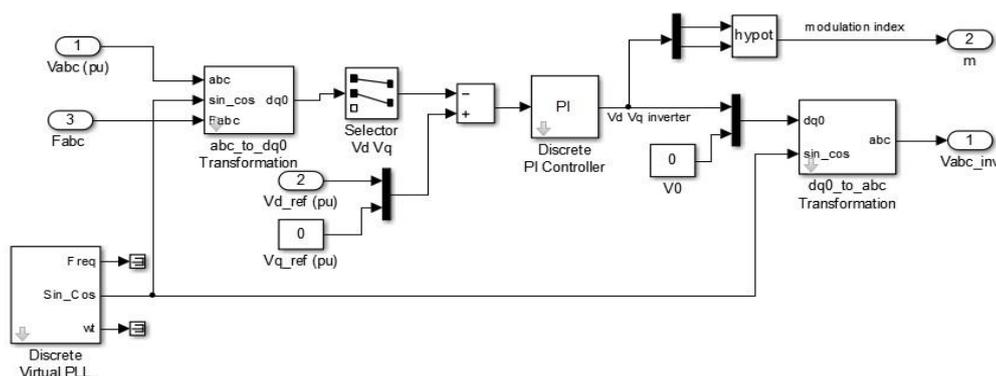


Рис.3. Внутренние компоненты блока регулирования (Voltage and Frequency Regulator)

Для преобразования трехфазной системы токов из abc в dq0, используя блок трансформации abc\_to\_dq0 Transformation. Для обратного преобразования применяется преобразовательный блок dq0\_to\_abc Transformation.

Работа данной математической модели автономного инвертора напряжения продемонстрирована на Рисунок 4.

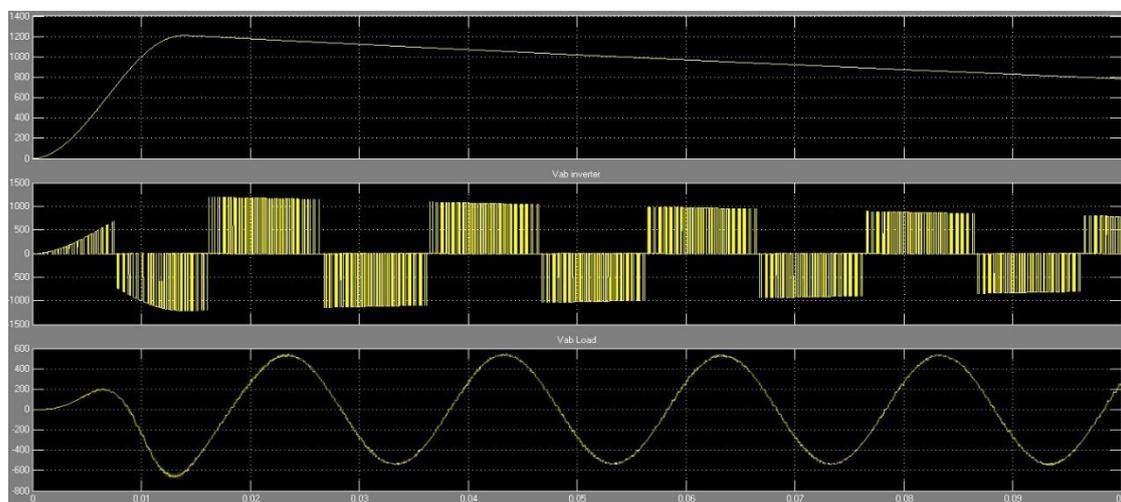


Рис.4. Диаграммы переходных процессов математической модели инвертора  
Напряжения

На первой диаграмме представлена кривая, характеризующая переходный процесс напряжения на трехфазной мостовой схеме выпрямления, которое проходит через фильтр звена постоянного тока. Вторая диаграмма характеризует разность потенциалов между фазами А и В электронных ключей модуля IGBT. Третья диаграмма отображает, форму, амплитуду и частоту выходного напряжения инвертора, подаваемого на обмотки возбуждения асинхронизированного вентильного двигателя.

Данная математическая модель автономного инвертора напряжения, благодаря использованию регулятора напряжения и частоты (Voltage and Frequency Regulator), обеспечивает питание обмотки возбуждения асинхронизированного вентильного двигателя, создавая тем самым вращающееся магнитное поле при

неподвижном роторе, что позволяет обеспечивать легкий и плавный пуск, тем самым повышает надежность и долговечность эксплуатации электродвигателя.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект №15-19-20057).

#### Список литературы

1. Гуляев И.В., Юшков И.С. Асинхронизированный вентильный двигатель с управлением по фазе тока. Saarbruecken, Germany, издатель LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH and Co. KG – 183с. ISBN: 978-3-8443-5731-8.
2. Гуляев И.В., Тутаев Г.М., Юшков И.С. Асинхронизированный вентильный двигатель, питаемый от инвертора напряжения. Электротехника. 2011г. № 02. – С. 20-23.
3. Пат. №2427069 Российская федерация МПК Н 02 Р 1/26, Н 02 Р 25/02, Н 02 Р 27/05 20.08.2011 г. Способ управления двигателем двойного питания и устройство для его осуществления / Гуляев И.В., Тутаев Г.М., Юшков И.С., заявитель и патентообладатель государственно образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» – № 2010124745/07; заявл. 16.06.2010; опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23 – 3 с
4. Гуляев И.В., Тутаев Г.М. Моделирование электромеханических процессов обобщенной электромеханической системы на основе асинхронизированного вентильного двигателя. Саранск, 2004. 108с.
5. Гуляев И.В. Бездатчиковое управление синхронным двигателем с постоянными магнитами / И.В. Гуляев, М.А. Бобров, И.С. Юшков и др. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 6. – С. 119-122.
6. Гуляев И.В. Векторное управление синхронным двигателем с постоянными магнитами / И.В. Гуляев, А.В. Волков, А.А. Попов и др. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 5. – С. 187-191.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКА СТАТОРА В СИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ БЕЗДАТЧИКОВЫХ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ

**Гуляев И.В., Бобров М.А., Юшков И.С., Архипов А.Н.**

ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», г.Саранск

Аннотация: в статье рассматривается способ определения потока статора синхронного двигателя с постоянными магнитами при бездатчиковом управлении. Приводится описание способа определения положения ротора.

Ключевые слова: синхронный двигатель с постоянными магнитами, ток, бездатчиковое управление, потокосцепление.

В настоящее время синхронные двигатели с постоянными магнитами (СДПМ) за счёт ряда существенных преимуществ находят широкое применение при построении систем электропривода (ЭП) переменного тока. Сравнение СДПМ с другими типами двигателей, структурные схемы и современные принципы векторного управления приводятся в [4][6].

Высокоточное определение положения и скорости ротора является основополагающим при векторном управлении электроприводом [8]. Наиболее распространённый способ определения скорости и положения ротора с помощью энкодера имеет ряд недостатков: чувствительность к механическим вибрациям, условиям эксплуатации и. т. д.

Высокая производительность современных микроконтроллеров позволяет программно реализовать и заменить достаточно сложные аппаратные узлы систем управления. Поэтому в настоящее время ведутся разработки и исследование бездатчиковых принципов управления ЭП. Этот принцип основан на измерении фазных напряжений и токов двигателя, посредством которых вычисляются скорость и положение ротора. Широкое применение нашли нелинейные наблюдатели со скользящим режимом работы, способные сводить к нулю динамическую ошибку оценки координаты за конечное время. Описание математической модели СДПМ при реализации бездатчикового управления начинается с уравнений потокосцепления статора во вращающейся системе координат (d и q) [2][5]:

$$\begin{pmatrix} \Psi_d \\ \Psi_q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_d & 0 \\ 0 & L_q \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} i_d \\ i_q \end{pmatrix} + \Psi_r \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Уравнение электромагнитного момента:

$$M_e = p_n [\Psi_r i_q + (L_d - L_q) i_d i_q] \quad (2)$$

Запишем уравнение (2):

$$M_e = p_n [\Psi_r + (L_d - L_q) i_d] i_q \quad (3)$$

где,

$\Psi_r$  – поток ротора;

$i_d, i_q, \Psi_d, \Psi_q, L_d, L_q$  – ток, потокосцепление и индуктивность обмоток статора в осях d и q;

$p_n$  – число пар полюсов двигателя.

Выражение в скобках  $(\Psi_r + (L_d - L_q) i_d)$  – действующий поток [1], вектор которого коллинеарный с вектором потока ротора. Уравнение действующего потока принимает вид:

$$\Psi_d = \Psi_r + (L_d - L_q) i_d \quad (4)$$

По конструктивному расположению магнитов на роторе СДПМ делятся на два типа (рис. 1) [3]. В первом случае магниты инкорпорированы, а в другом располагаются на поверхности ротора.

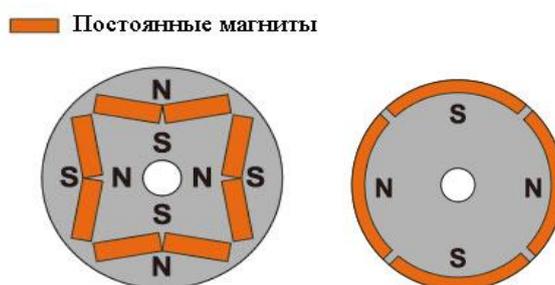


Рис. 1. Расположение магнитов на роторе СДПМ

Для синхронного двигателя с поверхностным расположением магнитов на роторе  $L_d = L_q$  уравнение (4) примет вид:

$$\Psi_d = \Psi_r;$$

Для синхронного двигателя с инкорпорированными магнитами  $L_d < L_q$ , а значит, действующий поток статора определяется уравнением (4).

Определив действующий поток, уравнение момента можно записать как:

$$M_e = p_n \Psi_d i_d \quad (5)$$

Напряжение статора в векторной форме вычисляется по формуле:

$$\bar{u}_s = R \bar{i}_s + \frac{d\bar{\Psi}_s}{dt} \quad (6)$$

Из уравнения (6) выразим поток статора. Поток статора будет равен:

$$\bar{\Psi}_s = \int (\bar{u}_s - R \bar{i}_s) dt \quad (7)$$

Преобразуем (7) в двухфазную стационарную систему координат ( $\alpha$  и  $\beta$ ):

$$\begin{cases} \bar{\Psi}_\alpha = \int (\bar{u}_\alpha - R \bar{i}_\alpha) dt \\ \bar{\Psi}_\beta = \int (\bar{u}_\beta - R \bar{i}_\beta) dt \end{cases} \quad (8)$$

где,

$\bar{i}_\alpha, \bar{i}_\beta, \bar{\Psi}_\alpha, \bar{\Psi}_\beta, \bar{u}_\alpha, \bar{u}_\beta$  – составляющие потока, тока и напряжения статора в осях  $\alpha$  и  $\beta$ .

Структурная схема системы бездатчикового управления СДПМ представлена на Рисунке 2.

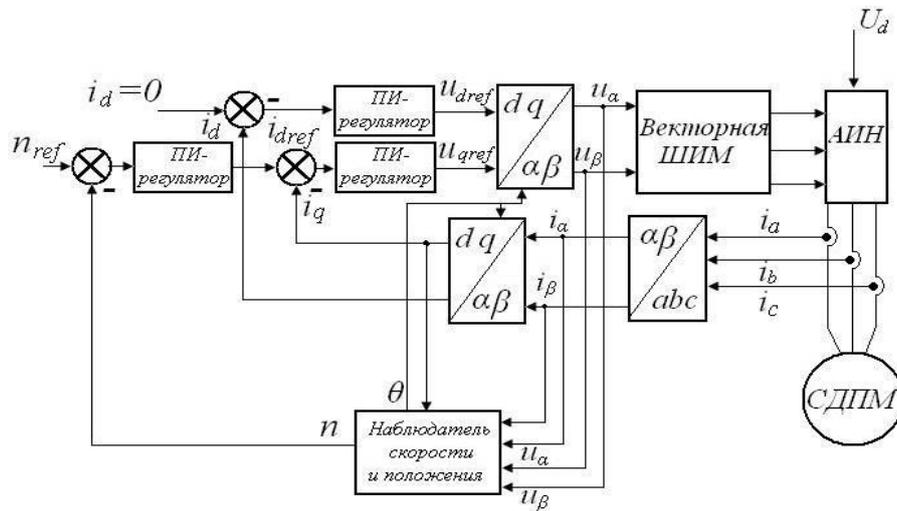


Рис.2. Структурная схема системы бездатчикового управления СДПМ

После вычисления потока статора необходимо определить скорость и положение ротора. Определив вектор действующего потока статора, уравнение примет вид:

$$\bar{\Psi}_d = \bar{\Psi}_s - L_q \bar{i}_s \quad (9)$$

Подставим уравнение (7) в (9), тогда:

$$\bar{\Psi}_d = \int (\bar{u}_s - R \bar{i}_s) dt - L_q \bar{i}_s \quad (10)$$

Преобразуем уравнение в статическую систему координат ( $\alpha$  и  $\beta$ ):

$$\begin{cases} \bar{\Psi}_{d\alpha} = \int (\bar{u}_\alpha - R \bar{i}_\alpha) dt - L_q \bar{i}_\alpha \\ \bar{\Psi}_{d\beta} = \int (\bar{u}_\beta - R \bar{i}_\beta) dt - L_q \bar{i}_\beta \end{cases} \quad (11)$$

Уравнение, по которому определяется угол положения ротора:

$$\theta = \arctg \frac{\Psi_{d\beta}}{\Psi_{d\alpha}} \quad (12)$$

Векторная диаграмма потоков и токов при бездатчиковом управлении представлена на Рисунке 3.

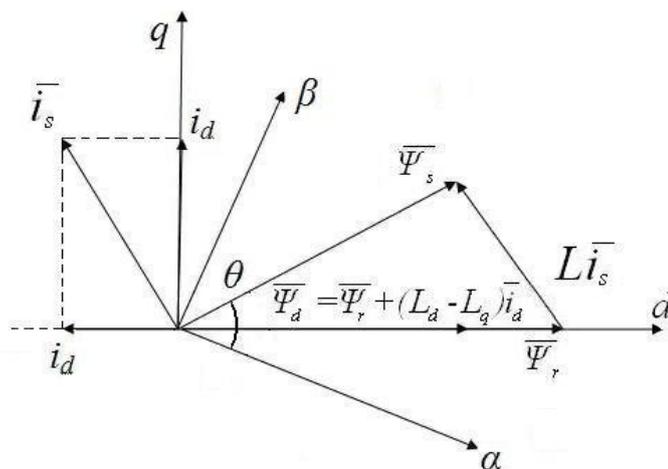


Рис.3. Векторная диаграмма при бездатчиковом управлении СДПМ

В статье рассматривался один из способов вычисления угла положения и скорости ротора при бездатчиковом управлении. Исследования показали [7], что при бездатчиковом управлении можно определять положение и скорость ротора с высокой точностью. Отсутствие датчика скорости повышает надёжность

электропривода и уменьшает суммарную стоимость, поэтому бездатчиковое управление нашло применение во многих областях применения промышленного электропривода.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект №15-19-20057).

#### Список литературы

1. Ion Boldea Active flux concept for motion-sensorless unified AC drives / Ion Boldea, Mihaela Codruta Paicu, Gheorghe-Daniel Andreescu. // IEEE Trans. Power. Electr., vol. 23, pp. 2612-2618, May 2008
2. Quin Yuan Sensorless control of permanent magnet synchronous motor with stator flux estimation / Quin Yuan, Zhong-ping Yang, Fei Lin, Hu Sun // Journal of computers., vol.8.№1, January 2013
3. Волков Н.И. Электромашинные устройства автоматики: Учебник для вузов - М.: Высш. шк., 1986.
4. Гуляев И.В. Векторное управление синхронным двигателем с постоянными магнитами / И.В. Гуляев, А.В. Волков, А.А. Попов и др. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 5. – С. 187-191.
5. Гуляев И.В. Бездатчиковое управление синхронным двигателем с постоянными магнитами / И.В. Гуляев, М.А. Бобров, И.С. Юшков и др. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 6. – С. 119-122.
6. Гуляев И.В. Сравнительный обзор синхронного двигателя с постоянными магнитами и бесколлекторного двигателя постоянного тока при непосредственном управлении моментом/ И.В. Гуляев, А.В. Волков, А.А. Попов и др. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 6. – С. 123-128.
7. Гуляев И.В. Работа асинхронизированного вентильного двигателя с потреблением чисто активной мощности со стороны якоря / Тутаев Г.М., Юшков И.С., Волков А.В. // Актуальные проблемы электронного приборостроения труды XII международной конференции: АПЭП-2014. 2014. С. 241-244.
8. Рудаков В.В. Асинхронные электроприводы с векторным управлением / В.В. Рудаков, И.М. Столяров, В.А. Дартау. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 136 с.

## СЕКЦИЯ №16.

### **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)**

#### ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

<sup>1</sup>Шатманов О.Т., <sup>1</sup>Каримов Т.Х., <sup>2</sup>Жанбирова Ж. Г., <sup>2</sup>Турсымбекова З.Ж.

<sup>1</sup>Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г.Бишкек

<sup>2</sup>Центрально-Азиатского университета, г.Алматы, Казахстан

Водные ресурсы каждой страны являются одним из наиболее важных и, вместе с тем, уязвимых компонентов природной среды. От рационального использования ресурсов, сохранения их качества зависит благополучие и устойчивое развитие экономики.

По сравнению с нашими ближайшими соседями (Узбекистан, Таджикистан, Казахстан) Кыргызская Республика располагает значительными запасами водных ресурсов: около 50 млрд. м<sup>3</sup> год поверхностного речного стока, 13 млрд. м<sup>3</sup> год потенциальных запасов подземных вод, 1745 млрд. м<sup>3</sup> год озерной воды.

В настоящее время свои водные ресурсы Кыргызская Республика использует только на 12-17%, из которых 90% расходует на оросительные цели.

Значительная часть забираемых вод теряется при использовании, из-за неудовлетворительного технического состояния ирригационных и водораспределительных систем, износа оборудования, отсутствия водосберегающих технологий и бессточных систем водоснабжения.

В последние годы в связи с глобальными процессами изменения климата возросла угроза сокращения ледников. В перспективе к 2025 году, площади оледенения в нашей стране могут сократиться в среднем на 30-40%, что приведет к уменьшению водности на 2,25-35%.

Наибольшую тревогу вызывает экологическое состояние поверхностных и подземных вод Чуйской долины и промышленных районов Южного региона. Это связано, с тем, что значительная часть малых городов и районных центров республики не имеет централизованных канализационных систем и очистных сооружений. К локальному загрязнению открытых водоемов приводит увеличение сброса загрязняющих веществ, недостаточное

внимание способам хранения, обработки, утилизации промышленных и бытовых отходов, низкая культура сельскохозяйственного производства.

Практически все предприятия животноводства не имеют систем сбора, хранения и утилизации стоков. Необезвреженные навозосодержащие стоки отходов животноводства стали одним из наиболее опасных источников загрязнения водных экосистем.

В открытые водоемы и водотоки без очистки сбрасывается все увеличивающийся объем опасно загрязненных сточных вод, содержащих нитраты, хлориды, хром, нефть и нефтепродукты, соли тяжелых металлов. Наиболее подвержены загрязнению в своих средних и нижних течениях бассейны рек Чу, Сыр-Дарья, Кара-Дарья, Джергалан, Тюп и ряд других

Рассмотрим источники загрязнения и степень минерализации реки Чу и Нижне-Ала-Арчинского водохранилища.

Если проанализируем гидрохимический режим бассейна реки Чу, то минерализация воды в нем колеблется в зависимости от гидрологического режима (175 - 436 мг/л), увеличение минерализации наблюдается вниз по течению и наибольших значений достигает в створе пос. Нижне-Чуйский. Минерализация воды в Нижне-Ала-Арчинском водохранилище составляет 215-289 мг/л. Кислородный режим удовлетворительный. Содержание кислорода было в пределах 8,75-11,4 мг  $O_2$ /л, процент насыщения кислородом составил 86-129%.

