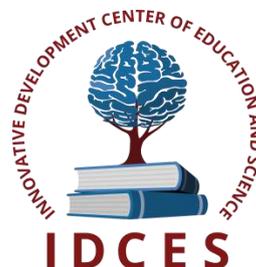


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Проблемы и достижения в науке и технике

Выпуск III

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

**г. Омск
2016 г.**

Проблемы и достижения в науке и технике, / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. **г.Омск**, 2016. 206 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 конференции **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, **г.Омск** 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

СЕКЦИЯ №1.

| | |
|---|----------|
| ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01) | 7 |
| ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ Кугультинов С.Д., Красильникова В.А. | 7 |

СЕКЦИЯ №2.

| | |
|---|----------|
| ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00) | 9 |
| АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА Захаров С.Г. | 9 |
| АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ КОМПОНОВЩИКА GOOGLE GOLD В ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ НА C++ Шагал А.А., Иванов Е.Ю. | 13 |
| ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ Савинов И.А., Савкина А.В. | 14 |
| ДЕКЛАРИРОВАНИЕ ЛИЦЕНЗИРУЕМЫХ ТОВАРОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ Батаев В.В., Калинина Д.И. | 16 |
| ИМИТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ В СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ДСП-1,5 ИЗ. Башкатова А.В. | 20 |
| К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ Савельева Ю.О. | 25 |
| КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Чистякова В.В., Чистякова М.А. | 28 |
| МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ Башкатова А.В. | 30 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ С ПОМОЩЬЮ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ Нуштаева А.В., Савкина А.В., Савинов И.А., Ивашечкин А.О., Скопцов Д.Н., Тихонова Н.П. | 35 |
| ПОНЯТИЕ, ПРОБЛЕМЫ И РАЗНОВИДНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА Федюшкин Н.А., Федосин С.А. | 39 |
| ПРИМЕНЕНИЕ КАСКАДНОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРКИРОВАНИЯ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО КОВША Глебова Е.С., Блинников А.А., Быстров С.В. | 41 |
| ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ НА ФЛЕШ-НОСИТЕЛЕ Муратова Ю.Ф., Рыбаков А.Г., Федорова М.В., Алейникова Е.С. | 44 |
| РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫМ ОБЪЕКТОМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ ПО ВЫХОДУ Имангазиева А.В. | 46 |

СЕКЦИЯ №3.

| | |
|--|-----------|
| ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)..... | 50 |
| АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТОКА В БИПОЛЯРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ Мурзин Д.Г., Владыка Е.Ю., Капранов И.Ю. | 50 |

СЕКЦИЯ №4.

| | |
|---|-----------|
| МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00) | 53 |
| АНАЛИЗ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ Миронов Е.Б., Тарукин Е.М. | 53 |
| ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНОГО КОНТАКТА ШАТУННЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ХАРАКТЕР И ИНТЕНСИВНОСТЬ ИХ ИЗНОСА Безбородов И.А. | 55 |
| ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ В КОНСТРУКЦИЯХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ Вагизов Д.И., Галиев А.Г. | 58 |
| КПД ПЛАНЕТАРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ Волошко В.В., Галимянов И.Д., Салахов И.И. | 61 |