Основные источники загрязнения расположены в среднем и нижнем течении реки Чу, у села Васильевка, где в реку поступают сточные воды городской канализации. Здесь отмечается увеличение концентрации вредных и ядовитых веществ (азота нитратного, азота аммонийного, небольшое содержание фосфора). В результате самоочищения воды у пос. Нижне-Чуйский концентрация загрязняющих веществ снижается.

Что касается притоков реки Чу, то в р. Кичи-Кемин, Чон-Кемин минерализация незначительна, в верховьях р. Ала-Арча и Аламедин - 80-91 мг/л., в р. Ак-Суу - 481-756 мг/л, в р. Ноуруз и Красная - 6,0 моль/л. Так же в этих реках наблюдается повышенное содержание загрязняющих веществ.

По химическому составу вода притоков р. Чу, кроме р. Ак-Суу, относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция; вода р. Ак-Суу относится к сульфатному классу.

Проблеме сохранности подземных вод в настоящее время не уделяется должного внимания. Это объясняется тем, что представители власти и широкая общественность не имеют достаточно точного представления о них.

Подземные воды по своему общему объему (654 км<sup>3</sup> в 200-300-метровой толще четвертичного водоносного комплекса и возобновляемые ресурсы-380 м<sup>3</sup>/с) уступают ресурсам поверхностных вод, сосредоточенных в реках, озерах и водохранилищах. Но у подземных вод есть преимущество, которое полностью компенсирует относительно малый объем. Оно выражается в том, что они получили практически повсеместное распространение в пределах межгорных впадин, имеют высокое качество и независимость от сезонных климатических изменений и сопутствующих им явлений. В пределах всех равнин Кыргызстана на всей их площади распространены естественные подземные «озера», в основном, с чистой пресной водой.

Прогнозные возобновляемые ресурсы подземных вод Чуйской впадины составляют 71 м<sup>3</sup>/с., суммарные утвержденные запасы – 66,5 м<sup>3</sup>/с.; в Иссык-Кульском бассейне оцениваются в размере 67 м<sup>3</sup>/с., запасы подземных вод по месторождениям оцениваются в 23,3 м<sup>3</sup>/с.; в Кочкорской впадине составляют 18 м<sup>3</sup>/с, утвержденные запасы Шамсинского месторождения оценены в 0,32 м<sup>3</sup>/с.; в Таласской впадине - 26 м<sup>3</sup>/с, утвержденные запасы по месторождениям оценены в 3,46 м<sup>3</sup>/с.; в Нарынской впадине - 4 м<sup>3</sup>/с, утвержденные запасы Кугартского месторождения подземных вод составляют 0,05 м<sup>3</sup>/с.; на юге страны возобновляемые ресурсы подземных вод составляют 52 м<sup>3</sup>/с., суммарные утвержденные запасы – 30,14 м<sup>3</sup>/с.

Преимущество подземных вод заключается в том, что они имеют меньше выраженную степень загрязнения. Конечно, капитальные затраты на добычу подземных вод велики, но при надлежащем обслуживании скважин, насосного оборудования, мы получим стабильный источник качественной воды.

Надо отметить что, в целом по республике, в крупных населенных пунктах, где сконцентрированы промышленные предприятия, подземные воды загрязнены в большей степени, так как их стоки, просачиваясь сквозь толщу земли, увеличивают площадь загрязненных очагов.

Тревогу вызывает состояние подземных вод Орто-Алышского месторождения, обеспечивающего питьевой водой 60% столицы (зафиксированы нитраты), аналогичная ситуация – в г. Кара-Балта, Ош-Карасуйском оазисе, Кугартской долине, Тахтекской, Баткенской впадинах, Туе-Моюнской равнине, где, кроме нитратов, обнаруживаются нефтепродукты и ядохимикаты.

Загрязнение подземных вод восточной части Чуйской впадины, связано с прошлой деятельностью Актюзского рудника и Орловского химико-металлургического завода. Несмотря на прекращение деятельности

предприятий, антропогенное загрязнение сохраняется, за счет фильтрации из хвостохранилища «Буурдинское» в долине реки Беркут.

Природное загрязнение подземных вод в Чуйской впадине так же связано с выщелачиванием соленосных пород палеоген-неогена с образованием повышенных концентраций сульфатов, хлоридов в районе сел Беловодское, Нижняя Серафимовка.

В пределах Иссык-Кульской впадины природное загрязнение представлено высоким содержанием фтора в подземных водах до 28 мг/л (ПДК – 1,5 мг/л) и повышенной минерализацией грунтовых вод до 10 г/л в районе Сухого хребта на востоке впадины. Повышенная минерализация до 5 г/л и сульфатный состав обнаружены на отдельных участках вблизи берега озера (Тамга-Боконбаевское, в районе устья рек Чок-Тал, Тору-Айгыр, Ак-Олон); в междуречье Ак-Терек-Туура-Суу зафиксирован хлоридный состав подземных вод при минерализации 1-3 г/л.

В Нарынской, Ат-Башинской впадинах на территории населенных пунктов качество подземных вод соответствует нормам питьевого водоснабжения, но при этом наблюдается увеличение минерализации, содержания нитратов и общей жидкости.

По Ошской области содержание нитратов остается на уровне 1999 – 2000 годов. Основной причиной остается инфильтрация бытовых стоков из различных неизолированных отстойников. Степень загрязнения тем больше, чем меньше глубина залегания уровня подземных вод.

В районах орошаемого земледелия юга республики, также как и в северных районах при неглубоком залегании уровня подземных грунтовых вод и неэффективной работе дренажных систем широко развит процесс засоления грунтовых вод и грунтов. В целом по республике засолению подвержено порядка 40% сельскохозяйственных земель.

Уровень залегания подземных вод различна в разных частях долин, как правило, она велика в предгорьях. В пределах практически всех впадин Кыргызстана – Чуйской, Иссык-Кульской, Кочкорской, Таласской, Ферганской – наблюдается подтопление населенных пунктов подземными водами в районах неглубокого до 1-2 м. залегания уровня подземных вод.

Процесс заболачивания зафиксирован в таких населенных пунктах как:

- Джалал-Абадская область: Сузакский район – с. Арал, Сузак; Аксыйский район – с. Коргон, Авлетим.
- Ошская область: Араванский район – с. Гульбахор, Кереак, Тээке; Карасуйский район – с. Таширов; Ноокатский район – с. Бель-Орук; Узгенский район – с. Жиланды; г. Ош.
- Иссык-Кульская область: Тонский район: г. Балыкчи, с. Ак-Олон; Джети-Огузский район – с. Шалва, Ак-Джар; Тюпский район – с. Тюп.
- Нарынская область: Джумгалский район – с. Кызарт, Кыргызн, Чаек; Кочкорский район – с. Усубалиева; Акталинский район – с. Баетово.
- Таласская область: Манасский район – с. Манас; Кара-Бурунский район – с. Аманбаево, Чолпонбая, Жийде; Бакай-Атинский район – с. Бакай-Ата, Орловка, Кыргызстан; Таласский район – г. Талас, с. Кок-Ой, Арал, Кепре-Базар, Кара-Суу.
- Чуйская область: Чуйский район – г. Чуй-Токмок; Иссык-Атинский район – с. Ивановка, Красная речка; Кантский район – г. Кант, с. Минлянфан, Алга; Сокулукский район – с. Джанги-Пахта, Камышановка, Сокулук, Спартак, Сретенка; Джаильский район – г. Кара-Балта, с. Чаловка, Степное; Панфиловский район – с. Каинды.

Причиной подтопления, на фоне многолетних природных колебаний уровня подземных вод и нерационального использования поливных вод, является, главным образом, плохое состояние дренажных систем.

Свою лепту в загрязнение подземных вод вносит фильтрация с полей при орошении за счет растворения удобрений и пестицидов, особенно в условиях неглубокого, в пределах первых метров, залегания уровня подземных вод.

С момента обретения Кыргызстаном независимости в водной политике не произошло улучшений, так как основные негативные факторы продолжают действовать. Государству необходимо взять под контроль бурение новых водозаборных скважин, технологии их оборудования и режима эксплуатации. Отсутствие мониторинга может привести к ухудшению качества подземных вод, привести к усилению процесса загрязнения и истощения.

Государственный контроль за важнейшим стратегическим ресурсом - водой, становится особенно актуальным в связи с нарастающей в последние годы тенденцией к иссушению и опустыниванию в Центрально-Азиатском регионе. Для этого необходимо создать территории, в пределах которых будет действовать жесткий режим охраны подземных вод.

### Список литературы

1. Абылгазиев Б. Водные ресурсы Киргизии и их охрана. – Фрунзе: Кыргызстан, 1975. -107 с.
2. Водный баланс водохранилищ Киргизии. – Фрунзе: Киргизгидромет, 1985-1991гг.
3. Гидрохимический бюллетень: материалы наблюдений за загрязненностью поверхностных вод. – Фрунзе: Киргизгидромет, 1990-2000гг.
4. Отчет Национального института стратегических исследований Кыргызской Республики. Бишкек 2014г. - 47с.

### К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ОБОРУДОВАНИЕ, РАБОТАЮЩЕЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ БОЛЕЕ 0,07 МПА ИЛИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ НАГРЕВА ВОДЫ БОЛЕЕ 115 °С

<sup>1</sup> Белов Д.А., <sup>2</sup> Логвин Я.В., <sup>3</sup> Есин М.Е., <sup>4</sup> Осипов В.А.

<sup>1</sup> Генеральный директор, ООО «ПромТехЭксперт» РФ, г.Владимир

<sup>2</sup> Ведущий инженер, ООО «ПромТехЭксперт» РФ, г.Владимир

<sup>3</sup> Ведущий инженер, ООО «ПромТехЭксперт» РФ, г.Владимир

<sup>4</sup> К.т.н., генеральный директор, ООО «Бинарные научно-инновационные технологии» РФ, г.Владимир

Процесс проведения экспертизы не может оставаться без актуальных изменений в связи с постоянно растущими требованиями промышленного производства и с достижениями научно-технического прогресса. Основным участником процесса экспертизы, от которого зависит судьба опасно-производственного объекта и безопасность жизнедеятельности, является эксперт промышленной безопасности [38, 43].

Современный эксперт промышленной безопасности должен обладать значительным стажем работы, связанным с техническим диагностированием, проектированием, обслуживанием и эксплуатацией технических устройств [43]. Процесс экспертизы характеризуется активной мозговой деятельностью, которую можно на наш взгляд представить в виде обобщенной информационной структурной схемы (Рисунок 1). Информацию, которая поступает и хранится в памяти эксперта, можно разделить на семь категорий: общая информация (X1) — требования лицензирования, страхования и т. д.; правила промышленной безопасности (X2) - общие требования к монтажу, ремонту, реконструкции (модернизации), эксплуатации и т. д.; требования технического регулирования и требования, предъявляемые к конструкции оборудования (X3) — общие технические условия, технические регламенты и т. д.; инструкции и рекомендации по проведению технического диагностирования и оценки остаточного ресурса (X4) - программы технического диагностирования, критерии оценки дефектов и т. д.; нормы и методы проведения расчетов на прочность и остаточного ресурса (X5) - граничные условия, формулы, критерии и т. д.; правила проведения неразрушающего контроля (НК) (X6) - требования к оборудованию для проведения НК, технологические карты, критерии оценки; строительные правила (СП) проектирования и строительства объектов (X7) — допустимые отклонения при расположении оборудования, технические решения и т. д. При проведении экспертизы эксперт проводит визуальный осмотр объекта и сбор исходной информации, которая обрабатывается сознанием эксперта путем ответа на тестовые вопросы в соответствии с заданием. После получения ответов на вопросы, сознание эксперта переходит к сопоставлению результатов обследования с ситуационными задачами.

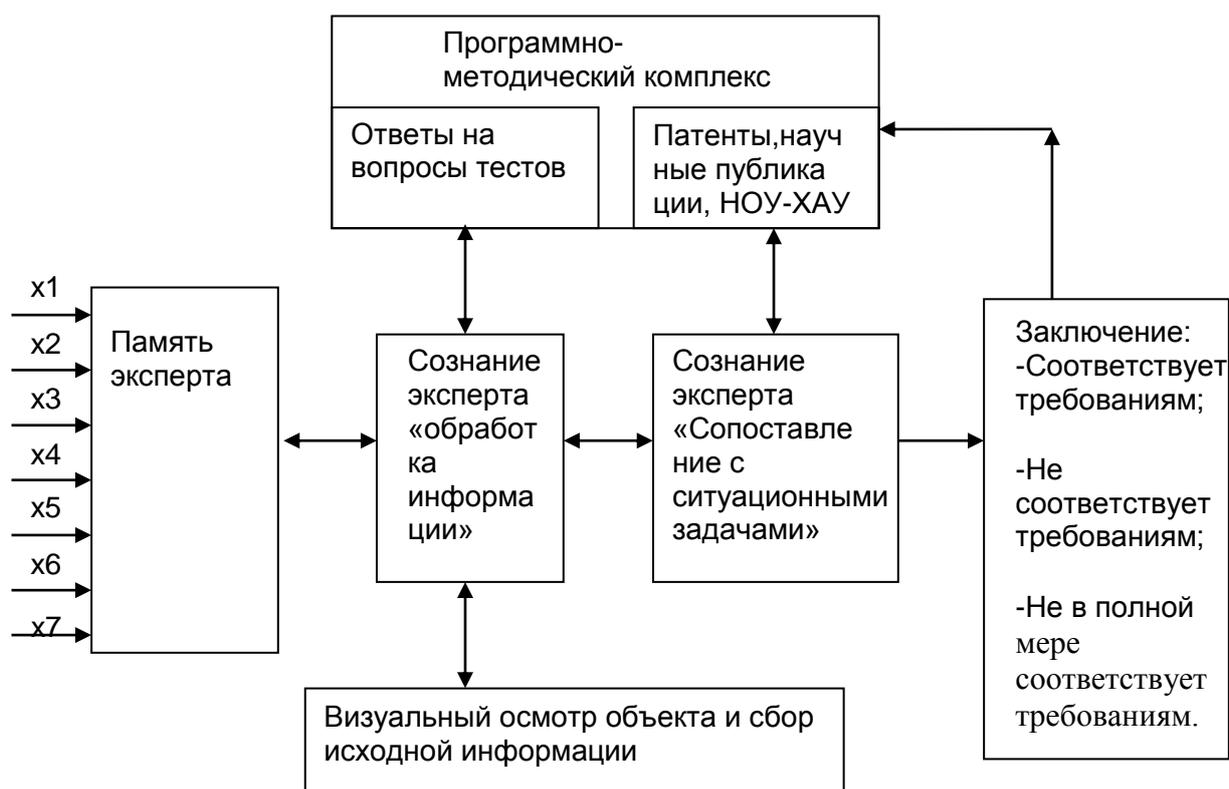


Рис.1. Обобщенная структура управления информацией при проведении экспертизы промышленной безопасности

В итоге активной мозговой деятельности эксперт дает одно из следующих заключений о том, что объект (Рисунок 1) [43]:

- соответствует требованиям промышленной безопасности;
- не соответствует требованиям промышленной безопасности;
- не в полной мере соответствует требованиям промышленной безопасности и может быть применен при условии внесения соответствующих изменений в документацию или выполнения соответствующих мероприятий в отношении технических устройств, либо зданий и сооружений (в заключении указываются изменения, после внесения, которых документация будет соответствовать требованиям промышленной безопасности, либо мероприятия, после проведения которых техническое устройство, здания, сооружения будут соответствовать требованиям промышленной безопасности).

Уровень эксперта определяется величиной используемой базы знаний - количеством лично решенных ситуационных задач, которые могут быть визуализированы в виде научных публикаций, патентов и НОУ-ХАУ. В ходе проведения экспертизы, эксперт находит ответы на вопросы и решение новых ситуационных задач, которые используются в следующих работах. Эксперт должен накапливать и постоянно обновлять свою базу знаний, для решения более сложных задач.

В настоящее время база знаний экспертов может быть оценена путем аттестации специалистов в виде тестирования и решения ситуационных задач. Существует перечень вопросов, предлагаемых на квалификационном экзамене по аттестации экспертов в области промышленной безопасности, который включает список из 14571 вопросов, объединяющий все категорий опасных производственных объектов [16].

Таблица 1

Анализ вопросов, предлагаемых на квалификационном экзамене по аттестации экспертов (оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С)

Категория	Нормативные документы	Количество вопросов
Общие (X1)	6; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 17; 18; 19; 30; 36; 38; 39; 40; 41; 42; 44	173
ФНП (X2)	43	488
Конструкция и	3	37

техническое регулирование (X3)	4	20
	20	76
	36	36
Инструкции по продлению срока безопасной эксплуатации (X4)	7; 23	88
	24	38
	25; 26	29
	33	37
	34	10
	35	45
Расчеты (нормы)(X5)	1; 2	32
	27	41
Неразрушающий контроль (X6)	5	82
	21	20
	22	35
	22a	20
Строительные правила (СП) (X7)	28	11
	29	43
	30	35
	31	40
	32	7

Нами проведен анализ вопросов, касающихся опасно-производственных объектов, использующих оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С. Результаты анализа приведены в сводной таблице (Табл.1) и круговой диаграмме (Рисунок 2).

Эксперт должен знать ответ на 1492 вопроса, чтобы успешно сдать экзамен, при этом большая часть вопросов распространяется на ФНП [43]. Вопросы охватывают семь описанных выше информационных категорий и требуют точных ответов. Для эффективного использования баз знаний может быть разработан программно-методический комплекс (ПМК) (Рисунок 1), включающий в себя базу ответов на тестовые вопросы, решения ситуационных задач и расчетные математические модели.

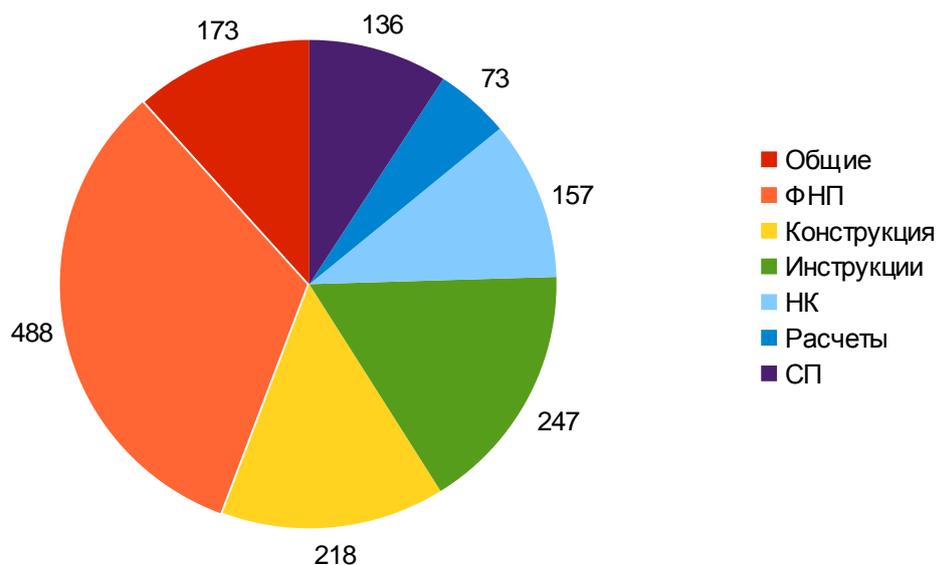


Рис.2. Диаграмма распределения вопросов по категориям (оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С)

На основании выше сказанного, считаем актуальным:

-разработку ПМК, который позволит не только успешно пройти квалификационный экзамен, но и повысить качество экспертных работ при сокращении сроков;

-наличие обязательных публикаций у экспертов (5-10 штук), что позволит не только сформировать базу знаний по вопросам промышленной безопасности, но и заложить интеллектуальные основы рынка экспертиз.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 52857.1-2007 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность».
2. ГОСТ Р 52857.2-2007 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек».
3. ГОСТ 12.2.085-2002. Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные требования безопасности.
4. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия (с изменением № 1).
5. ГОСТ Р 50599-93. Сосуды и аппараты стальные сварные высокого давления. Контроль неразрушающий при изготовлении и эксплуатации.
6. Градостроительный Кодекс РФ № 190-ФЗ (ред. От 06.12.2011 г. № 401-ФЗ)
7. «Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением», приказ Минэнерго Российской Федерации от 24.06.2003 № 253
8. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (извлечения).
9. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.11.98 № 1371 «О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов»
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.03.99 № 263 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном».
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.05.99 № 526 «Об утверждении Правил представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов».
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.11.2011 № 916 «Об утверждении Правил обязательного страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте».
13. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.06.2013 № 492 «О лицензировании эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности».

14. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.06.2013 № 536 «Об утверждении требований к документационному обеспечению систем управления промышленной безопасности».
15. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.08.2013 № 730 «Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации последствий аварий на опасных производственных объектах».
16. Приказ Ростехнадзора № 400 от 07.10.2015 «Об утверждении Перечня вопросов, предлагаемых на квалификационном экзамене по аттестации экспертов в области промышленной безопасности (представлен на госрегистрацию)».
17. Приказ Ростехнадзора № 328 от 19.08.2015 «Об утверждении требований к проведению квалификационного экзамена по аттестации экспертов в области промышленной безопасности».
18. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах» от 26.08.2013 г. № 730.
19. Постановление Правительства Российской Федерации «О режиме постоянного государственного надзора на опасных производственных объектах и гидротехнических сооружениях» от 05.05.2012 г. № 455.
20. ПБ 03-584-03 Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных. Утверждены постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 10.06.2003 г. № 81.
21. ПБ 03-593-03 Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов. Утверждены постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 09.06.2003 г. № 77.
22. РД 34.17.302-97 (ОП 501 ЦД-97) Котлы паровые и водогрейные. Трубопроводы пара и горячей воды, сосуды. Сварные соединения. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Основные положения (с изменением № 1).
22. РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».
23. РД 03-421-01. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов.
24. РД 03-610-03 «Методические указания по обследованию дымовых и вентиляционных промышленных труб». Утверждены постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 10.06.2003 г. № 81.
25. РД 03-29-93 Методические указания по проведению технического освидетельствования паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды
26. РД 10-210-98 Методические указания по проведению технического освидетельствования металлоконструкций паровых и водогрейных котлов.
27. РД 10-249-98 Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды (с изменением № 1).
28. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003.
29. СП 89.13330.2012 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76.
30. СП 61.13330.2012 «Свод правил. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003», утвержденным приказом Минрегиона России от 27.12.2011 № 608.
31. СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85.
32. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.601.07-85\*.
33. СО 153-34.17.469-2003 Инструкция по продлению срока безопасной эксплуатации паровых котлов с рабочим давлением до 4,0 МПа включительно и водогрейных котлов с температурой воды выше 115 °С.
34. СО 153-34.17.470-2003 Инструкция о порядке обследования и продления срока службы паропроводов сверх паркового ресурса.
35. СО 153-34.17.455-2003 Инструкция по продлению срока службы паропроводов из центробежнолитых труб на тепловых электростанциях
36. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011) принят Решением Комиссии таможенного союза от 18.10.2011 г. № 823.
37. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013). Принят Решением Комиссии таможенного союза от 02.07.2013 г. № 41.

38. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
39. Федеральный закон 27 июля 2010 г. № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте (с изменениями на 04.11.2014 года)».
40. Федеральный закон 04 мая 2011 г. № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности (с изменениями на 13 июля 2015 года) (редакция, действующая с 10 января 2016 года)»
41. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 14.11.2013 г. № 538.
42. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 15.07.2013 г. № 306.
43. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».
44. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ (ред. от 01.01.2014 г.).

## НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ - ПРОБЛЕМА СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ

**Хизов А.В.**

СГАУ им. Н.И. Вавилова, РФ, г.Саратов

На сегодняшний день до сих пор не решена полностью как в мире, так и у нас в стране проблема негативного влияния отходов производства, бытовых отходов на здоровье населения. В связи с ростом населения количество отходов ежедневно растет. Постоянное скопление отходов приводит к различным заболеваниям людей, проявлением заболеваемости у новорожденных, возникновением различных аллергических реакций организма человека на химические вещества, их токсические свойства, токсикологическую опасность при загрязнениях скапливающегося мусора, биологическим и микробным загрязнениям почвы [1]. Твердые бытовые отходы представляют как эпидемиологическую, так и экологическую опасность.

Так в Российской Федерации по оценкам специалистов накоплено 600 – 1200 млн. т. твердых бытовых отходов. При этом ежегодно образуется около 30 млн. т отходов, где около 95 % подвергается захоронению [2].

В России утилизация отходов происходит по старинке. Основными способами утилизации являются сжигание отходов и захоронение их на свалках. Такое отношение к отходам ведет к экологической катастрофе, так как при сжигании образуется множество различных вредных веществ, попадающих в атмосферу и создающих опасность для человека и его здоровья.

При захоронении отходов, которых насчитывается более ста субстанций -это тяжелые металлы, находящиеся в батарейках, свинец – в аккумуляторных батареях и краске, ртуть - в чистящих средствах и лампах, стекло, пластик, резина и т.д. При этом стекло, и резина могут пролежать в земле более сотни лет, металлы - около ста лет, полимерные упаковки - более пятидесяти лет, пластик и бумага - несколько десятков лет.

Остро встает вопрос о постоянном накапливании и прогрессировании отходов в местах проживания человека. Также надо понимать, что если своевременно не удалять отходы, неправильно их складировать и несвоевременно вывозить, то могут создаваться условия для заражения людей, появления инфекционных заболеваний, происходит ухудшение экологического состояния не только атмосферы, но и грунтовых вод.

Проблема вынужденной утилизации мусора и его переработки актуальна как в России, так и во многих странах мира. Наиболее рационально этот вопрос решается в Японии и частично на Западе, где мусоропереработка является довольно прибыльным делом.

По анализу ученых, проводимых более чем в 20 странах мира, самым распространенным методом захоронения мусора являются полигоны твердых бытовых отходов (ТБО). Сами полигоны ТБО отличаются друг от друга только лишь особенностями проектирования, создаваемые в зависимости от местных условий региона, используемых конструкций и технологий оборудования, новых применяемых разработок при хранении и сортировке.

В Российской Федерации сегодня скопилось более 31 миллиарда тонн неутилизированных отходов, и ежедневно их количество увеличивается в среднем на 60 миллионов тонн.

По подсчетам Министерства природных ресурсов России установлено, что в результате жизнедеятельности человека появляется около четырехсот килограммов отходов в год. Из которых примерно 150 кг приходится на пластмассы, 100 кг на макулатуру, и около 150 кг на стекло, металлы, и другие различные материалы.

На основании данных «Ростехнологии» примерно 40% мусора в нашей стране является ценным сырьем при вторичной его переработке, а реально используется всего лишь около 7—8 % бытовых отходов. Оставшийся мусор вывозится на полигоны.

В России по сведениям ученых сегодня функционируют 243 мусороперерабатывающих завода, 50 мусоросортировочных комплексов и 10 мусоросжигательных заводов. Завод по переработке мусора способен производить следующее сырье: - стекло, бумагу, топливо, тепло, цветные и черные металлы, химические вещества и различные полимерные отходы. Но со своей задачей уменьшить число свалок он так и не справляется.

В Москве были проведены неоднократные попытки по внедрению системы раздельного сбора ТБО, когда устанавливались контейнеры различного цвета и планировалось отсортировать отходы при их сборе. Но положительные результаты в этом вопросе так и не были получены. Жители домов сортировочные контейнеры просто не замечали и их игнорировали, а вот проблему мусоропереработки так и не решили.

Как же решается эта проблема в других государствах? Например, в Германии была принята и введена в 1991 году система, по которой немецкие фирмы должны уменьшать размеры упаковки, добиться их саморазложения и ввести за их утилизацию обязательный сбор. Эта система строго отлажена и тщательно контролируется установленными должностными лицами и службами. За несоблюдение установленных требований налагается большой штраф, поэтому механизм сбора четко выполняется. Сегодня немцы закупают мусор даже в других странах и успешно его перерабатывают, получая прибыль. Сортируемые отходы перерабатываются во вторичное сырье. При сортировке оставшиеся отходы, которые не пригодны для переработки, используются в качестве топлива.

Высокая мотивация населения по сбору мусора связана с обучением с детства, заботе их об окружающей среде и своем здоровье, поэтому экологическая катастрофа им не грозит.

В Японии жители страны относятся очень бережливо к своей земле и с особой любовью, строго следят за своим здоровьем. Японцы на сбор и утилизацию мусора выделяют достаточные средства. В стране восходящего солнца каждый год образуется более 400 млн. т. промышленных отходов, за утилизацию которых отвечают сами предприятия, и около 50 млн. т. бытовых отходов, которые находятся в ведении муниципалитетов. При этом основной используемый им метод по устранению бытовых отходов это сжигание (на него приходится примерно 70 %), рециклирование и закапывание. С 2007 года в Японии принята поправка о рециклировании тары и упаковки (сокращении пакетов). Вопросы по утилизации отходов принимаются японским обществом совместно с государством, в результате чего происходит грамотная утилизация отходов, и такой подход к проблеме становится стилем жизни японцев. Для них характерны: - небольшая территория, отсутствие ресурсов, бережное отношение к природе.

В Голландии сортировке мусора уделяют пристальное внимание, в Нидерландах активистам раздельного сбора раздают экологические купоны, в Барселоне детям, участвующим в сборе мусора, дают лакомства. Постоянно происходит стимулирование людей, для улучшения экологической обстановки в западных странах.

Проведя анализ влияния отходов на здоровье населения, ученые установили, что передовые позиции в мире по утилизации отходов сегодня занимают европейские страны, которые научились успешно бороться с мусором, активно используют в его разделении, и не допускают экологической катастрофы.

В России необходимо внедрять опыт европейских государств по сбору и утилизации как бытовых, так и производственных отходов и добиваться снижения влияния их на здоровье людей.

#### Список литературы

1. Онищенко Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи. // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 3 – 10.
2. Хизов А.В. Влияние бытовых отходов производства на окружающую среду и здоровье населения. Техногенная и природная безопасность: ТПБ-2014: Сборник научных трудов Третьей Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием 8-10 октября 2014 года (СГТУ), Издательство «Поли-Экс», Саратов, 2014. С. 96-97.

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДОЙ ГОРОДОВ И СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

<sup>1</sup>Шатманов О.Т., <sup>1</sup>Каримов Т.Х., <sup>2</sup>Жанбирова Ж.Г., <sup>2</sup>Турсымбекова З.Ж.

<sup>1</sup>Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г.Бишкек  
<sup>2</sup>Центрально-Азиатского университета, г.Алматы, Казахстан

В Кыргызской Республике услуги населению по водообеспечению и водоотведению оказывает организации Водоканал и акиматы населенных пунктов. Основными видами водоснабжения являются водопроводы в домах, а также водоразборные колонки на улицах и дворах частного сектора. Кроме населения, организации ЖКХ подают воду предприятиям, организациям, учреждениям, объектам социального и коммунально-бытового назначения.

Основным источником водоснабжения ЖКХ являются подземные воды и частично поверхностные источники (реки, БСР, водохранилища др.). Источниками загрязнения питьевой воды являются испорченные системы распределения воды и загрязнения поверхностных источников.

В настоящее время износ системы водоснабжения республики составляет более 70%, а остальные 30% требуют безотлагательного ремонта, восстановления или замены.

В ЖКХ по Чуйской, Таласской и Иссык-Кульской областям функционируют 9 канализационных очистных сооружений. Все сооружения находятся в удовлетворительном состоянии. Тем не менее, некоторые из них требуют проведения ряда профилактических мероприятий. Например, на очистных сооружениях г. Балыкчы не работает биологическое звено, пуск которого требует проведения срочных пуско-наладочных работ. В г. Чолпон-Ата в аварийном состоянии находится главная насосная станция городских очистных сооружений канализации, расположенная в 80 м. от озера Иссык-Куль. В г. Каракол, население вынуждено пользоваться поверхностными водами рек, которые по данным санитарно-эпидемиологической службы, в паводковый период по мутности не соответствуют государственным стандартам.

Система водоотведения Ошской области находится в крайне неудовлетворительном состоянии. Существующие очистные сооружения требуют реконструкции и капитального ремонта. Удовлетворительно работают лишь очистные сооружения городов Ош, Кызыл-Кия, п.г.т. Айдаркен.

В Джалал-Абадской области сегодня в населенных пунктах кроме г.Джалал-Абад, п.г.т. Кок-Янгак, Кочкор-Ата, г.Кара-Куль системы водоотведения полностью отсутствуют. Население всех остальных населенных пунктов пользуется септиками, которые периодически вывозят на поля ассенизации или на свалки.

Сбор сточных вод по Нарынской области составляет около 30-50% от всего объема водопотребления. В области в данный момент имеющиеся очистные сооружения находятся в неудовлетворительном состоянии. Несмотря на сложившуюся ситуацию, организации ЖКХ проводят определенную работу по поддержанию водопроводного хозяйства в надлежащем санитарном состоянии и в подаче воды, соответствующей требованиям качества.

Водоотведение населению осуществляется на основе договора. Договоры с абонентами заключаются по существующим «Нормам водопотребления» (при отсутствии приборов учета), и зависят от степени благоустройства. Так, для населения норма водопотребления колеблется от 35 л/сутки (потребление от уличной водоразборной колонки) до 210 л/сутки (с водопроводом, канализацией, ваннами, горячим водоснабжением).

В Чуйской, Таласской и Иссык-Кульской областях, основными источниками водоснабжения являются воды горных рек Чу, Талас и бассейн оз. Иссык-Куль, но помимо поверхностных вод используется и подземные источники.

В настоящее время воды вышеназванных рек подвержены заражению агрохимикатами, нитратами, санитарными и промышленными отходами. Внезапные и разрушительные потоки горных рек выводят из строя системы водоснабжения, что является результатом последствий неэффективного контроля за землепользованием вблизи источников воды.

Сбор сточной воды по трем областям составляет 70% от объема водоснабжения. Все населенные пункты, имеющие системы сброса сточных вод, обеспечены очистными сооружениями. Однако, эти очистные сооружения находятся в крайне неудовлетворительном состоянии: 60-70 % оборудования требует замены, ощущается нехватка реагентов и т.д.

Загрязнение поверхностных источников вод в ряде городов и населенных пунктов Кыргызской Республики обусловлено человеческим фактором, т.е. хозяйственной деятельностью в промышленности и сельском хозяйстве.

Почти 90% всей питьевой воды, поступающей через централизованные водопроводные сети, а также большая часть воды для промышленного использования, обеспечиваются за счет подземных вод. Наблюдения показали, что качество подземной воды, поступающей в централизованные системы ПВР, по своим физическим, химическим и бактериологическим характеристикам в целом отвечают требованиям ГОСТа «Питьевая вода».

Вместе с тем некоторые города вынуждены использовать поверхностные воды, которые в значительной степени подвержены загрязнению сельскохозяйственными химикатами, а также сточными водами. К таким бассейнам следует отнести р. Чу и р. Нарын. Загрязнение подземных вод происходит, главным образом, в верхней части многих водоносных слоев. Загрязняющими веществами являются тяжелые металлы, нефтепродукты, сточные воды и др.

Подземные воды в нашей стране широко используются на орошение. На эти цели за последние семь лет в среднем в год потребление подземных вод составило по Нарынской области – 10, Ошской и Джалал-Абадской – 300 млн.м<sup>3</sup>.

Забор воды из всех имеющихся источников по Кыргызской Республике с 1986 по 2012 гг. заметно снизился с 11,79 до 8,56 м<sup>3</sup> (на 3,23 м.3), в том числе, по подземным водам с 1,02 до 0,58 км<sup>3</sup>. Это связано с уменьшением потребления воды на нужды орошения с 10,8 до 3,85 км<sup>3</sup>, что обусловлено проводимыми реформами в сельском хозяйстве и значительным разрушением оросительных систем из-за слабого бюджетного финансирования водохозяйственных организаций.

Учитывая, что основными источниками водоснабжения в республике являются подземные и русловые воды, для забора и подъема подземных вод в качестве водозаборных сооружений во многих населенных пунктах используют артезианские скважины. Согласно нормативным требованиям, количество скважин должно быть не менее двух, но могут быть предусмотрены резервные скважины. Для комплектации каждой скважины требуется насос типа ЭЦВ и оголовок; количество скважин, передающихся в ремонт по рассматриваемым трем областям, около 150 ед.

К примеру, основным источником водоснабжения столицы Кыргызской Республики г. Бишкек, являются подземные воды, формирующиеся потоком подземных вод со стороны северного склона Кыргызского хребта.

Забор подземных вод осуществляется с помощью пробуренных на глубину до 270 м. скважин и установленного в них насосного оборудования. Город Бишкек снабжается питьевой водой, забираемой 32 водозаборами из Орто-Алышского и Ала-Арчинского месторождений, общей производительностью 500 тыс. м.<sup>3</sup>/сутки.

Эксплуатирующей организацией водозаборных сооружений систем водоснабжения является Производственное управление «Бишкек водоканал», на балансе которого находятся 140 скважин. Ведомственные водозаборы находятся в распоряжении самих водопользователей, которые обязаны иметь соответствующие службы, следящие за их работой и состоянием скважин. Однако в последнее время именно на ведомственных водозаборах отмечались серьезные нарушения правил технической эксплуатации, и из-за чего имело место загрязнение подземных источников.

На сегодняшний день главными городскими водозаборными сооружениями являются: Орто-Алышское, Аэропорт, Запад-2, Комвольно-суконный комбинат, Кок-Джар, Северный, Северо-восточный, Сельский, Тепличный, Восточная промзона, Юго-Западный, Каджи-Сайский. Водоподача с основных водозаборов города составляет 658,18 тыс. м<sup>3</sup> /сут, а с имеющихся у промышленных предприятий самостоятельных водозаборов, достигает около 111 тыс. м<sup>3</sup> /сутки. От общего водопотребления города – тратится, в том числе на:

- хозяйственно-питьевые нужды – 236,69 тыс. м<sup>3</sup>/сутки;
- промышленные предприятия – 133,83 тыс. м<sup>3</sup>/сутки;
- ТЭЦ - 194 тыс. м<sup>3</sup>/в сутки (это: ТЭЦ - 1 и ТЭЦ - 2);
- полив зон общего пользования, полив зеленых насаждений и площадей с прилегающими улицами – 71,442 тыс. м<sup>3</sup>/сутки;
- восстановление водных запасов на пожаротушение – 13,500 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Сегодня главными причинами загрязнения поверхностных вод г. Бишкек являются сброс неочищенных стоков, неправильное хранение и использование минеральных удобрений, ядохимикатов, неудовлетворительное санитарное состояние прилегающих населенных пунктов и промышленных объектов.

Водоснабжение в сельской местности обеспечивается департаментом сельского водоснабжения. В настоящее время 72 % или 2,5 млн. чел. сельского населения обслуживаются малыми водопроводными системами. Сельские водопроводы обеспечиваются водой из 770 подземных скважин. Добытая вода питает 662

водные магистрали, протяженностью 9,6 тыс. км, на которых установлены 26814 уличных водоразборов, гидрантов и колонок, которые нуждаются в срочном ремонте.