| | |
|--|------------|
| МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕЖИМА ПУСКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ Коршун В.Н., Кухар И.В., Карнаухов А.И. | 63 |
| РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ Филиппов А.В., Школьников М.В. | 67 |
| СЕКЦИЯ №5. | |
| ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00) | 68 |
| SELECTION OF PIPELINES FOR IN-DEPTH INSPECTION WITH THE HELP OF DEFORMATION MODE МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ | |
| Янчушка А.П., Назаров О.Р. | 68 |
| ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА АВТОТРАНСПОРТЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ Беляев С.В., Давыдков Г.А., Перский С.Н. | 70 |
| НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕКУПЕРАТОРОВ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ Корнеев С.Д., Савельев И.Л., Голубев М.И. | 72 |
| ОНТОЛОГИЯ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ» Силич М.П., Гуцалова Т. | 74 |
| ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА Сайфутдинов А.М., Коробков Г.Е., Янчушка А.П. | 78 |
| СЕКЦИЯ №6. | |
| ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00) | 81 |
| ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА НА СКВАЖИНЕ 53 ВУКТЫЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ГАЗОВОГО ФАКТОРА Коротченко Р.К., Максимова Ю.А. | 81 |
| СЕКЦИЯ №7. | |
| МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00) | 86 |
| СИЛА ДАВЛЕНИЯ РОЛИКОВ НА ЛИСТ ПРИ ПРАВКЕ НА ВОСЬМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ Шинкин В.Н. | 86 |
| УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЙ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫЙ ИЗГИБ ЛИСТА ПРИ ПРАВКЕ НА ВОСЬМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ Шинкин В.Н. | 95 |
| СЕКЦИЯ №8. | |
| ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00) | 102 |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА ЗА СЧЁТ УСТАНОВКИ КОРРИГИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ Кузнецов Е.Е., Кузнецов К.Е., Кузнецова О.А. | 102 |
| ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ГАЗООБМЕНА В СУДОВОМ ДИЗЕЛЕ Стенин В.А. | 104 |
| СЕКЦИЯ №9. | |
| АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10) | 107 |
| РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА (БПЛА) Рахметова П.М., Алипбаев К.А. | 107 |
| СЕКЦИЯ №10. | |
| СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00) | 110 |
| АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД Малина М.О., Марков В.И., Петров А.Н., Рожин Д.В. | 110 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНЫХ И ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ФУНДАМЕНТА ПОД ОБОРУДОВАНИЕ С НЕУРАВНОВЕШЕННЫМИ МАССАМИ Муморцев А.Н., Литиков А.П., Элекина Е.Н. | 112 |
| К ВОПРОСУ УСИЛЕНИЯ СБОРНОГО РЕБРИСТОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО НАСТИЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ Воронин Я.В., Сухин К.А., Кузнецов Д.Г. | 117 |
| ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ТУРИЗМА, ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛОСТНОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ Мироненко Н.И. | 122 |

| | |
|---|------------|
| ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПОДЗЕМНОЙ УРБАНИСТИКИ | |
| Себрякова К.С. | 124 |
| ОСОБЕННОСТИ ЖИДКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ | |
| Лосева Ю.В., Хачатурян Ф.А. | 127 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ | |
| Могушков Р.Т., Бойков И.В., Скориков Р.Е. | 131 |
| ПРОБЛЕМЫ ЗАСТРОЙКИ В СТАРЫХ КВАРТАЛАХ ПЕТРОЗАВОДСКА | |
| Крылова О.И. | 134 |
| СМЛ СТЕКЛОМАГНИЕВЫЕ ЛИСТЫ – СТРОЙМАТЕРИАЛ СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ | |
| Хачатурян Ф.А., Канцуров А.С., Заборов А.А., Лосева Ю.В. | 139 |
| СТАЛЕФИБРОБЕТОН-ВЫГОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ | |
| Хачатурян Ф.А., Канцуров А.С., Ковалев А.В., Лосева Ю.В. | 142 |
| СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ – ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА | |
| Панкин Е.А. | 144 |
| ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ДОМОВ | |
| Мамаев Н.Г., Карасев А.В., Григорьев М.С., Алексеева Г.Н. | 147 |
| ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ПУТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ЗДАНИЯ | |
| Лезина Е.П. | 150 |
| СЕКЦИЯ №11. | |
| ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00) | 152 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ДИАГРАММЫ ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭПИХЛОРИДИНА | |
| Охлопкова Е.А., Серафимов Л.А., Фролова А.В. | 152 |
| СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНМАЛЬНОГО ФЛЕГМОВОГО ЧИСЛА ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЗЕОТРОПНОЙ СМЕСИ | |
| Морозов К.А., Серафимов Л.А. | 158 |
| СЕКЦИЯ №12. | |
| ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00) | 161 |
| ВЛИЯНИЕ СЫРЬЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕДОВУХИ | |
| Белокурова Е.С., Архипова О.Ю. | 161 |
| ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МАЛЬТОЗЫ ИЗ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ГЛЮКОЗНО-МАЛЬТОЗНЫХ СМЕСЕЙ | |
| Данильчук Ю.В. | 163 |
| СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЛОДОВ КИВИ РАЗНЫХ СТРАН-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ | |
| Старостенко И.Э., Антонова П.А. | 167 |
| СЕКЦИЯ №13. | |
| ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00) | 170 |
| О ВОЗМОЖНОСТИ АРМИРОВАНИЯ ПЕНОАЛЮМИНИЯ | |
| Ковтунов А.И., Хохлов Ю.Ю., Мямин С.В., Острячко А.О. | 170 |
| СЕКЦИЯ №14. | |
| ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00) | 174 |
| СЕКЦИЯ №15. | |
| ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)..... | 175 |
| НАСТРОЙКА ЗАМКНУТОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА СИММЕТРИЧНЫЙ ОПТИМУМ | |
| Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Хрисанов А.А. | 175 |
| СЕКЦИЯ №16. | |
| БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00) | 177 |
| УРАВНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ДИСКРИМИНАТОРОВ | |
| Раимова А.Т. | 177 |