Рассмотрим водоснабжение Чуйской области. В области по геологоразведочным данным имеются большие запасы подземных вод. Гидрографическая сеть относится к бассейнам рек Чу и Нарын. В сеть входит 10 эксплуатационных участков систем водоснабжения: Токмакский, Кеминский, Ивановский, Кантский, Чуйский, Аламединский, Сокулукский, Московский, Жайылский и Сусамырский. Водоснабжение области осуществляется от 17 водозаборов общей мощностью 185,6 тыс. м<sup>3</sup>/сутки.

Таблица 1

Районы	Общее количество скважин	Суммарный дебит м <sup>3</sup> /с	Используемые скважины		Количество скважин, непригодных к эксплуатации, шт			
			Кол-во, шт.	Дебит м <sup>3</sup> /с	Законсервированы, шт.	Ликвидованы, шт	Из-за качества воды	По другим причинам
Панфиловский	264	241	241	<u>2,530</u> 5,709	23	-	-	-
Жайылский	353		326	<u>4,097</u> 6,170	27	-	-	-
Московский	287		273	<u>2,972</u> 5,683	14	-	-	-
Сокулукский	332		305	<u>1,890</u> 3,1	27	-	-	-
Г. Бишкек	270		250	<u>6,018</u> 6,763	20	-	-	-
Аламединский	290		274	<u>2,330</u> 3,581	16	-	-	-
Кантский	149		127	<u>0,864</u> 1,326	22	-	-	-
Иссык-Атинский	77		68	<u>0,301</u> 0,451	9	-	-	-
Чуйский	119		81	<u>1,117</u> 1,626	38	-	-	-
Кеминский	66		50	<u>0,359</u> 0,363	16	-	-	-
Итого по Чуйской впадине	2207	241	1995	<u>22,478</u> 34,772	212	-	-	-

Водоснабжение Таласской области осуществляется за счет сети рек Талас, Чаткал и Нарын. Многочисленными и многоводными являются реки Кольба, Беш-Таш, Ур-Марал, Кумыш-Таг, Бакаир, стекающие с гор Таласского Ала-Тоо, имеющие снеговое и ледниковое питание.

В области имеются 4 эксплуатационных участка систем водоснабжения: Таласский, Бакай-Атинский, Кара-Бууринский и Манасский. Водоснабжение осуществляется с 5 водозаборов общей мощностью 27,7 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, протяженность водопроводных сетей составляет 125 км, на которых установлены 212 водопроводных колонок.

Сведения о водозаборах подземных вод по районам Таласской области на 2012 г.

Районы	Общее кол-во скважин, шт.	Суммарный дебит, м <sup>3</sup> /с	Используемые скважины		Количество скважин, непригодных к эксплуатации			
			кол-во, шт.	дебит, м <sup>3</sup> /с	Законсервированы, шт.	Ликвидированы, шт.	Из-за качества воды	По другим причинам
Кара-Бууринский	91		86	<u>0,824</u> 1,354	-	5	-	-
Манасский	35		29	<u>0,162</u> 0,199	-	6	-	-
Бакай-Атинский	73		68	<u>0,568</u> 0,848	-	5	-	-
Таласский	59		55	<u>0,309</u> 0,355	-	4	-	-
Итого по Таласской обл.	258		238	<u>1,863</u> 2,756		20		

Территория Джал-Абадской области относится к бассейну р. Сыр-Дарья. Самая многоводная река области – Нарын. Эксплуатацию систем водоснабжения г.Джал-Абад, поселков Кочкор-Ата, Кок-Янгак, Майли-Сай, г.Таш-Кумыр и райцентров осуществляет Джал-Абадское Управление водопроводно-канализационного хозяйства. Все остальные системы водоснабжения эксплуатируются либо районными службами «Сельремстрой», либо управлениями агрофермерских хозяйств.

В ряде населенных мест области система водоснабжения полностью отсутствует, а население забирает воду для питьевых и технических нужд из открытых водоемов.

Нарынский регион занимает центральное положение на территории Кыргызской Республики. Реки региона отличаются областью внутреннего стока и относятся к трем бассейнам: реки Кочкорского района – к бассейну р. Чу; реки высокогорного пастбища Ак-Сай и реки, расположенные на юго-восточной части Нарынского региона, – к бассейну р. Тарим; все остальные реки к бассейну р. Сыр-Дарья.

Водоснабжение области осуществляется восемью водозаборами общей мощностью 22,4 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, с протяженностью водопроводных сетей 161,5 км, на которых установлены 262 водозаборные колонки.

Эксплуатацию систем водоснабжения г. Нарын и райцентров осуществляет Нарынское Управление водопроводно-канализационного хозяйства. Все остальные системы водоснабжения эксплуатируются районными службами «Сельремстрой», местная система водоснабжения отсутствует, население снабжается водой для питья и технических нужд из открытых источников.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что в настоящее время 70-75% существующей сети водоснабжения республики находится в плохом состоянии, требует восстановления, ремонта и замены. Но в настоящее время из-за нехватки средств для установки дополнительного, необходимого оборудования, обработки воды и приобретения реагентов для существующих сооружений по обеззараживанию воды эти работы не проводятся, в связи, с чем можно сделать вывод, что Кыргызстан стоит перед очень серьезными экологическими и социальными проблемами.

#### Список литературы

1. Абдурасулов И.А. Водообеспечение, и очистка сточных вод Кыргызской Республики. – Бишкек: Илим, 1993. -449с.
2. Каримов Т.Х., Токтобаев И.К. Технология подготовки воды питьевого качества из горных рек. // Материалы Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития строительной науки», Часть 1, Бишкек, 2000г.
3. Каримов Т.Х., Осмонов Ж.И. К вопросу подготовки воды питьевого качества поверхностных источников // Сборник Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики, 2002 г. Выпуск 1.

**СЕКЦИЯ №17.  
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)**

**СЕКЦИЯ №18.  
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)**

**СЕКЦИЯ №19.  
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)**

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ОБОЛОЧКИ НА СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦАХ  
НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ**

**Богомолова О.Ю., Данилаев М.П.**

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ-КАИ)

Одной из основных задач при формировании полимерных композиционных материалов, наполненных субмикронными частицами, является обеспечение воспроизводимости требуемых физико-технических свойств конечного материала [6]. Достижение воспроизводимости заданных свойств материала возможно за счет обеспечения однородного распределения субмикронных частиц наполнителя в полимере при заданной концентрации [7].

При создании полимерного композиционного материала зачастую необходимо изменение поверхностного взаимодействия частиц наполнителя и полимера матрицы для обеспечения однородного распределения частиц наполнителя в полимерной матрице и управления надмолекулярной структурой полимера. Один из методов основан на формировании сплошной полимерной оболочки заданной толщины на поверхности отдельных субмикронных частиц [2]. За счет выбора полимера, из которого формируется сплошная оболочка, можно изменить поверхностные свойства субмикронных частиц наполнителя и, как следствие, их поверхностное взаимодействие с полимером, а за счет контроля толщины формируемого слоя полимера - обеспечить однородное распределение таких частиц в полимерной матрице при их требуемой концентрации.

Один из перспективных методов формирования полимерной оболочки вокруг отдельных субмикронных частиц основан на осаждении на их поверхность частиц мономера, при смешении двух многофазных газовых потоков [5], с последующей полимеризацией мономера на поверхности субмикронных частиц [3]. Данный метод был реализован в КНИТУ-КАИ в экспериментальной установке [4].

Целью данной работы являлось изменение поверхностных свойств субмикронных частиц при формировании на их поверхности полимерной оболочки в многофазных газовых потоках.

Для проверки изменения поверхностных свойств были проведены эксперименты по формированию полимерной оболочки на поверхности субмикронных частиц в многофазных газовых потоках. В качестве субмикронных частиц использовался оксид цинка ZnO (характерный размер частиц ~200 нм), полимерная оболочка формировалась за счет осаждения мелкодисперсных капель стирола. В результате экспериментов были получены покрытые полистиролом частицы оксида цинка [1]. Полученные покрытые частицы вводились в дистиллированную воду для получения суспензии. Полученная суспензия исследовалась методом фотонной корреляционной спектроскопии – ФКС (другое название - динамическое рассеяние света). Данный метод позволяет определить коэффициент диффузии дисперсных частиц в жидкости путем анализа корреляционной функции флуктуаций интенсивности рассеянного света. Далее, из коэффициента диффузии рассчитывается радиус наночастиц [8].

Исследовались два вида суспензий: дистиллированная вода с покрытыми частицами оксида цинка и дистиллированная вода с непокрытыми частицами оксида цинка (образец сравнения). Сравнение проводилось по среднему размеру частиц и коэффициенту диффузии, характеризующему свойства поверхности частиц.

Результаты измерения среднего размера частиц представлены на Рисунке 1.

Измерения показали, что средний размер частиц вырос на 3 нм (пик 1). Это соответствует результатам экспериментов, проведенных ранее, и предварительным оценкам толщины оболочки при капсулировании ZnO полистиролом при заданном соотношении концентраций [4].

Результаты измерения коэффициента диффузии частиц представлены на Рисунке 2.

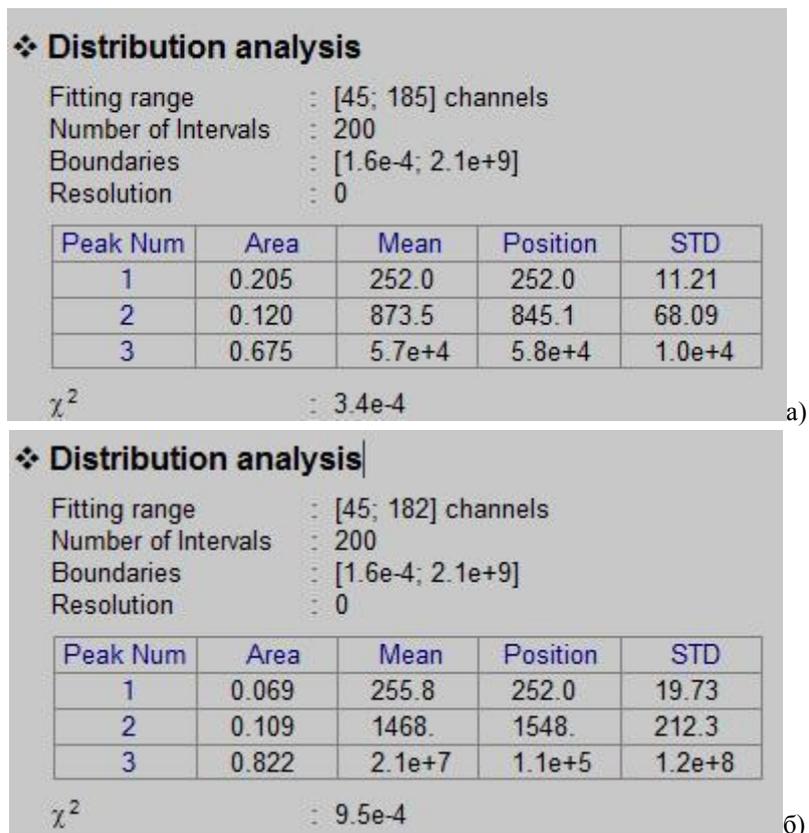
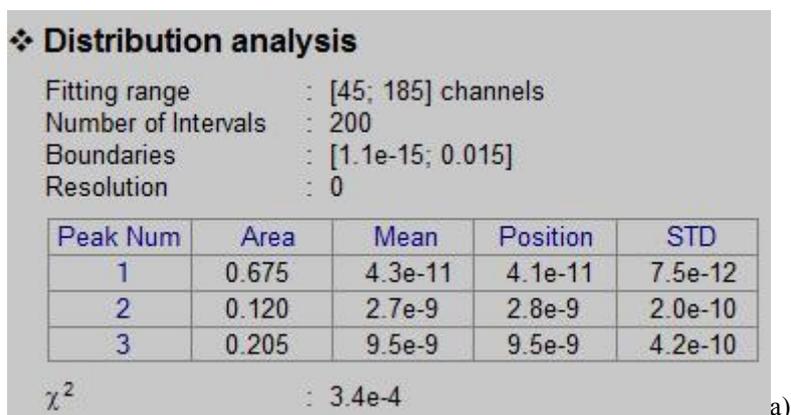


Рис.1. Результаты измерения размера частиц методом ФКС: а – образец с непокрытыми частицами ZnO; б – образец с частицами ZnO, капсулированными полистиролом.

Измерения показали, что коэффициенты диффузии непокрытых частиц и капсулированных полистиролом частиц оксида цинка отличаются в два раза (пик 1), что свидетельствует о формировании сплошной полимерной оболочки вокруг субмикронных частиц и изменении поверхностного взаимодействия покрытых частиц с дистиллированной водой.



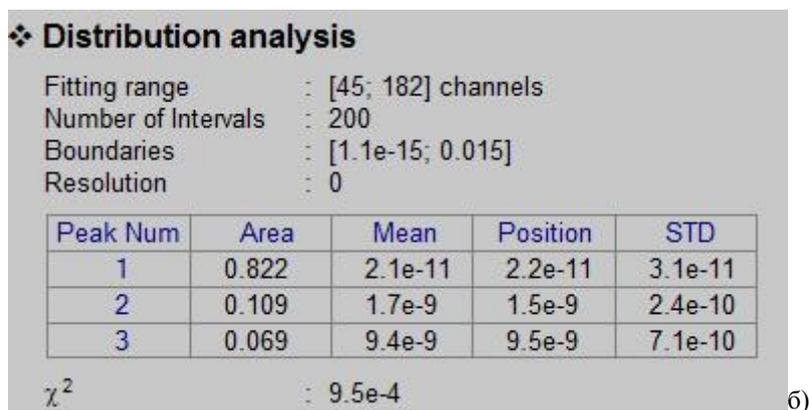


Рис.2. Результаты измерения коэффициента диффузии частиц методом ФКС: а – образец с непокрытыми частицами ZnO; б – образец с частицами ZnO, капсулированными полистиролом.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтвердили возможность использования метода формирования сплошной полимерной оболочки на поверхности субмикронных частиц для изменения их поверхностного взаимодействия с наполняемым ими веществом.

Работа выполнена при поддержке гос. задания №11.34.214/К на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности, Фонда (Фонд содействия инновациям) содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (конкурс УМНИК--1-13-П), договор №002218.

#### Список литературы

1. Богомолова О.Ю., Данилаев М.П., Зуева Е.М., Польский Ю.Е. Условие формирования сплошной полимерной оболочки на поверхности субмикронных частиц в многофазных газовых потоках // Вестник технологического университета. - 2015. - Т.18, №6. - С.49-53.
2. Богомолова О.Ю., Данилаев М.П., Польский Ю.Е. Оценка минимальной толщины полимерной оболочки, сформированной вокруг центра конденсации субмикронного размера// Международная научно-техническая конференция "Нигматуллинские чтения" 19-21 ноября 2013г. с.317-318.
3. Богослов Е.А., Данилаев М.П., Ефимов М.В., Михайлов С.А., Польский Ю.Е. Способ получения порошка капсулированного полимерного материала (варианты) и устройство для его реализации (варианты)// Пат. 054768 Российской федерации МПК7 C08J3/12, C08J 3/28, C08J 9/14, C08J 9/00, B05D 1/04, B05C 3/00, B82Y 99/00, заявитель и патентообладатель Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А.Н. Туполева – №2011136827/04; опубл. 22.06.2012.
4. Данилаев М.П., Богомолова О.Ю., Богослов Е.А., Михайлов С.А., Польский Ю.Е., Пашин Д.М. Капсулирование полимером субмикронных частиц// Российские нанотехнологии. 2014. Т.9, выпуск 11-12. с. 41-44.
5. Данилаев М.П., Михайлов С.А., Польский Ю.Е., Файзуллин К.В. Сопоставительный анализ камер смешения двух многофазных потоков противоположено заряженных частиц// Изв.вузов. Авиационная техника. 2012. №2. с.69-71
6. Ричардсон М. Промышленные полимерные композиционные материалы: Пер. с англ. /Под ред. Бабаевского П. Г. — М.: Химия, 1980. 472 с.
7. Чмутин И.А., Рвыкина Н.Г., Дубникова И.Л. и др. Контроль однородности распределения наночастиц в полимерной матрице. В кн.: Тезисы конференции «Нанотехнологии - производству - 2007». Фрязино, 2007 с. 229-234.
8. Berne B.J. and Pecora R. Dynamic Light Scattering with Applications to Chemistry, Biology and Physics. Willey-Interscience, N.Y. 1976.

## ЭЛАСТИЧНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОНТАКТЫ ДЛЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ДИСПЛЕЕВ

**Шубин Н.Е., доктор химических наук, профессор,  
заведующий кафедрой промышленной экологии и химии в КФ МГТУ им. Н.Э Баумана,  
академик (действительный член Академии) естественных наук**

Резюме: Описаны свойства эластичных контактов типа «Зебра», позволяющие снизить трудоемкость и повысить надежность конструкций с применением жидкокристаллических дисплеев и индикаторов. Показана возможность применения отечественного сырья и технических решений, использующих импортзамещающие технологии.

Ключевые слова: многослойные контакты, соединитель, дисплей, кремнийорганическая резина, эластичность, остаточная деформация, боковая изоляция, токопроводящая композиция на основе кремнийорганической резины.

### ELASTIC POLYMER CONNECTORS FOR LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAYS)

**N. Shubin. Doctor in Chemistry Sci., Professor. Head of Industrial Ecology and Chemistry Department of the Bauman Moscow State Technical University, Kaluga**

Abstracts: In article describes the properties of multilayer's elastic contacts ZEBRA which are more stable to environment conditions and decrease labour input for LCD (liquid crystal displays) compare with another ones. Undeniable competitive advantage of the Russia researchers is an implementation of Russian raw materials and processes instead of foreign materials and technologies.

Key words: multilayer's contacts, connector, display, silicon rubber, elastic, residual deformation, side isolation, conductive silicone rubber composition.

Появление наноразмерных порошков и новых технологий их обработки вызвали рост научных исследований гетеросистем пониженной размерности. Большое внимание уделяется особым формам модификаций углерода от графена до нанотрубок и фуллеренов, область применения которых распространяется от прочных композиций до новых полупроводниковых приборов. Установлено, что хорошо известные в электронике электроизоляционные составы при достижении их структурными элементами наноразмеров под действием поверхностной энергии подложки переходят в проводящее состояние. Формирование наноразмерных токопроводящих дорожек с использованием таких составов позволяет оперировать с отдельными молекулами и создавать уникальные приборы нанoeлектроники. Полимеры, как класс материалов, широко используемый в производстве компонентов электронной техники, впервые в последние годы стали использоваться как активные функциональные материалы, значение которых ставит их в один ряд с соединениями для оптоэлектроники  $A_3B_5$ [1].

В тоже время, не потеряли своей значимости полимерные микрогетерогенные композиции, содержащие дисперсную фазу порошков традиционных наполнителей, какой, например, является углеродная сажа. Добиться получения токопроводящих свойств – задача, традиционно хорошо решаемая при достаточно высоком содержании сажи в полимерной матрице. Сложности появляются при создании вулканизированной системы с заданным низким модулем упругости, отличающуюся отсутствием остаточной деформации при длительном воздействии нагрузок. Дополнительные ограничения в поисках оптимального состава и технологии получения вносят необходимость сохранения эластичности в широком диапазоне температур (-50÷+60 °C), одинаковый модуль упругости для токопроводящего и изоляционного слоев, четкие геометрические размеры и параллельность слоев, имеющих низкую толщину (от 50 мкм и выше), отсутствие коррозии на поверхности раздела вулканизированная резина - металлическая токопроводящая контактная площадка и т.д. В настоящей статье имеются ссылки на список патентов российских авторов, в которых приводится описание конкретных составов и особенности процесса диспергирования мелкодисперсных наполнителей, а также формирования тонких эластичных слоев, которые позволяют создать технологию и организовать производство материалов с заранее заданными свойствами. Эти работы являются итогом многолетних исследований, что затрудняет полное их изложение в рамках одной статьи. Тем не менее, представляется полезным рассмотреть особенности и применения подобных полимерных композиций, которые ввиду их уникальных свойств по-прежнему имеют широкий спрос на рынке современных технологий.