| | |
|---|------------|
| СЕКЦИЯ №17. | |
| ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ | |
| (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12) | 181 |
| ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ | |
| Каморный В.М., Хорина К.В. | 181 |
| СЕКЦИЯ №18. | |
| ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ | |
| (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23) | 184 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОСТИ СТРУКТУР В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА | |
| Лукьянова К.С., Голубчик Э.М., Рубин Г.Ш. | 184 |
| СЕКЦИЯ №19. | |
| НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08) | 187 |
| СЕКЦИЯ №20. | |
| ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05) | 187 |
| АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБОСНОВАНИЯ НАБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА СИСТЕМ | |
| Кириленко Д.А., Кириленко А.М. | 187 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ | |
| Бердыш И.А., Симонова Д.А., Бакеев Д.А., Беляева М.А. | 189 |
| РАЗРАБОТКА ОБРАБОТКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ В СИСТЕМЕ MOODLE КАТЕГОРИЙ И КУРСОВ НА ОСНОВЕ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ СИСТЕМЫ «1С: УНИВЕРСИТЕТ» | |
| Мициев И.Р., Полубояров В.В., Вуйлов Д.А., Чернавин Д.А. | 193 |
| СЕКЦИЯ №21. | |
| МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08) | 197 |
| ОБЩАЯ СХЕМА ОПИСАНИЯ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИКИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ | |
| Артюшина Т.Г. | 197 |
| ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД | 200 |

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

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

Кугультинов С.Д., Красильникова В.А.

ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, РФ, г.Ижевск

Ни для кого не секрет, что в настоящее время все большее значение приобретают системы автоматизации проектирования и технологической подготовки производства. Разработка и внедрение в производство подобных автоматизированных систем способствует конкурентоспособности предприятия по потребительской стоимости и качеству выпускаемых изделий, а так же по оптимизации расходов.

Известно, что наибольшая трудоемкость приходится на конструкторскую и технологическую подготовку производства, следовательно, сокращение этого времени приведет к значительному экономическому эффекту, который может быть получен при внедрении единой системы автоматизации проектирования. Подготовка производства включает в себя решение следующих задач [2]:

- создание конструкции нового изделия;
- создание технологических процессов изготовления деталей;
- использование унифицированных, типизированных и стандартизованных решений;
- определение цены изделий на начальном этапе его проектирования;
- обеспечение технологичности изделия.

Использование систем автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов, несомненно, значительно сократит время решения этих задач.

Разработка системы автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов требует закладывания в нее унифицированных, типизированных и стандартизованных решений. Эффективную разработку типовых и групповых технологических процессов предлагается осуществить на базе конструкторско-технологической классификации изделий [5].

В качестве основы создания САПР и НТП был разработан классификатор инструментальной оснастки [3]. Общая структура классификатора представлена на Рисунке 1. Предполагается, что данный классификатор позволит в дальнейшем решать следующие задачи:

- быстрый поиск ранее изготавливаемой продукции;
- подбор аналогов ранее изготовленной продукции, позволяющий снизить время технологической подготовки производства;
- расчет стоимости осваиваемой на предприятии продукции, опирающийся на аналоги ранее изготовленной продукции.