Эластичные электрические соединители применяют в производстве электронных часов, микрокалькуляторов и других приборов с жидкокристаллическими индикаторами (ЖКИ) (Рисунок 1).

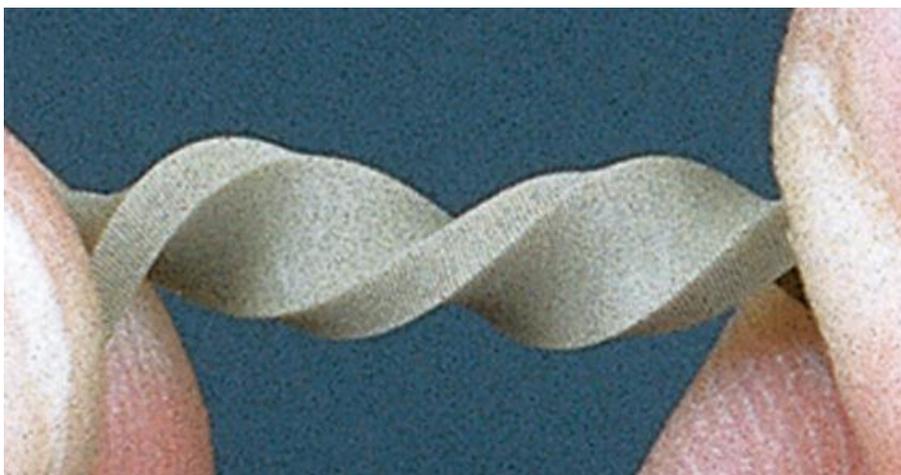


Рис.1. Эластичный соединитель

#### Параметры подключения

Дисплеи могут быть подключены к плате тремя различными способами: с помощью металлических штырей, пайкой или сваркой и через специальные токопроводящие эластичные соединители (Рисунок 2).

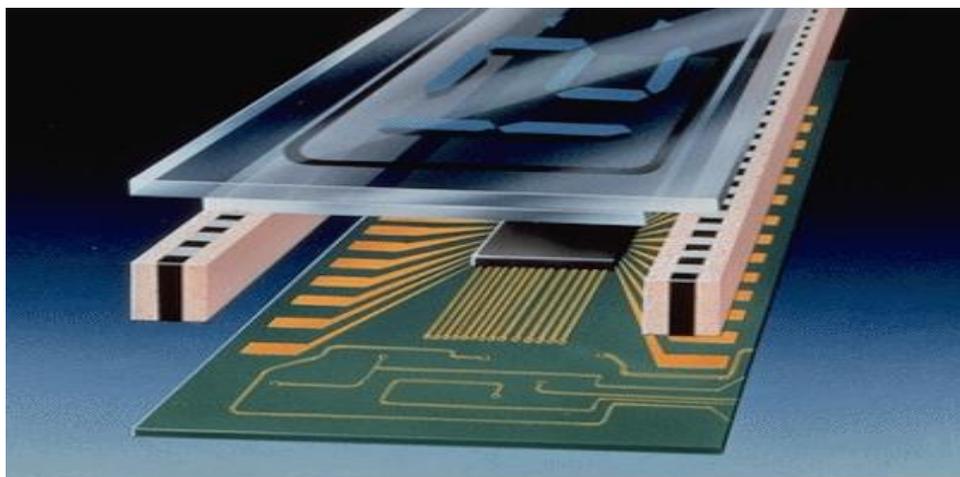


Рис.2. Конструкция ЖК – индикатора с эластичными соединителями.

Выбор будет зависеть от плотности контакта с подводящими токопроводящими дорожками (Табл.1). Плотность примыкания контактов имеет определяющее значение в устойчивости работы ЖК-дисплеев, поскольку величина проходящего тока измеряется от мили- до микроампер, и любое его снижение приводит к снижению яркости или прекращению свечения элементов ЖКИ.

Таблица 1

#### Виды присоединения дисплеев

Плотность соединения (мм)	Лучший разъем
От 0,00 до 2,54	Пайка
2,54; 2,0; 1,8	Тип Pin
> 2,54	Эластомерный

Эластичный тип разъема иногда называют полосами (контактами) ZEBRA благодаря своей конструкции. Контакты состоят из чередующихся параллельных слоев проводящего/непроводящего материала (обычно кремнийорганические резины, наполненные углеродным или металлическим наполнителем). Нужная высота и толщина определяются требованиями, задаваемыми конструкцией приборов с ЖК-дисплеем. Эластичные соединители выполняют роль поглотителей вибрации и ударов в промежутке между платой и индикатором. Повышенная точность, миниатюризация, облегченный монтаж межсоединений делают гибкие электрические контакты с боковой изоляцией наиболее эффективными для повышения плотности монтажа и для разного рода

применений в области дисплеев. Хорошие упругие свойства этого типа контактов в сочетании с высокой эластичностью могут компенсировать неправильность формы других компонентов, участвующих в сборке прибора, что снижает затраты и уменьшает количество брака. Простота сборки отличает контакты с боковой изоляцией (т.е. не требуется специальных инструментов и приспособлений для работы с ними, не требуется пайка и тем самым исключается нагрев. Достаточно небольшого нажима, чтобы ЖК-индикатор начал работать).

Высокая эксплуатационная эффективность эластичных контактов с боковой изоляцией обеспечивает возможность приборам с ЖКИ выдерживать суровые условия среды: температура, коррозия, химикалии, влажность и т.д.

Надежное присоединение обеспечивается плотностью проводящих слоев эластомера, приходящихся на одну контактную площадку (принятые стандартные показатели соответствуют 100, 160, 200 и 240 контактов (Рисунок 3).

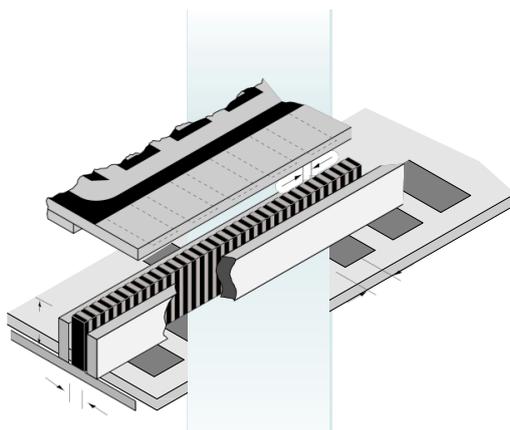


Рис.3. Схема расположения токопроводящих слоев ZEBRA на поверхности металлических контактных площадок печатной платы на дюйм.

#### Основные свойства эластичных контактов

Важнейшей характеристикой эластичных контактов, обеспечивающей плотный контакт с токопроводящими площадками в течение всего срока эксплуатации, является сопротивление накоплению остаточной деформации. На величину остаточной деформации сжатия влияют структура макромолекулы каучука, природа и концентрация вулканизирующего агента, катализатора отверждения, наполнителей. Недостатком резин из диметилсилоксанового каучука (типа СКТ) [2-4] является склонность их к накоплению остаточных деформаций при длительном сжатии и деструкции при высоких температурах в замкнутом контуре без доступа воздуха. Резины на основе диметилвинилсилоксановых каучуков (типа СКТВ и СКТВ-1) в значительно меньшей степени обладают такими недостатками. Они работают в неподвижных соединениях при деформациях сжатия до 20% в среде воздуха, озона и электрического поля при температуре от  $-50$  до  $+250$  °С длительно и  $300-330$  °С кратковременно в любых климатических условиях [4] (Табл.2).

Таблица2

Свойства слоев «ZEBRA»

Сопротивление проводящих слоев, Ом	1000
Допустимая нагрузка по току, мА	5
Сопротивление между проводящими слоями, Ом	$10^{12}$
Диэлектрическая проницаемость	2,8
Диапазон рабочих температур, °С	$-40$ до $+175$
Допустимая влажность, %	От 0 до 100

Остаточное сжатие может быть понижено введением 0,1 - 0,5% метилвинилсилоксановых звеньев [3]. Кроме регулирования плотности вулканизационной сетки, при этом сохраняются теплостойкость и относительное удлинение. Положительно влияет и применение мелкодисперсных наполнителей.

Технологические режимы изготовления [4-8]

Во многих случаях переработка сырых резиновых смесей осуществляется такими способами, как прямым прессованием, экструзией или каландрированием. Условия последующего отверждения (вулканизации) определяются исходя из способа вулканизации и требуемой толщины. Соответственно, меняются температура (от 80 до 400°C) и время (от 10 сек до 30 дней) вулканизации. Удельное объемное сопротивление токопроводящих слоев составляет от 1,0 до 0,01 Ом·м.

Например, листы электропроводящей резины толщиной 0,03 мм получают поливом из растворов или совместным каландрированием с изолирующим слоем на несущей пленке ПЭТ с последующим отслаиванием двухслойного силиконового резинового ламината от ПЭТ пленки. Полученные листы резиновых ламинатов собираются в стопу с образованием многослойного блока. Блок под давлением подвергают тепловой обработке для первичной вулканизации при 165°C в течение 10 часов с последующей нарезкой блока на пластины перпендикулярно к слоям. Для достижения твердости по Шору порядка 60Н силиконовые резиновые листы дополнительно подвергают тепловой обработке при 120°C в течение 1 часа с достижением полного отверждения. Резиновые блоки разрезают на отдельные соединители требуемого размера.

Токопроводящую резину получают наполнением техническим ацетиленовым углеродом, изоляционную - белой сажей и двуокисью титана.

Блоки выдерживают при 25±5°C в течение 24 ч с последующим завершением реакции между оставшимися функциональными группами при 50±5°C в течение 5-8 ч. Наличие функциональных групп в соединяемых слоях пластин приводит к монолитизации блока за счет процесса «химической сварки» примыкающих поверхностей. Механическая прочность слоев ZEBRA «политых» и «сваренных» (каландрированных) идентична.

Из готовых блоков вырезают контакты необходимых размеров.

Боковая изоляция

На многослойные эластичные пластины, полученные из блоков эластичных типа " ZEBRA ", наносят боковую изоляцию. Известны способы изготовления эластичных электрических соединителей с одно- и двухсторонней боковой изоляцией (соединители типа S фирмы Shin-Etsu Polymer (Япония), " ZEBRA -1000" фирмы Tecknit Inc США. Dongguan Daliwei Silicone Tech Co., Ltd (Китай) и др.[10,11].

Особое место занимает отечественный способ изготовления многослойных эластичных контактов типа " ZEBRA ", который включает операции с использованием тонких многослойных пластин. Как показала практика, при использовании незащищенных контактов возможно замыкание между знаковым и сигнальным электродами ЖКИ, что приводит к повышенному потреблению тока ЭП и снижению выхода годных изделий.

Выполняя защитную роль многослойных эластичных контактов, боковая изоляция слоев повышает надежность их работы в ЭП и ЖКИ.

Из готовых пластин с тонкой боковой изоляцией вырезают контакты заданных размеров. Использование автоматизированного способа нанесения тонкой боковой изоляции методом напыления на многослойные эластичные электрические контакты повышает производительность труда, улучшает эксплуатационные характеристики гибких электрических контактов за счет снижения остаточной деформации и повышения надежности их работы.

Многослойные гибкие контакты с тонкой боковой изоляцией имеют следующие свойства (Табл.3):

Таблица 3

Свойства контактов с боковой изоляцией

Состав	Сопротивление боковой изоляции, Ом	Сопротивление токопроводящих слоев, Ом	Сопротивление изоляционных слоев, Ом	Остаточная деформация, %	Твердость по Шору, усл.ед.	Толщина боковой изоляции, мкм	Толщина изоляционных и проводящих слоев, мкм
Состав 1	10 <sup>12</sup>	400-500	10 <sup>10</sup>	1,5	25	30	100
	10 <sup>13</sup>	300-450	10 <sup>9</sup>	1,7	28	50	115
	10 <sup>13</sup>	350-500	10 <sup>10</sup>	1,8	26	70	140
Состав 2	10 <sup>11</sup>	700-800	10 <sup>10</sup>	1,8	29	25	160
	10 <sup>12</sup>	750-800	10 <sup>10</sup>	2,0	30	40	120
	10 <sup>12</sup>	650-800	10 <sup>11</sup>	1,9	30	50	70
Прототип	-	300-800	10 <sup>9</sup>	2-3	50±5	-	70-160

Низкоомные токопроводящие слои [12]

Для снижения удельного объемного электрического сопротивления до  $1 \cdot 10^{-2}$  Ом·см нужны низкоомные эластичные соединители, работающими с приборами при больших управляющих токах и высоких частотах питающих напряжений. В качестве проводящего наполнителя во многих случаях применяют мелкодисперсный порошок серебра. Форма частиц достаточно разнообразна: от частиц неправильной формы до дендритов и других геометрических форм, получаемых измельчением, химическими, электрохимическими и др. способами. Также используют стеклянные или фенольные частицы сферической формы, поверхность которых покрыта тонким слоем серебра.

Кроме серебра, используют более дешевые и доступные металлы или их производные. Так, токопроводящая композиция, включающая диметилсилоксановый каучук, в качестве наполнителя содержит мелкодисперсный порошок карбонильного никеля и дополнительно содержит раствор дибутиллаурата олова в этилсиликате-32, взятых в массовом соотношении 1:1, и моноглицидный эфир (Табл.4):

Таблица 4

Состав токопроводящей композиции, масс.ч.

Диметилсилоксановый каучук (СКТН)	90, 0-100, 0
Мелкодисперсный порошок карбонильного никеля	400, 0-800, 0
Раствор дибутиллаурата олова в этилсиликате-32 (катализатор К-1, марка А)	1,0-1,5
Моноглицидный эфир	6,0-14,0

Удельное объемное электрическое сопротивление наполненного композита находится в пределах  $5 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^{-3}$  Ом·см (Табл.).

Остаточная деформация сжатия вулканизатов,  $\epsilon_{ост}=3,0-3,5\%$ , твердость по Шору А = 50-75.

Толстая боковая изоляция

На поверхности многослойных эластичных пластин, вырезанных из эластичных блоков типа Зебра, также наносят поддерживающие, придающие геометрическую устойчивость при сборке и эксплуатации ЭП, боковые слои (Рисунок 4).

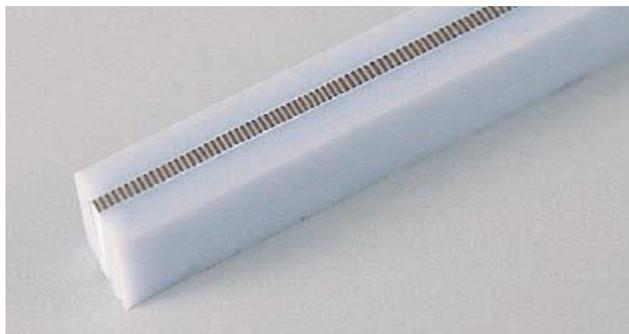


Рис.4. Образец контакта ZEBRA с пористыми боковыми слоями

Пористый изоляционный слой толщиной  $0,4 \div 4,5$  мм с низким модулем упругости (для обеспечения плотного прилегания токопроводящих слоев к металлическим контактным площадкам) возникает при разложении порообразователя, вводимого в кремнийорганические каучуки.

Сопротивление проводящих, изоляционных слоев и боковой изоляции контактов сохраняют свои значения также после воздействия влаги и термоциклов.

Остаточная деформация (не более 3-5%) пористого слоя находится на уровне первичного многослойного материала.

#### Список литературы

1. Н.Е. Шубин. От микроэлектроники к функциональной полимерной наноэлектронике. Учебное пособие, Владикавказ, изд. «Терек», 2013. с. 180.
2. Р.Д. Джатиева, Н.Е. Шубин. Композиционные материалы на основе кремнийорганических каучуков для многослойных контактов. XII Андриановская конференция «Кремнийорганические соединения. Синтез, свойства, применение». 25-27 сентября 2013г.//Сб. Тезисов докладов. М., ИНЭОС РАН. с.136.
3. О.Н. Долгов, М.Т. Воронков, М.П. Гринблат. Кремнийорганические жидкие каучуки и материалы на их основе. «Химия», Ленинградское отделение, 1975. С.64.

4. М.В. Соболевский, О.А. Музовская, Г.С. Попелева. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов. М., «Химия», 1975. С.77.
5. Р.Д. Джатиева, Л.А. Кравченко, Ю.И. Чернышенко, Г.А. Воробьев, А.Н. Тимофеева, Н.Е. Шубин. Способ изготовления многослойных эластичных контактов типа «зебра». Ас СССР № 1410145 кл. Н 01 г 13/40, 1986.
6. Р.Д. Джатиева, Л.А. Кравченко, Ю.И. Чернышенко, А.Н. Тимофеева, Н.Е. Шубин. Способ изготовления многослойных эластичных контактов типа «зебра». Ас СССР №1737586, кл. Н01г 13/40,1990.
7. В.С. Ерыгина, А.В. Зорин, Р.Д. Джатиева, Н.Е. Шубин, В.П. Царев и Л.А. Туаева. Способ изготовления многослойных эластичных контактов типа "зебра". Ас СССР №1769279, кл. Н 01 г 13/40, 1986.
8. А.В. Зорин, Л.А. Кравченко, Н.Е. Шубин, Е.Л. Шубина, О.А. Степанова и Н.А. Киянко. Способ изготовления многослойных эластичных контактов типа «Зебра». Патент СССР №. 1820964, кл. Н 01 г 13/40, 1992.
9. Н.Е. Шубин, Е.Л. Шубина, Т.Б. Протазанова. Электропроводящая композиция. Ас СССР №1801971, 1991г.
10. Masaharu Takahashi; Tomiyoshi Tsuchida, Hiroshi Matsukawa. Conductive silicone rubber composition. Пат. США № 5447661, 1995.
11. Tsuyoshi Imai. Shin-Etsu polymer Co. Rubber connector. Пат. США №6358615, 2002.
12. Микио Иино, Цутому Накамура, Кадзухико Аоки. Shin-etsu polymer со. Проводящая силиконовая резиновая смесь и разъем с низким сопротивлением. Пат. США №6309563 В1, 2001г.

## **СЕКЦИЯ №20.**

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)**

#### **АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АВИАПЕРЕВОЗКАХ**

**Дауренбеков К.К., Даутбаева А.О., Дайрабеккызы Ж.**

Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата

Автоматизация работы с базами данных актуальна на сегодняшний день как никогда раньше. Так как данных для обработки становится больше, необходимы большие вычислительные мощности для более быстрого доступа и более быстрой обработки нужных данных. Проектирование программного продукта включает в себя нахождения способа решения этих проблем. Разработка программного комплекса предполагает также создание удобного для пользователя интерфейса.

Ключевые слова: автоматизация, баз данных, бронирования, реляционные.

Развитие средств вычислительной техники обеспечило возможность для создания и широкого использования систем обработки данных разнообразного назначения.

Разрабатываются информационные системы для обслуживания различных систем деятельности, систем управления хозяйственными и техническими объектами, модельные комплексы для научных исследований, системы автоматизации проектирования и производства, всевозможные тренажеры и обучающие системы [1].

Одной из важных предпосылок создания таких систем стала возможность оснащения их "памятью" для накопления, хранения и систематизация больших объемов данных. Другой существенной предпосылкой нужно признать разработку подходов, а также создание программных и технических средств конструирования систем, предназначенных для коллективного пользования. В этой связи потребовалось разработать специальные методы и механизмы управления такого рода совместно используемыми ресурсами данных, которые стали называться базами данных. Исследования и разработки, связанные с проектированием, созданием и эксплуатации баз данных, а также необходимых для этих целей языковых и программных инструментальных средств привели к появлению самостоятельной ветви информатики, получившей название системы управления данными.