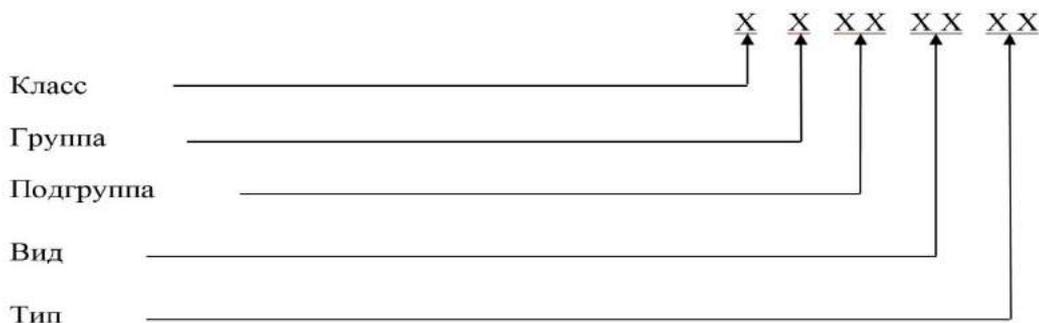


Рис.1. Структура классификатора.

В качестве классификационных признаков были использованы наиболее значимые характеристики инструментальной оснастки. Что позволило создать систему построения кодов, обеспечивающую формирование

групп, состоящих из оптимального числа изделий. Классификатор представляет собой систематизированный свод наименований общих признаков изделий, их составляющих частных признаков и их кодов в виде классификационных таблиц.

В качестве классов были выбраны наиболее общие группы инструментальной оснастки. Кроме того, были включены услуги, оказываемые предприятием. Разработанный классификатор допускает проектирование не только инструментальной оснастки, но и других изделий.

Классификация по группам подразумевает разделение по наиболее характерным общим признакам для каждого класса. Штампы предлагается классифицировать по температуре нагрева заготовок.

Разделение по подгруппам целесообразнее всего производить по технологическому признаку. Например, штампы по технологическому признаку бывают многооперационные и однооперационные, для разделительных и формообразующих операций.

По видам штампы разделяются в зависимости от способа формирования изделия.

Классификация по типам производится для уточнения размеров изделия. По типам штампы и пресс-формы разделяются в зависимости от веса изделия.

С разработкой классификатора создается единая система конструкторско-технологической классификации деталей машиностроения и инструментального производства. Кроме того, применение классификатора даст возможность механизировать процесс анализа номенклатуры деталей, позволит использовать для обработки информации средства вычислительной техники и, тем самым, создаст базу для внедрения САПР.

С целью снижения затрат времени, увеличения технологичности инструментальной оснастки при разработке технологических процессов был использован анализ 3-х мерных моделей инструментальной оснастки с совокупностью используемых в ней узлов. Например, штамп [1] для холодной штамповки [1] многооперационный совмещенного действия [03], предназначенный для вырубки [01] изделий массой от 0,2 до 0,5 кг, представлен на Рисунке 2.

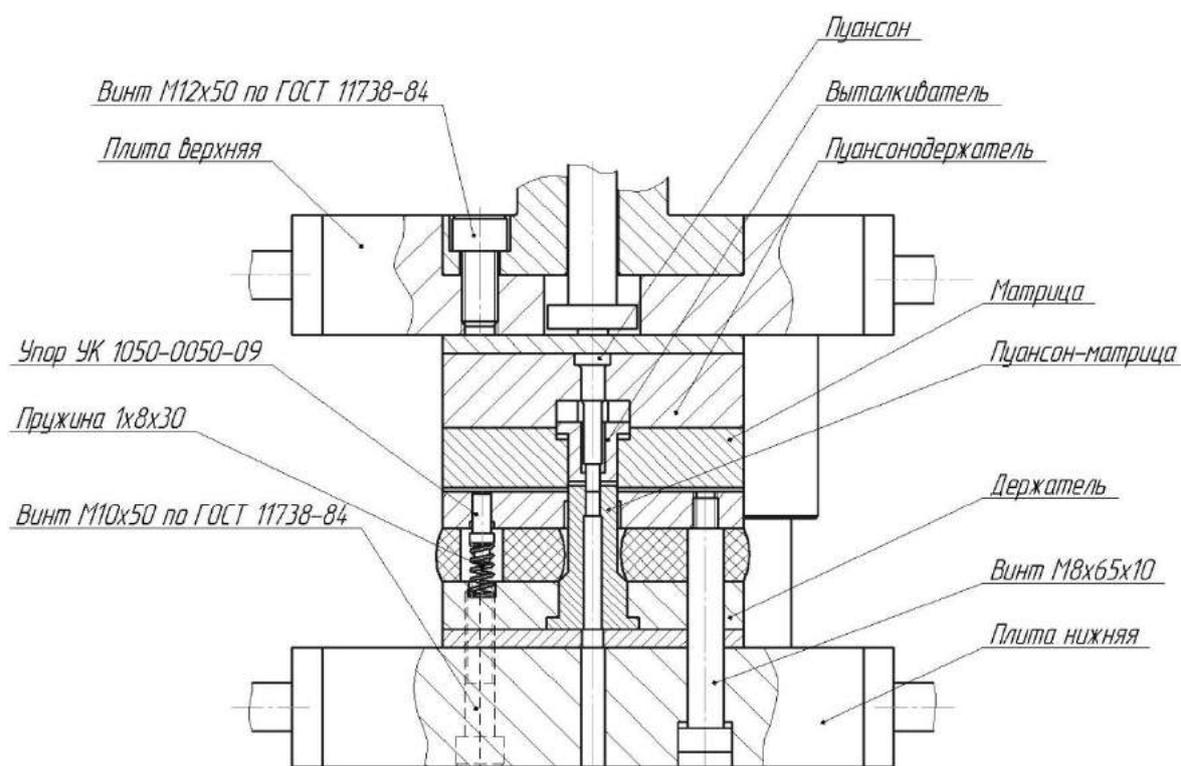


Рис.2. - Штамп 1 1 03 01 01

Штамп — сложное комплексное изделие инструментальной оснастки. В его основную сборку входят как унифицированные (плита верхняя, плита нижняя, держатель, выталкиватель) и нормализованные детали (винты, пружина, упор), так и уникальные (матрица, пуансон). Штампы схожей конфигурации и, как следствие, схожего классификационного кода будут совпадать в унифицированных и нормализованных деталях и иметь значительные отличия только в уникальных деталях. Технологический код позволяет получать информацию о назначении изделия и его основных параметрах на различных уровнях технологической подготовки производства, а так же дает представление о его детализировке.

Предварительная подготовка производства сложной инструментальной оснастки в виду большого количества составных частей изделий представляет собой непростую задачу, и автоматизация этого процесса позволит значительно сократить затрачиваемое время и, как следствие, стоимость.

Список литературы

1. Аверченков В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов: учеб. пособие для вузов / Аверченков В.И., Казаков Ю. М. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 229 с.
2. Корчак С. Н. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Учебник для вузов по спец. «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты» / С. Н. Корчак, А. А. Кошин, А. Г. Ракович, Б. И. Сеницын; Под общ. ред. С. Н. Корчака. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.: ил.
3. Кугультинов С.Д., Красильникова В.А. Разработка классификатора инструментальной оснастки как основы для создания системы укрупненного автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов. // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова: Периодический научно-теоретический журнал ИжГТУ. вып. 2 — Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2015. - 157с. с. 15-17.
4. Кугультинов С. Д., Хисамутдинов Р. М. Разработка системы создания и эксплуатации инструмента для крупных машиностроительных предприятий на примере ОАО «КамАЗ» // Металлообработка, 2013. № 5–6. С. 59–62.
5. Таллер С.Л., Верченко В.Р. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. (в 2-х частях). Часть I. Издательство стандартов, 1974, с 1-168.

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА

Захаров С.Г.

РГРТУ, РФ, г.Рязань

Требования к программному обеспечению — совокупность утверждений относительно атрибутов, свойств или качеств программной системы, подлежащей реализации. Создаются в процессе разработки требований к программному обеспечению, в результате анализа требований.