В наше время ни одна крупная организация не может обойтись без баз данных. Базы данных необходимы для хранения всей необходимой информации, которая может понадобиться для работы предприятия. Для большинства предприятий целесообразно хранить информацию о работниках, клиентах и услугах или товаре.

Автоматизация работы с базами данных актуальна на сегодняшний день как никогда раньше. Так как данных для обработки становится больше, необходимы большие вычислительные мощности для более быстрого доступа и более быстрой обработки нужных данных. Проектирование программного продукта включает в себя

нахождения способа решения этих проблем. Разработка программного комплекса предполагает также создание удобного для пользователя интерфейса [2,3].

Работа современного аэропорта невозможна без автоматизации производственных и бизнес-процессов. Так как аэропорт – большая и сложная система, будем рассматривать упрощенную модель, в которой сущностями будут самолёты, пилоты, пассажиры и багаж, а связями – рейсы и принадлежность багажа.

Автоматизация и широкое применение электронной техники становятся одной из актуальнейших задач в отрасли туризма. Создание мощных компьютерных систем бронирования средств размещения и транспорта, экскурсионного и культурно-оздоровительного обслуживания, внедрение новейшей технологии в сферу туризма, информация о наличии и доступности тех или иных видов поездок, маршрутов, туристского потенциала стран и регионов - весь комплекс этих вопросов с учетом развития интеграционных процессов ставится в повестку дня текущей и будущей деятельности организации.

Глобальное развитие систем бронирования связано с ростом спроса на туристские поездки. В системах бронирования в настоящее время можно забронировать, как номер в гостинице, железнодорожные и авиабилеты, так и доставка билетов в театр, заказ трансферта, такси, цветов и прочих дополнительных услуг [6].

Бронирование авиабилета - это процесс закрепления за конкретным пассажиром места на нужный рейс, по определенному классу обслуживания. Бронирование делается бесплатно и не обязывает выкупать билет до момента его выписки на бланке соответствующего авиаперевозчика. Результатом процедуры бронирования является возможность закрепить место на одном или двух рейсах разных авиакомпаний и затем в течение нескольких дней определиться в выборе.

Старейшая и самая популярная на нашем рынке глобальная дистрибутивная система Amadeus уверенно продолжает наступление по всем фронтам - идет в регионы, подключает новых, в том числе бюджетных, перевозчиков, активно внедряет на сайтах агентств свои интернет-движки бронирования.

Компания Amadeus - ведущий поставщик передовых решений в области информационных технологий, дистрибуции и электронной коммерции для мировой индустрии туризма и авиаперевозок. Инвестируя в разработку IT-решений нового поколения, открываются эффективные возможности для успешной адаптации и роста бизнеса в условиях высокой конкуренции и стремительных перемен. Среди клиентов и партнеров компании авиакомпании, тревел-агентства, гостиницы, компании по аренде автомобилей, железные дороги, круизные и паромные компании, страховые провайдеры и туроператоры, а также корпорации и путешественники.

Все решения, предлагаемые компанией, разделены на 4 группы: дистрибуция ресурсов (Distribution & Content), инструменты продаж и электронная коммерция (Sales & e-Commerce), управление бизнес-процессами (Business Management) и консалтинговые услуги (Services & Consulting).

Amadeus концентрирует в себе информацию о заказе билетов на рейсы международных авиакомпаний, аренде автомобилей, бронировании мест в гостиницах и представляет собой самую объемную базу данных. КСБ Amadeus доступна через компьютерные сети и работает на автономных системах.

Кроме того, Amadeus позволяет мгновенно бронировать услуги местных компаний, включая железнодорожные, фирм, занимающихся морскими пассажирским перевозками и даже распространяющих билеты на всевозможные культурные мероприятия.

Партнерство во имя развития - именно эта философия является движущей силой, направляющей развитие продуктов и услуг компании Amadeus. Полная нейтральность и независимость всех продуктов Amadeus помогает представить клиентам всеохватывающую картину вариантов отдыха и путешествий.

Amadeus предлагает самый надежный спектр услуг сферы путешествий и туризма, а также предоставляет полный инструментарий управления, доступный из любого места.

Существуют различные продукты компании Amadeus: Amadeus Air, Amadeus Fare Guote, Amadeus Hotels, Amadeus Cars.

AMADEUS Air - это система, обеспечивающая доступ к самому обширному выбору международных авиарейсов в мире, предоставляя в режиме реального времени расписания полетов более 400 авиалиний.

Здесь гарантируется совершенно точная, до последней минуты скорректированная информация о рейсах до любого пункта назначения в мире. Это обеспечивает большую доступность последних сведений о свободных местах.

AMADEUS Fare Guote - крупнейшая, и тем не менее простая в использовании база данных по тарифам авиалиний. Вся нужная информация доступна с помощью одного запроса, поэтому нет необходимости просматривать на дисплее результаты дополнительных запросов. Здесь быстрое и простое получение комбинированных цен для сложных маршрутов с предоставлением возможных скидок - и все это в одной операции. При этом нет нужды в бронировании для квотации цен или запросов.

Система AMADEUS Hotels предлагает точную, скорректированную до последней минуты информацию о размещении ориентировочно в 35000 сетях отелей и гостиниц во всем мире. Дополнительно эта система предоставляет очень ценные сведения о местонахождении гостиницы, наличии свободных мест, о видах услуг и специальных расценках, оговариваемых конкретным агентством. С помощью разнообразных легко читаемых и настраиваемых экранов можно предложить клиентам именно тот номер в гостинице, который больше всего им подходит.

Система AMADEUS Cars предлагает возможности бронирования в режиме реального времени, обеспечивая взаимодействие с основными компаниями проката автомобилей в тысячах населенных пунктов в сотнях стран. Можно получить информацию из базы данных многих компаний, узнать о специальных расценках и предложениях, кватировать тарифы в местной валюте. Все представленные цены будут фактическими ценами, без каких-либо вводящих в заблуждение скрытых условий и ограничений, что позволяет смело предлагать их клиентам. Информация доступна в интерактивном режиме, поэтому клиент может сам узнать об условиях и услугах соответствующей компании, а также уточнить минимальные требования относительно возраста и квалификации, предъявляемые к водителю этой компанией и в данной стране. Для удобства клиента запрос о местонахождении предлагающей услуги компании производится по любым городам или аэропортам [9].

Изучая тенденции развития отрасли и постоянно инвестируя в новые технологии, Amadeus сегодня является одним из ведущих поставщиков решений по электронной коммерции в мире, как для авиакомпаний, так и для турагентств. Но, несмотря на растущую популярность интернет-каналов бронирования, доля продаж авиабилетов через агентскую сеть в последнее время не претерпела существенных изменений. Компания продолжает совершенствовать технологию продаж расширяя интерактивные возможности системы и выбор доступных услуг.

#### Список литературы

1. Сагайда П.И. Разработка и организация баз данных в системах автоматизации проектирования и управления: Учебное пособие для студентов специальности 7.080402. - Краматорск: ДГМА, 2003. - 160 с.
2. Джексон «Проектирование реляционных баз данных» - М: Мир, 1991. -278с.
3. Карчевский Е.М. Филиппов И.Е. Access 2010 в примерах – Изд. дом «Казанский федеральный университет»,2011. – 118 с.
4. Конноли Т. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Конноли, К. Бегг. – 2-е изд. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2000. – 1120 с.
5. Базы данных: Учебник для вузов / Под ред. А.Д. Хомоненко. – СПб. Корона принт, 2000. – 416 с.
6. Ачкасов В.Ю. - Программирование баз данных в Delphi. pdf - 255 с.
7. <http://firebirdsql.org/> - официальный сайт Firebird.
8. Ковязин А.Н., Востриков С. М.; - Архитектура, разработка и администрирование приложений баз данных в Interbase, Firebird, Yaffil; - 2003 - 473 с.
9. Wikipedia@2001- ru. wikipedia.org/wiki/Система\_управления\_базами\_данных.
10. Wikipedia@2001 - [http://ru.wikipedia.org/wiki/Проектирование\\_баз\\_данных](http://ru.wikipedia.org/wiki/Проектирование_баз_данных).

## АРХИТЕКТУРА ИСКУССТВЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТ-ПОМОЩНИКОВ И МЕГАИНТЕРНЕТ

**Рязанова А.А., Щербаков А.Ю.**

Федеральный исследовательский центр РАН “Информатика и управление”, (ФИЦ ИУ РАН)

В 1950 г. Алан Мэтисон Тьюринг опубликовал статью под названием «Может ли машина думать?» (Can the machine think?) [2]. В ней Тьюринг рассмотрел два основополагающих определения — «машина» и «мыслить». Но если размышления ученого по первой проблеме были актуальны в основном для его современников, то разработанный Тьюрингом критерий разумности вычислительных систем используется до сих пор.

Для выявления электронного интеллекта он предложил так называемую «игру в имитацию». Изначально ней участвуют три человека — мужчина, женщина и судья. Последний отделен от двух других стенами комнаты, все общаются посредством телеграфной связи (чтобы исключить узнавание по голосу, в современном случае это будет общение путем ввода текстов с клавиатуры). Цель задающего вопросы состоит в том, чтобы выяснить, кто

из остальных участников является женщиной, а кто — мужчиной. Цель игры для женщины — помочь судье, а для мужчины — сбить его с толку.

Следующим шагом было заставить отвечать на вопросы машину вместо мужчины. Будет ли в этом случае задающий вопросы ошибаться столь же часто, как и при игре, где участниками являются только люди? Алан Тьюринг прогнозировал, что в ходе пятиминутного теста компьютер с памятью около 120 Мб сможет обмануть человека в 30% случаев. Современные семантические технологии позволяют поднять планку Тьюринга до 70 и более процентов случаев.

Искусственный интеллект-помощник (ИИП) представляет собой приложение, являющееся обучаемой псевдоразумной системой, связанной в интернет-пространстве с другими интеллект-помощниками. ИИП имеет наращиваемую модульную архитектуру, которая включает ядро и дополнительные модули, которые подключаются к ИИП по стандартному интерфейсу и обрабатывают данные в стандартных или документированных форматах.

Таким образом, предлагаемый проект ставит целью создание персонального помощника и собеседника, который на основе полностью детерминированных семантических алгоритмов сможет решить как задачи оптимизации интеллектуальной работы, включая систематизацию, обучение и накопление знаний, так и поддерживать осмысленный диалог и быть способным к обучению. Этот подход в корне отличается от продюсируемых в настоящее время проектов типа Siri [3] или GoogleNow [4], которые опираются на закрытую архитектуру и неизвестный информационный ресурс, недоступный при отсутствии интернета.

Кроме того, весьма важным является наличие интегрирующего ресурса, возможно, отличного от Интернет, который связывает находящиеся в текущее время в сети ИИП в единую мега-систему, которая транслирует потребности пользователей ИИП и позволяет учесть прецеденты использования и создать постоянно обновляемый и динамичный проект.

Ядро ИИП включает следующие компоненты:

- блок ввода и распознавания семантических конструкций,
- блок сопряжения с поисковыми системами,
- блок постобработки результатов поиска,
- блок выборки данных с учетом накопленных, явно выраженных и эмоциональных предпочтений,
- блок настройки,
- блок связи с другими ИИП,
- коллекция диалогов, хранящая ранее имевшие место диалоги,
- коллекция объясняющих конструкций – результат общения и обучения ИИП с пользователем,
- коллекция прецедентных знаний – первичная коллекция смысловых соответствий, включающая ежедневные словари,
- коллекция локальных результатов, в которую помещаются результаты работы ИИП за предыдущее время.

Таким образом, Мегаинтернет – совокупность знаний всех Помощников (ИИП), структурированная исходя из полезности для Пользователей, хранящаяся на локальных ресурсах владельцев ИИП. Последовательность работы мегаинтернета задана следующим списком:

- Ввод вопроса от Пользователя
- Поиск ответа в Локальных знаниях
- Поиск ответа в других Помощниках (ИИП)
- Поиск во внешних Поисковых системах
- Корректировка ответа от внешних Поисковых систем с учетом предпочтений, событий и местоположений
- Формулировка ответа (прямой ответ, почта, ссылка, файл, ответы других ИИП и Пользователей)
- Запрос Полезности ответа
- Фиксация Полезности ответа
- Корректировка предпочтений со стороны ИИП
- Прямая корректировка предпочтений Пользователем
- Обновление Локальных знаний
- Прямой совет по инициативе Помощника (по событиям календаря, времени, отложенных действий типа «напомнить позже»)

Схематически работа ИИП может быть проиллюстрирована следующим образом:

- пользователь (субъект «Я») текстуально или голосом через блок ввода и распознавания семантических конструкций вводит в произвольной форме вопросы или повествовательные предложения (далее называемыми

«запросами» или «запросами пользователя»), предназначенные для обработки искусственным интеллект-помощником (который является субъектом «ты» или субъектом «имя», которое задано на этапе настроек);

- введенная конструкция сравнивается с имеющейся в БД диалогов и, при наличии близких конструкций субъекту «я» сообщается об имевшем место ранее диалоге («ты уже спрашивал похожее...»), при отсутствии близких конструкций запрос анализируется по следующим параметрам:

- имеются ли слова запроса в коллекции семантических конструкций и если все слова имеются в коллекции, то выявляется смысл запроса – выделяются упоминаемые объекты и связывающие их функции, например, «Где я сейчас еду?» - Ключевой вопрос «где», «я» - отношение к пользователю, «сейчас» - настоящий момент времени, «еду» - малоинформативная компонента, эквивалентная «иду», «нахожусь».

В случае отсутствия слов запроса в коллекции семантических конструкций ИИП уточняет их у пользователя и ответами модифицирует коллекцию семантических конструкций, т.е. происходит стадия обучения ИИП также в форме диалога. Например, если пользователь вводит «Мне скучно», ИИП может уточнить вопросом «Что такое «скучно?» и накопить слова, сопровождающие объяснения, в коллекции объясняющих конструкций.

Пользователь может ответить, что «скучно» - «когда ничего не радует», «нечем заняться» и тогда ИИП предлагает «Что сделать, чтобы тебе не было скучно?» и субъект «Я» может ответить разными вариантами «Ничего», «Расскажи сказку», «Расскажи анекдот», «Расскажи что-нибудь веселое». Все четыре вариант будут обработаны ИИП, в первом случае ИИИ уточняет, почему ничего делать не надо и «Я» может ответить вариантами, например – «Я занят», «Я не знаю, чего я хочу». Во втором случае ИИП производит поиск в коллекции локальных результатов на предмет наличия уже рассказанной ранее сказки с меткой «ироничная» или «веселая» и предлагает ее пользователю, а в случае его отказа производит поиск и сравнивает найденное с уже имеющимся в коллекции локальных результатов и предлагает пользователю сказку, не имеющую аналогов в коллекции локальных результатов и при согласии пользователя предлагает ему текст сказки для прочтения или зачитывает ее вслух и при одобрении (выслушивании или прочтении до конца или большей части) помещает ее в коллекцию локальных результатов. Третий случай обрабатывается аналогично второму, четвертый продолжает диалог с пользователем уточнение «Что ты хочешь услышать – стихи, сказку, анекдот?». Основой распознавания вопросов является анализ вопросительных слов, заданных следующей таблицей.

Таблица 1

кто;1;субъект	какой;3;свойство	который;5;описание
кого;1;субъект	какие;3;свойство	которая;5;описание
кому;1;субъект	какое;3;свойство	которое;5;описание
кем;1;субъект	какого;3;свойство	сколько;6;количество
ком;1;субъект	каком;3;свойство	когда;7;время
что;2;объект	чей;4;принадлежность	где;8;место
чего;2;объект	чья;4;принадлежность	куда;9;местоприбытия
чему;2;объект	чье;4;принадлежность	как;10;причина1
чем;2;объект		откуда;11;источник
		почему;12;причина2
		зачем;13;причина3

В случае обращения запросов от ИИП к поисковым системам (в первую очередь отбрасывания неинформативных компонент) он преобразуется в формальный запрос в поисковую систему через блок сопряжения с поисковой системой.

Далее блок выборки данных с учетом предпочтений передает результаты постобработки пользователю с учетом его предпочтений или заданных эмоциональных параметров, например, результат поиска некоторого текста может быть соотнесен с желанием субъекта «я» видеть найденный текст «ироничный», «веселый», «добрый», либо отфильтрованный по тематике «проза», «стихи», «анекдоты», либо текст, похожий на уже прочитанный пользователем ранее. Так в приводимом примере реплика «Мне скучно» устанавливает текущее состояние настроек на более ироничные или оптимистичные реплики ИИП, при этом словарный контент выбирается из коллекции прецедентных знаний по набору слов в тематиках «веселый», «ироничный», «грустный».

Настройки и предпочтения также могут задаваться в виде запросов, например «я хочу найти научные статьи по» или «мне хочется почитать романтические стихи»

Субъект «я» может оценивает результат работы ИИП (например, «ты нашел не совсем то, что нужно» или «наиболее полезным были первая и пятая ссылка») и тем самым изменить приоритеты поиска и работы в целом,

либо уточнить эти результаты. Принятые пользователем ответы размещаются в коллекции локальных результатов (в виде плоского текста или ссылок).

Кроме того, ИИП выполняет функции секретаря, напоминает о регулярных событиях, например «Тебе надо выбрать подарок на 8 марта. В прошлый раз ты дарил...»

Для улучшения качества работы ИИП может производиться постоянный анализ вводимого пользователем текста во всех приложениях, включая набор sms (в том случае, если ИИП или его часть установлены в рамках мобильного устройства) и формируется технически входящий в коллекцию прецедентных знаний ежедневный словарь – слова, которые пользователь добавляет к своему первичному лексикону. Этот словарь служит как для оценки состояния пользователя (включая его состояние здоровья), так и для трекинга его активности и инициирования диалога.

Кроме того, производится индексирование созданных пользователем документов, писем и диалогов в соцсетях для их быстрого поиска, коррекции предпочтений, обновления ежедневного словаря. Пользователю может также предлагаться описание или аннотирование изображений, просмотренных, созданных и отобранных им. При этом изображения или ссылки на них помещаются в коллекцию локальных результатов.

С учетом реализации накопления знаний и обучения в течении 2-3 месяцев ИИП превращается в неотъемлемое альтер-эго пользователя и позволяет минимизировать технические вопросы поиска и отбора информации, а также успешно автоматически представлять пользователя в группах общения и соцсетях при помощи модуля генерации текстов. Кроме того, автоматически организуется независимая от доступности глобальных сетей локальная коллекция наиболее нужных пользователю информационных ресурсов.

ФИЦ ИУ РАН в настоящее время заканчивает тестирование макета ИИП, представление планируется на второй квартал текущего года.

Статья подготовлена при поддержке РФФИ, гранты № 14-07-00783 и № 15-07-08522.

#### **Список литературы**

1. Robert Sheckley Ask A Foolish Question, <http://www.readbookonline.net/readOnLine/63673/>
2. The Alan Turing Internet Scrapbook The Turing Test, 1950 <http://www.turing.org.uk/scrapbook/test.html>
3. Speech Interpretation and Recognition Interface <https://ru.wikipedia.org/wiki/Siri>
4. Google Now [https://ru.wikipedia.org/wiki/Google\\_Now](https://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Now)

## **КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ КАК ФАКТОР НОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**Сухорослова Ю.В., Исаев А.А., Французова В.В.**

АО ЦНИИ «Электроника», РФ, г.Москва

#### **Аннотация**

Данный обзор посвящен описанию предпосылок внедрения и возможных приложений технологий концепции «Интернета вещей» для формирования нового типа предприятия в различных отраслях промышленности. Анализируются ведущие технологии в области систем интеллектуального управления, сетей, обмена и обработки данных. Рассматриваются актуальные тренды в развитии концепции интернета вещей – формирование «Социального интернета вещей», а также примеры внедрения технологий в промышленной практике.