Требования являются основой для любого проекта. Они определяют те потребности «заинтересованных сторон» - пользователей, потребителей, поставщиков, разработчиков и самого бизнеса, - которые являются для них необходимыми, а также тот функционал, которым система должна впоследствии обладать, чтобы удовлетворить эти потребности [5].

Рассматривая требования в разрезе этапов жизненного цикла разработки системы, можно выделить следующие уровни требований, поступающих от заказчика. Требования верхнего уровня, – бизнес требования, – формулируются руководством компании- заказчика на стадии разработки проектного решения для выбранной системы. Такие требования включают определение укрупненных функциональных модулей, которые должны поддерживать ведение основных бизнес-процессов. Соответственно, этап анализа бизнес требований закладывает фундамент для проектирования и реализации системы.

Следующий уровень – это уровень требований пользователей. Требования пользователей отражают их пожелания к функциям и характеристикам создаваемой системы. Требования могут включать перечисления действий пользователя и откликов системы в альтернативных сценариях, а также содержать характеристики, которым должна удовлетворять система для реализации этих сценариев. Сюда входит организация удобных диалоговых средств и доработка методов расчета.

Требования, формулируемые пользователями, часто бывают недостаточно структурированными, дублирующимися, противоречивыми. Поэтому задача бизнес-аналитика состоит в том, чтобы преобразовать их в требования к функциональности системы, на основе которых будут производиться настройки стандарта и составляться технические задания для разработчиков.

Для внедрения системы важен и третий уровень – функциональный или системный, на котором осуществляется формализация требований пользователей. Каждое требование пользователя может стать основой для формулирования нескольких системных требований [1].

Для того чтобы стать всем понятными, требования в большинстве случаев пишутся на «обычном» языке, что привносит проблемы другого рода: необходимость полностью и однозначно обозначить проблемы и зафиксировать потребности без использования профессионального жаргона или предварительных договоренностей – является весьма сложной задачей.

Только согласованные требования могут быть основой для проекта. Согласованные требования обеспечивают базу для планирования разработки системы и ее приемки по завершении работ. Требования необходимы, когда приходится идти на компромиссы, и они жизненно важны, когда в процессе разработки приходится вносить изменения, что фактически неизбежно для любого из проектов [2].

Процесс формирования требований и управления ими уже давно признается необходимым действием на пути к успешному созданию сложных систем и изделий или успешному завершению проектов, связанных с программными разработками. Любая организация нуждается в правильном формировании и эффективном управлении требованиями, чтобы быть уверенной в том, что конечный результат отвечает потребностям заказчика, соответствует техническому заданию и что работа над проектом ведется в рамках выделенного бюджета и запланированных сроков. Не секрет, что результат плохо сформулированного даже одного требования может быть катастрофически разрушительным, потому что в этом случае срабатывает «эффект домино», который, в конечном итоге, приводит к результату, не соответствующему первичной потребности заказчика, требует дополнительного времени на переделку и, как следствие, ведет к значительным перерасходам бюджета. Более того, – известны случаи, когда неудовлетворительное требование являлось той причиной, которая вела к полной потере бизнеса, являлось причиной нанесения ущерба здоровью человека и даже приводило к смертельному исходу. Напротив, правильный процесс формирования требований и управления ими обеспечивают качественный конечный результат и высокий показатель возврата инвестиций [3].

Разработка требований - это процесс, включающий мероприятия, необходимые для создания и утверждения документа, содержащего спецификацию системных требований. Различают четыре основных этапа процесса разработки требований: анализ технической осуществимости создания системы, формирование и анализ требований, специфицирование требований и создание соответствующей документации, а также аттестация этих требований. Далее подробнее рассмотрим каждый из этих этапов.

Для новых программных систем процесс разработки требований должен начинаться с анализа осуществимости. Началом такого анализа является общее описание системы и ее назначения, а результатом анализа - отчет, в котором должна быть четкая рекомендация, продолжать или нет процесс разработки требований проектируемой системы.

Если принято решение продолжать процесс разработки требований, то наступает этап анализа предметной области, во время которого аналитики должны изучить предметную область, где будет эксплуатироваться система и др.