## **INTERNET OF THINGS AS A FACTOR OF NEW INDUSTRIAL REVOLUTION**

**Y.V. Sukhoroslova, A.A. Isaev, V.V. Frantsuzova**

JSC «Central Research Institute «Electronics», Russian Federation, Moscow

#### **Abstract**

This review is dedicated to description of the prerequisites for possible applications of the concept of "Internet of Things" technologies for the formation of a new type industry. The leading technologies in the intelligent systems, networking, and data processing were analyzed. In addition, the current trends in the Internet of Things - the formation of "Social Internet of Things" were considered, as well as examples of technology's implementation in industrial practice.

Keywords: Internet of Things, Industry 4.0, The Industrial Internet of Things, Russian industry, development.

В последние годы всё больше внимания уделяется концепции Интернета Вещей (IoT). Период с 2008 по 2009 годы, когда количество устройств, подключённых к глобальной сети превысило численность населения Земли, аналитики корпорации Cisco считают «настоящим рождением «Интернета вещей». По прогнозам международной консалтинговой компании, J'son & Partners Consulting, к 2015 г. мировой рынок IoT составит \$109 млрд, а к 2020 г. увеличится до \$359 млрд, в то время как количество устройств в сети изменится с 16 млрд до 34 млрд интернет-вещей. По разным оценкам, к 2020 г. выручка компаний, полученная от услуг на основе IoT, достигнет около \$250 млрд.

Нет сомнения, что стремление к повсеместной автоматизации, безусловно, до неузнаваемости изменит многие сферы жизнедеятельности: экономику, политику, социальную сферу [1]. Воплощение новых проектов в области интеллектуальных систем – сетей, фабрик и городов, требуют миллиардов «умных вещей»: датчиков, роботов, управляющих устройств и др., объединенных в единую сеть. Широкие возможности для устройств в части идентификации даёт переход с технологии IPv4 на IPv6, что обеспечивает уникальными адресами сетевого уровня не менее 300 млн устройств на одного жителя Земли.

В то же время инженеры озадачены, способны ли самые передовые беспроводные технологии обеспечить связь такого огромного количества устройств, большинство из которых питается автономно. Хотя ряд решений, основанных на технологиях RFID, ZigBee, Bluetooth, или WPAN уже поддерживают устройства с малыми энергозатратами, их возможности ограничены по количеству, пропускной способности, дальности передачи и др. С другой стороны, такие технологии, как WiMAX и LTE не подходят из-за высоких энергозатрат.

Сегодня роль устройств больше не ограничивается подключением пользователей к сети Интернет – появляется возможность соединить физический мир с киберпространством, что приводит к появлению киберфизических систем (CPS). Понятие CPS относится к следующему поколению систем Информационных и Коммуникационных Технологий (ИКТ), в которых вычисления и сети интегрированы с физическими процессами, и они могут контролировать и управлять динамикой, сделать их более эффективными, надежными, гибкими. Информация о физических процессах, собранная датчиками, передаётся, обрабатывается и используется в цифровом виде, но может также влиять на физические процессы, например, с помощью исполнительных механизмов обратной связи. Особенностью CPS является то, что система ИКТ разработана совместно с физическими компонентами, чтобы максимизировать общую эффективность, в отличие от классических встраиваемых систем, где целью является включиться в электронику, компьютеры.

Способы приложения технологий концепции «Интернета вещей» в различных сферах промышленности

IoT имеет огромные возможности для разработки новых интеллектуальных применений почти в каждой области и является ключевым фактором для промышленной революции – Industry 4.0 (рис. 1). Это становится возможным, главным образом, не только из-за способности осуществлять сбор информации, но и предлагать индивидуальные услуги на её основании. Возникающие технологии, такие как распределенные вычисления, облачные вычисления и беспроводные сенсоры делают IoT способным реализовать M2M (Machine-to-Machine) сети, сенсорные сети и, в конечном счете, повсеместно распространенные сети.

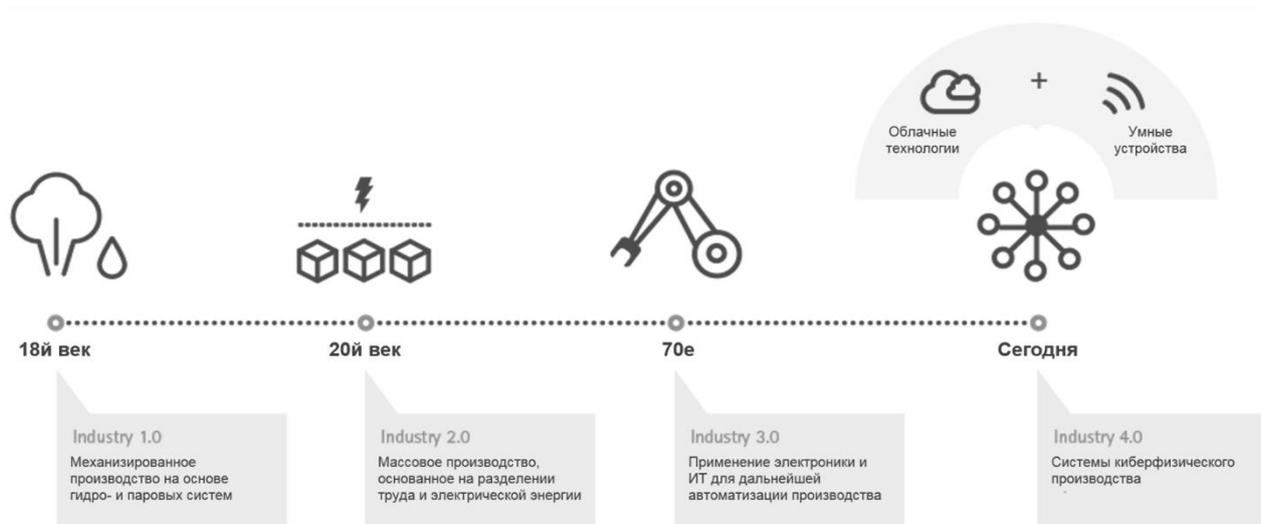


Рис.1. Эволюция промышленных технологий

Независимо от области применения, такие приложения направлены на повышение качества повседневной жизни и будут иметь огромное влияние на экономику и общество в целом. Различные приложения могут быть сгруппированы в три основные области: (а) промышленный домен, (б) умный город, (в) здоровье и медицина. Каждый домен не изолирован от других, некоторые приложения являются общими.

Примером промышленного применения IoT является логистика и управление цепочками поставок. RFID (Radio Frequency Identification) могут быть присоединены к объектам и использоваться для идентификации материалов и товаров, будь то одежда, мебель, оборудование, продукты питания. Их использование помогает эффективно управлять складом и розничными продажами, а также упростить инвентаризацию. Также может быть отслежен весь жизненный цикл объектов [2]. Например, RFID считыватели, установленные на заводе, позволяют контролировать процесс производства, в то время как метку можно проследить на протяжении всей цепочки поставок - упаковка, транспортировка, складирование, продажа заказчику, утилизация. В случае появления дефектов посредством IoT налаживается обратная связь [3]. Такие системы станут повседневной необходимостью для современных производств и предприятий (Рисунок 2), в том числе и радиоэлектронного комплекса.



Рис.2. Составляющие производства нового типа

IoT может предложить передовые решения и в автомобильной промышленности. Автомобиль диагностируется в режиме реального времени с помощью специальных датчиков, которыми отслеживаются следующие параметры: давление в шинах, состояние двигателя, расход топлива, местоположение, скорость, расстояние от других транспортных средств, время вождения, остановки. Данные собираются и передаются в диагностический центр системы [4]. Умные системы парковки направляют водителей в ближайшее свободное место в зависимости от местоположения или личных предпочтений водителя [5]. Датчики, размещенные на парковках, обнаруживают транспортные средства, припаркованные в неподобающем месте (например, в паркинге для лиц с ограниченными возможностями) и отправляют эвакуаторы для буксировки.

Медицинский сектор сильно меняется с внедрением IoT. Продвинутое сенсорные устройства позволяют выполнять мониторинг медицинских параметров и жизненно важных функций (например, температуры, артериального давления, частоты сердечных сокращений, уровня холестерина) в режиме реального времени. Собранные данные затем передаются через стандартные или специальные коммуникационные технологии (Bluetooth, ZigBee, WirelessHART, ISA100 и др.) и становятся доступными медицинскому персоналу для диагностики и контроля здоровья пациентов. Компания Parks Associates предполагает, что к 2018 году производителям удастся реализовать более 70 млн персональных устройств, ориентированных на поддержание здоровья, что составит в денежном выражении примерно 8 млрд долл.

Альтернативное применение связано с идентификацией лекарственных препаратов и медицинских измерительных приборов: использование смарт-этикеток облегчает инвентаризацию медицинского оборудования.

Последние инновации в технологиях концепции «Интернета вещей» и успешные истории внедрения

Потенциальные возможности IoT безграничны – промышленные и бизнес компании сильно заинтересованы этой новой парадигмой. Намечившаяся тенденция показывает, что в среднесрочной перспективе

промышленность сосредоточит свои усилия преимущественно в одном секторе: smartcity. В частности, выделяют три основные сферы интересов: smartgrid, smartbuilding и smarthome.

Действительно, распространение возобновляемых источников энергии привело к глубокой модернизации традиционной системы распределения электроэнергии. Smart Grid представляет собой интеллектуальную систему распределения электроэнергии, которая способна доставлять энергию от производителей к потребителям и обратно [6]. В отличие от обычных электросетей, где энергия генерируется только на нескольких центральных электростанциях и "транслируется" конечным потребителям, через крупные сети, кабели, трансформаторы, подстанции, в smart grid производители могут быть и конечными потребителями. Такой процесс приводит к значительному увеличению эффективности в системе передачи, распределения и контроля электроэнергии, а также к уменьшению выбросов CO<sub>2</sub>. Например, предполагается, что улучшение электросети США на 5% эквивалентно сокращению выбросов CO<sub>2</sub>, производимых 53 миллионами автомобилей.

Энергия, производимая потребителями (например, с помощью солнечных панелей, ветровых турбин) поступает в сеть, которая, в свою очередь, управляет ей и сохраняет в накопителях. Еще одним преимуществом smart grid является возможность мониторинга и обмена информацией о всевозможных потоках энергии в сети [7]. Информация о потребленной электроэнергии также предоставляется клиентам в целях повышения их персональной осведомленности, что приводит к более рациональному использованию ресурсов. Smart grid станет одной из составляющей системы smart city, позволяя увеличить количество доступных smart- услуг. Эксплуатация электромобилей является типичным примером. Станции подзарядки, которые станут одним из участников сети, будут способствовать популяризации электромобилей, позволяя быстро и безопасно заряжать электромобили горожан [8]. Smart карты позволят автоматически распознавать клиентов и устанавливать параметры зарядки. Кроме того, в будущем станет возможно заказать слоты для зарядки заранее и пользоваться на станции интегрированными в ней интерактивными услугами.

Для удовлетворения целевых показателей, установленных по некоторым ведущим странам, основные отрасли промышленности делают огромные инвестиции в развитие трех различных направлений сетей: энергетической сети (например, электричество, газ, тепло), физической сети (например, дороги, железнодорожные пути, вода) и сети связи (например, волокна, беспроводные, 4G). Примеры развитой Smart Grid доступны по всему миру. Среди них стоит упомянуть самый первый (и до сих пор самый крупный) пример умной сети, которая была установлена компанией Enel S.p.A в Италии и названа Telegestore. Проект стартовал в 2001 году, когда компания заменила старые электромеханические счетчики умными электронными счетчиками, установив 32 млн из них всего лишь за пять лет. Сегодня Smart Grid Enel состоит из умных счетчиков, устройств, собирающих данные в единую сеть, и системы удаленного управления.

Другой амбициозный проект будет реализован в городе Исси-ле-Мулино, где девять крупных промышленных компаний создадут IssyGrid, первую окружную smart grid во Франции. IssyGrid будет состоять из сильно разветвленной сети, способной измерять потребление энергии в жилых домах и зданиях, для регулирования возобновляемых поставок энергии (например, солнечные панели) и накопителей энергии и использовать информацию о потреблении в целях оптимизации потребления энергии.

Мы являемся свидетелями появления среды машинно-машинного взаимодействия, связывающего технические объекты так же, как Интернет объединил людей. Продукт теперь может контролировать процесс своего создания и взаимодействовать с другими элементами сети. IoT приведет к созданию нового гибридного мира, в котором реальность, цифровое пространство и виртуальность конвергируют и создают умную среду, в которой информация, получаемая сенсорами, трансформируется в знание.

#### Список литературы

1. Лукьянова Н.А. От знака к семиотическим конструктам коммуникативного пространства // Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.
2. Cai H., Xu L.D., Xu B., Xie C., Qin S., Jiang L. IoT-based configurable information service platform for product lifecycle management, IEEE Transactions on Industrial Information, Volume 10, Issue 2, 2014, Pages 1558–1567.  
Chen R.Y. Autonomous tracing system for backward design in food supply chain. Food Control, Volume 51, 2015, Pages 70-84.
3. Hank P., Müller S., Vermesan O., Van Den Keybus J. Automotive ethernet: in- vehicle networking and smart mobility, Proceedings of the Conference on Design, Automation and Test in Europe (DATE'13), 2013, Pages 1735–1739.

4. Polycarpou E., Lambrinos L., Protopapadakis E. Smart parking solutions for urban areas, Proceedings of IEEE 14th International Symposium and Workshops on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks, 2013, Pages 1–6.
5. Ancillotti E., Bruno R., Conti M. The role of communication systems in smart grids: architectures, technical solutions and research challenges, Computer Communications. Volume 36, Issues 17–18, 2013, Pages 1665–1697.
6. Atzori L., Iera A., Morabito G. From smart objects to social objects: the next evolutionary step of the internet of things, IEEE Communications Magazine, Volume 52, Issue 1, 2014, Pages 97–105.
7. Zargariasl H., Iera A., Atzori L., Morabito G. How often social objects meet each other? Analysis of the properties of a social network of IoT devices based on real data, Proceedings of the IEEE Globecom, 2013.

## ОПИСАНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИС

**Кириленко Д.А.**

46 ЦНИИ, РФ, г.Москва

В настоящее время во всем мире резко повысилось внимание к проблеме информационной безопасности. Требования к уровню защиты ИС определяется видом воздействия противника, его глубиной и интенсивностью.

В [2] приведено достаточно полное обоснование актуальности разработки метода математического анализа вероятностных характеристик элементов систем обеспечения информационной безопасности, в том числе для СИС.

Предлагаемый метод математического анализа, позволяет оценить по известным характеристикам возмущающих факторов (ВФ) на входе элементов системы защиты (СЗ) и заданным параметрам элементов СЗ характеристики ВФ, прошедших через элемент СЗ, что позволит качественно оценить уровень защищенности СИС. Целью метода является постановка и решение основной задачи определения характеристик потока воздействий ВФ, прошедших через элемент СЗ. При этом, эволюция элемента СЗ описывается некоторым случайным процессом  $\xi(t)$  с фазовым пространством  $E$ . Моменты появления ВФ образуют некоторый процесс однородных событий.

Следовательно, задача состоит в том, чтобы исследовать поток моментов появления возмущающих воздействий, попавших в систему защиты тогда, когда элемент системы находился в состоянии  $E_0$  - состоянии неработоспособности. Предполагается, что когда элемент СЗ работоспособен в момент поступления ВФ, то это воздействие теряется, а в противном случае ВФ проходит элемент защиты. При конкретной постановке задачи, предположим, что эволюция состояний элемента СЗ описывается полумарковским процессом  $\xi(t)$  с конечным множеством состояний  $E = \{1, \dots, N\}$  и полумарковской матрицей  $Q_{ij}(t)$ ,  $i, j \in E, t \in \mathbb{R}^+$ .

Относительно моментов появления ВФ, будем полагать, что они образуют пуассоновский поток с параметром  $\lambda$ . Такое предположение делается в силу того, что процесс ВФ можно представить в виде суммы большого числа независимых редких потоков, образующих в конечном итоге поток ВФ. В таком случае суммарный предельный поток ВФ на основании предельной теоремы Григелиониса является пуассоновским потоком.

Разобьем множество  $E$  на два непересекающихся подмножества  $E_0$  и  $E_1$ :  $E = E_0 \cup E_1$ ,  $E_0 \cdot E_1 = \emptyset$ . Множество состояний  $E_1$  считаем работоспособными и, если воздействие поступает в момент, когда элемент СЗ находится в состоянии  $i \in E_1$ , то воздействие не проходит, а множество  $E_0$  включает в себя состояния неработоспособности и, если воздействие поступает в момент, когда элемент СЗ находится в состоянии  $i \in E_0$ , то защита не срабатывает. Необходимо определить распределение момента первого пропуска ВФ.

Описанная выше схема укладывается в общую модель полумарковского процесса с «катастрофами». Подобные задачи рассматривались специалистами в постановке для регенерирующих процессов [1].

Если полумарковский процесс  $\xi(t)$ , описывающий эволюцию элемента СЗ, является управляемым, а на практике так и есть, то можно решать оптимизационную задачу, например, задачу выбора оптимального управления, максимизирующего ожидание времени до первого пропуска ВФ.

Для описания модели оценки достаточно определить перечень общих формул, позволяющих провести вычисление искомых характеристик, и продемонстрировать возможности описания модели в частном примере –

марковский случай с двумя состояниями, в котором решение поставленной задачи получается в замкнутом виде. Для этого частного случая можно получить характеристики потока моментов воздействия всей совокупности внешних ВФ.

Пусть эволюция состояний элемента СЗ описывается полумарковским процессом  $\xi(t)$  с конечным множеством состояний  $E = E_0 \cup E_1$ ,  $E_0 \cdot E_1 = \emptyset$ , полумарковской матрицей  $Q_{ij}(t)$ ,  $i, j \in E, t \in R^+$  и начальным распределением вероятностей состояний  $p_i = P(\xi(0) = i)$ ,  $i \in E$ . Матрица  $p_\eta = Q_\eta(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} Q_\eta(t)$  является матрицей переходных вероятностей вложенной цепи Маркова, описывающей эволюцию смены состояний полумарковского процесса  $\xi(t)$ ,  $p_\eta 0, \sum p_\eta = 1, j \in E$ , где  $P(\theta < t/\xi(0) = i) = \sum_{j \in E} Q_\eta(t)$ ,  $j \in E$  – условное распределение времени непрерывного пребывания процесса  $\xi(t)$  в фиксированном состоянии при условии, что это состояние  $i \in E$ .

Обозначим через  $\tau$  случайное время до первого пропуска внешнего воздействия,  $\Phi_i(t) = P(\tau < t/\xi(0) = i)$ ,  $\bar{\Phi}_i(t) = P(\tau \geq t/\xi(0) = i)$ .

Тогда по формуле полной вероятности, учитывая, что смена состояний полумарковского процесса осуществляется в марковские моменты времени, имеем:

$$\begin{cases} \bar{\Phi}_1(t) = 1 - \sum_{j \in E} Q_\eta(t) + \sum_{j \in E} \int_0^t \bar{\Phi}_1(t-x) dQ_\eta(x), & i \in E_1 \\ \bar{\Phi}_i(t) = e^{-1*t} \left( 1 - \sum_{j \in E} Q_\eta(t) \right) + \int_0^t \bar{\Phi}_1(t-x) e^{-1*x} dQ_\eta(x), & i \in E_0 \\ \bar{\Phi}(t) = P(\tau \geq t) = \sum_{j \in E} P(\tau \geq t|\xi(0) = i) = \sum_{j \in E} p_i \bar{\Phi}_i(t) \end{cases} \quad (1)$$

Выписанную систему интегральных уравнений можно решать методом Лапласа, так как в нее входят интегральные свертки. В этом случае основная трудность заключается в обращении преобразования Лапласа для получения решения. Ситуация значительно упрощается, если необходимо исследовать математическое ожидание времени до первого пропуска ВФ.

Обозначим  $M_i = M(\tau/\xi(0) = i)$ . Тогда по формуле полного математического ожидания имеем:

$$\begin{cases} M_i = \int_0^\infty \left( 1 - \sum_{j \in E} Q_\eta(t) \right) dt + \sum_{j \in E} p_{ij} M_j, & i \in E_1 \\ M_i = \int_0^\infty \left( 1 - \sum_{j \in E} Q_{ij}(t) \right) * e^{-1*t} dt + \sum_{j \in E} M_j \int_0^\infty e^{-1*x} dQ_{ij}, & i \in E_0 \\ M = M(t) = \sum_{j \in E} p_{ij} * M_i \end{cases} \quad (2)$$

При решении системы линейных алгебраических уравнений (2) решается, и получаем ответ в замкнутом виде.

Пусть эволюция состояний элемента СЗ описывается альтернирующим процессом восстановления с распределениями  $F_0(t)$  и  $F_1(t)$ . Значит, полумарковский процесс  $\xi(t)$  имеет два состояния  $E = \{0\}$  и  $\{1\}$ ;  $E = \{0\}$ ;  $E = \{1\}$  и элементы полумарковской матрицы имеют вид:  $Q_{01}(t) = F_0(t)$ ;  $Q_{10}(t) = F_1(t)$ ;  $Q_{00}(t) = Q_{11}(t) = 0$ .

Подставляя эти характеристики в (1), получаем:

$$\begin{cases} \bar{\Phi}_1(t) = \bar{F}_1(t) + \int_0^t \bar{\Phi}_0(t-x) dF_1(x); \\ \bar{\Phi}_0(t) = e^{-1*t} \bar{F}_0(t) + \int_0^t \bar{\Phi}_1(t-x) e^{-1*x} dF_0(x); \\ \bar{\Phi}(t) = P(\tau \geq t) = \sum_0^1 P_i \bar{\Phi}_i(t), \end{cases} \quad (3)$$

где обозначено  $\bar{F}_i(t) = 1 - F_i(t)$ ;  $i = 0, 1$ .

Далее обозначим для произвольной функции  $A(x), x \geq 0$  ее преобразование Лапласа:  $\dot{A}(p) = \int_0^\infty e^{-pt} A(x) dx$ . Тогда из уравнений (3), с учетом того, что  $M_i = \dot{\bar{\Phi}}_i(0)$ , получаем:

$$\begin{cases} M_i = \frac{\int_0^\infty \dot{\bar{F}}_1(x) dx + \int_0^\infty e^{-2x} \bar{F}_0(x) dx}{\lambda \int_0^\infty e^{-2x} \bar{F}_0(x) dx}; \\ M_0 = - \int_0^\infty \dot{\bar{F}}_1(x) dx + \frac{\int_0^\infty \dot{\bar{F}}_1(x) dx + \int_0^\infty e^{-2x} \bar{F}_0(x) dx}{\lambda \int_0^\infty e^{-2x} \bar{F}_0(x) dx}; \end{cases} \quad (4)$$

Теперь упростим задачу, положив для альтернирующего процесса  $\bar{F}_0(t) = e^{-\mu t}$ ,  $\bar{F}_1(t) = e^{-\lambda_p t}$ ,  $t \geq 0$ .

Тогда  $\bar{F}_0(p) = \frac{1}{p+\mu}$ ;  $\bar{F}_1(p) = \frac{1}{p+\lambda_p}$ .

Аналогично преобразуя эти функции, имеем:

$$\bar{\Phi}_1(p) = \frac{p+\lambda+\mu+\lambda_p}{p^2+p(\lambda+\mu+\lambda_p)^2+\lambda_p\lambda};$$

$$\bar{\Phi}_0(p) = \frac{p+\mu+\lambda_p}{p^2+p(\lambda+\mu+\lambda_p)^2+\lambda_p\lambda}; \quad (5)$$

$$M_1 = \frac{\lambda+\mu+\lambda_p}{\lambda_p\lambda}; M_0 = \frac{\mu+\lambda_p}{\lambda_p\lambda}. \quad (6)$$

Обращение преобразования Лапласа (5) дает:

$$\bar{\Phi}_0(t) = \frac{a_2-\lambda}{a_2-a_1} e^{a_1 t} + \frac{a_1-\lambda}{a_1-a_2} e^{a_2 t};$$

$$\bar{\Phi}_1(t) = \frac{a_2}{a_2-a_1} e^{a_1 t} + \frac{a_1}{a_1-a_2} e^{a_2 t}; \quad (7)$$

$$\text{где } a_{1,2} = -\frac{\lambda+\mu+\lambda_p}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4}(\lambda+\mu+\lambda_p)^2 - \lambda_p\lambda}.$$

Легко убедиться, что корни  $a_i$  знаменателя в (5) различные, действительные и отрицательные, поэтому и справедливо равенство (7).

### Список литературы

1. Е. Вентцель, Л. Овчаров Теория случайных процессов и ее инженерные приложения – М.: «Высшая школа», 2000 г.
2. Кириленко Д.А. Обоснование актуальности разработки метода математического анализа вероятностных характеристик элементов систем обеспечения информационной безопасности - Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика», ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2015 г. № 7 часть 4 (18-4).

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Денисов А.И., Древис Ю.Г., Сводцев А.К.

ФГАОУ ВПО Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, РФ, г.Москва

Под системой принято понимать совокупность связанных между собой элементов. Сложной системой называется система, которая является гетерогенной, многомерной и многокритериальной.

Гетерогенность – свойство системы, связанное с многообразием физической природы и автономностью ее подсистем и элементов.

Многомерность – число варьируемых параметров и управляющих воздействий в системе.

Многокритериальность – наличие совокупности частных критериев оптимальности, отражающих различные стороны качества и эффективности системы.

Рассмотрим функционирование сложной системы на примере задачи выявления социальных ботов.

В настоящее время в сети Internet продолжается бурное развитие популярных социальных сетей ("Facebook", "Twitter", "Instagram" "ВКонтакте" и др.). Их характерной особенностью является то, что зарегистрированные в них учётные записи не всегда соответствуют реальным людям и могут быть фиктивными. Ввиду отсутствия на большинстве ресурсов серьёзных технических ограничений на создание новых учётных записей, специалисты по продвижению информации в социальных сетях (управление репутацией, реклама, распространение спама и др.) получают возможность заготовить большое количество ложных учётных записей для выполнения скоординированных действий в виртуальном пространстве и, тем самым, исказить естественный информационный фон. В последнее время искажению информационного фона также способствует использование специальных программ, имитирующих действия человека при работе с социальными сетями. Такие программы носят название социальных ботов [2].

Возникает задача выявления социальных ботов для исключения их из рассмотрения при анализе данных из социальных сетей. Эта задача априори является плохо формализованной, то есть задачей, для которой неизвестны расчетные формулы и последовательности действий, приводящие к результату. В подобных ситуациях

целесообразно использовать такие методы решений, которые учитывают неполноту и неточность исходных данных, отсутствие точных алгоритмов. Основу одного из способов решения подобных задач составляет аппарат нечеткой логики.

Нечеткая логика как новая область математики была представлена в 60-ых годах прошлого столетия профессором Калифорнийского университета Лофти Заде [1].

В основе нечеткой логики лежит понятие нечеткого множества — множества, определяемого небинарными отношениями вхождения. Это означает, что во внимание принимается не только то, входит элемент в данное множество или нет, но и степень его вхождения, которая может изменяться от нуля до единицы.

Определения основных понятий нечёткой логики доступны в специализированной литературе [4].

Нечеткие высказывания могут комбинироваться с помощью нечетких логических операций или связей, которые рассматриваются ниже. К таким операциям относятся логическое отрицание, логическая конъюнкция, логическая дизъюнкция, нечеткая импликация, нечеткая эквивалентность. Говоря об логических операциях с нечеткими высказываниями, нельзя не сказать о наличии большого числа альтернативных способов их определения.

Таким образом, основными этапами нечеткого вывода являются:

- а. Задание функций принадлежности для входов и выходов системы.
- б. Составление базы нечетких правил.
- в. Выбор алгоритма и параметров для преобразования значений входных переменных процесса в выходные переменные на основе нечетких правил.
- г. Фаззификация входных переменных.

Предположим, что в нашем распоряжении есть доступная открытая информация о совокупности действий пользователей в некоторой социальной сети, сохранённая в реляционной базе данных.

Пусть  $X(t) = (X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_j, \dots, X_n, t)$  — множество действий всех пользователей в социальной сети, совершённых в определённые моменты времени. Каждое  $X_i$  действие является дискретной величиной.

Зарегистрированные в социальных сетях виртуальные пользователи имеют возможность выполнять следующие действия (их доступность определяется особенностями конкретной социальной сети):

установить или разорвать дружеские отношения с другим пользователем социальной сети (как односторонние, так и двухсторонние – взаимно подтверждённые со стороны данного пользователя);

комментировать опубликованные текстовые, фото- и аудиоматериалы других пользователей путём написания текстовых сообщений непосредственно под ними и т.д.

$X_i(t) = \{X_1, X_2, \dots, X_{n_i}, t\}$  — множество действий  $n_i$  для  $i$ -го пользователя в социальной сети. Пусть  $F$  — множество открытых односторонних дружеских отношений, установленных пользователями в социальной сети и сохранённых в реляционной базе данных.

$F_i(t) = \{F_{i_1}(t_1), \dots, F_{i_x}(t_x)\}$  — множество друзей  $i$ -го пользователя, где  $i=1, \dots, n$ .

Предположим также, что  $F_{i_1}(t_1)$  – это перечень установленных отношений дружбы  $i$ -го пользователя с другими пользователями в момент времени  $t_1$ . Аналогичным образом, пусть  $F_{j_1}(t_1)$  – перечень установленных отношений дружбы  $j$ -го пользователя в момент времени  $t_1$ . Пусть между  $i$ -м и  $j$ -м пользователями установлены двусторонние отношения дружбы на момент времени  $t_1$ . Поскольку дружеские отношения между пользователями могут быть представлены в виде дуг ориентированного графа, соединяющих соответствующие вершины, то их также можно изобразить в виде матрицы смежности между пользователями социальной сети:

$$F(t_i) = \begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} & \dots & F_{1j} & \dots & F_{1n} \\ F_{21} & F_{22} & \dots & F_{2j} & \dots & F_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{i1} & F_{i2} & \dots & F_{ij} & \dots & F_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{n1} & F_{n2} & \dots & F_{nj} & \dots & F_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 1 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 & \dots & 1 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Предположим, что есть некоторые параметры, которые позволяют отличить социальных ботов от обычных пользователей.

Зададим функции принадлежности для входов и выходов системы нечеткого вывода. Входами системы являются лингвистические переменные «периодичность повторяющихся действий», «добавление в друзья» и «время круглосуточной работы», а выходом — лингвистическая переменная «уровень достоверности».

При задании функций принадлежности учитывается информация по пользовательской статистике в социальных сетях на основании источников [3], [5].

Функции принадлежности для лингвистической переменной «добавление в друзья» приведены на Рисунке 1, где по оси абсцисс представлено количество добавленных пользователем друзей за 1 день.

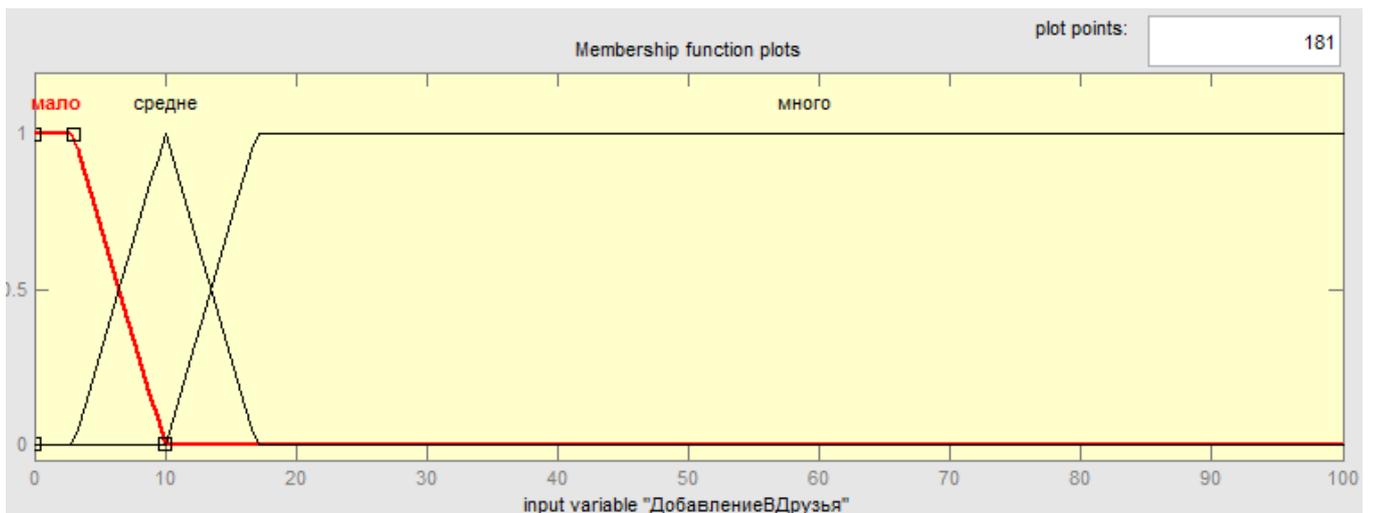


Рис.1. Функции принадлежности для добавления в друзья

Функции принадлежности для лингвистической переменной «уровень достоверности» приведены на Рисунке 2, где по оси представлен уровень достоверности пользователя. Реальные пользователи характеризуются низким уровнем достоверности, а социальные боты — высоким.

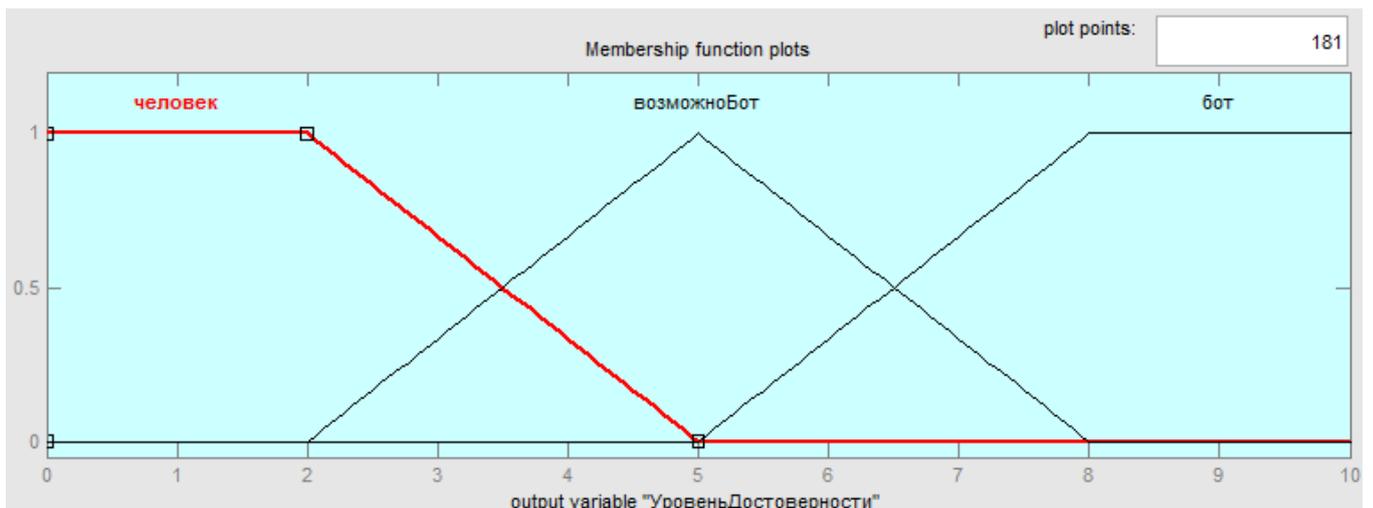


Рис.2. Функции принадлежности уровня достоверности

Возьмём для примера правила для выбора уровня достоверности (нечеткую базу знаний):

1. «Если периодичность повторяющихся действий низкая регулярность и добавление в друзья мало и время круглосуточной работы мало, то уровень достоверности человек».

2. «Если периодичность повторяющихся действий высокая регулярность и добавление в друзья много и время круглосуточной работы много, то уровень достоверности бот» Нечеткий вывод реализован по алгоритму Е. Мамдани. Логические конъюнкция и дизъюнкция в системе определяются основными формулами, нечеткая импликация — формулой Е. Мамдани. Процесс дефаззификации осуществляется методом центра тяжести.

$$y = \frac{\int_{Min}^{Max} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{Min}^{Max} \mu(x) dx},$$

где  $y$  — результат дефаззификации,  $x$  — переменная, соответствующая выходной лингвистической переменной,  $\mu(x)$  — функция принадлежности нечеткого множества, соответствующего выходной лингвистической переменной после этапа аккумуляции,  $Min$  и  $Max$  — левая и правая границы интервала носителя нечеткого множества рассматриваемой выходной лингвистической переменной.

При дефазификации методом центра тяжести обычное (не нечеткое) значение выходной переменной равно абсциссе центра тяжести площади, ограниченной графиком кривой функции принадлежности соответствующей выходной переменной.

В ходе работы построен алгоритм выявления социальных ботов. Исходными данными для алгоритма служат три активности пользователей в социальной сети: количество повторяющихся действий пользователя за временной промежуток 10 минут, количество добавленных пользователем друзей за 1 день, суммарное количество дней пребывания пользователя в сети за 1 месяц. Работа алгоритма базируется на нечетком выводе, в основе которого лежат 27 нечетких правил. В результате обрабатывания алгоритма пользователю социальной сети присваивается соответствующий уровень достоверности. По уровню достоверности принимается решение: является ли пользователь реальным человеком или ботом.

В результате обрабатывания алгоритма пользователю социальной сети присваивается соответствующий уровень достоверности. По уровню достоверности принимается решение: является ли пользователь реальным человеком или ботом.

На основе построенного алгоритма разработана программа по выявлению социальных ботов в социальной сети.

Следует отметить, что количество нечетких правил не имеет значения.

#### Список литературы

1. Древис, Ю.Г. Информационные системы и процессы/ Ю.Г. Древис. – Москва: МИФИ, 2003. – 228с.
2. Древис Ю.Г. Концепция построения эффективных систем выявления социальных ботов/ Древис Ю.Г., Сводцев А.К. – 14-ая Санкт-Петербургская международная конференция, 2014.
3. Cossa. Социальные сети в 2011 году: исследование comScore [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.cossa.ru/149/11382/>, свободный.
4. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH/ А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736с.
5. PewResearchCenterSocial. Networking Fact Sheet [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.pewinternet.org/fact-sheets/social-networking-fact-sheet/>, свободный.

## 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.**

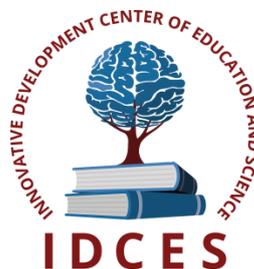
III Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**»,  
**г.Воронеж**

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**



## **Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом**

### **Выпуск III**

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

**г. Новосибирск  
2016 г.**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 06.02.2016.  
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 18,5.  
Тираж 250 экз. Заказ № 27.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»  
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58