После этого идут процессы сбора, классификации, приоритизации и анализа требований, а также процесс разрешения противоречий. Сбор требований - это процесс взаимодействия с лицами, формирующими требования. Во время этого процесса продолжается анализ предметной области. На этапе классификации требований бесформенный набор требований преобразуется в логически связанные группы требований. Без сомнения, требования многочисленных лиц, занятых в процессе формирования требований, будут противоречивыми, поэтому на следующем этапе определяются и разрешаются противоречия такого рода. Кроме этого в любом наборе требований одни из них будут более важны, чем другие, поэтому на этапе приоритизации совместно с лицами, формирующими требования, определяются наиболее важные требования. На следующем этапе – этапе анализа – определяется полнота, последовательность и непротиворечивость требований. После того как все требования собраны и проанализированы происходит процесс спецификации системных требований.

Аттестация требований должна продемонстрировать, что они действительно определяют ту систему, которую хочет иметь заказчик. Проверка требований важна, так как ошибки в спецификации требований могут привести к переделке системы и большим затратам, если будут обнаружены во время процесса разработки системы или после введения ее в эксплуатацию. Стоимость внесения в систему изменений, необходимых для устранения ошибок в требованиях, намного выше, чем исправление ошибок проектирования или кодирования. Причина в том, что изменение требований обычно влечет за собой значительные изменения в системе, после внесения которых она должна пройти повторное тестирование.

Во время процесса аттестации должны быть выполнены различные типы проверок документации требований.

1. Проверка правильности требований. Пользователь может считать, что система необходима для выполнения некоторых определенных функций. Однако дальнейшие размышления и анализ могут привести к необходимости введения дополнительных или новых функций. Системы предназначены для разных пользователей с различными потребностями, и поэтому набор требований будет представлять собой некоторый компромисс между требованиями пользователей системы.

2. Проверка на непротиворечивость. Спецификация требований не должна содержать противоречий. Это означает, что в требованиях не должно быть противоречащих друг другу ограничений или различных описаний одной и той же системной функции.

3. Проверка на полноту. Спецификация требований должна содержать требования, которые определяют все системные функции и ограничения, налагаемые на систему.

4. Проверка на выполнимость. На основе знания существующих технологий требования должны быть проверены на возможность их реального выполнения. Здесь также проверяются возможности финансирования и график разработки системы.

Следует так же понимать, что требования к большим системам ПО неизбежно будут изменяться в процессе их разработки. Причины этого многочисленны и разнообразны. Одной из причин является то, что во время процесса создания ПО понимание разработчиками поставленных перед ними задач будет неизбежно меняться, что вызывает необходимость возвращения к требованиям.

Управление требованиями – это процесс управления изменениями системных требований. Процесс управления требованиями выполняется совместно с другими процессами разработки требований. Начало этого процесса планируется на то же время, когда начинается процесс первоначального формирования требований, непосредственно процесс управления требованиями должен начаться сразу после того, как черновая версия спецификации требований будет готова. Управление изменениями требований должно применяться ко всем предложенным изменениям требований. Преимущество использования формального процесса управления изменениями состоит в том, что все предложенные изменения обрабатываются последовательно, при этом можно управлять и отслеживать внесение изменений в системную спецификацию. Процесс управления изменениями состоит из трех основных этапов.

1 Анализ проблем изменения спецификации. Процесс начинается с определения проблем в требованиях или с прямого предложения внесения изменений. На этой стадии проблема или предложенные изменения анализируются для проверки их обоснованности. Затем могут быть сделаны более определенные предложения относительно изменений в требованиях.

2. Анализ изменений и расчет их стоимости. Эффект от внесения предложенного изменения оценивается с использованием оперативного контроля. Стоимость изменений оценивается двумя показателями: стоимостью внесения изменения в спецификацию и стоимостью внесения изменений в структуру системы и непосредственно в программный код. По окончании этого этапа принимается решение, продолжать или нет внесение изменений в систему.

3. Реализация изменений. Реализация изменений в системной спецификации, структуре системы и программном коде [4].

С учетом всего вышесказанного блок-схема алгоритма разработки требований программного проекта будет иметь вид, представленный на рисунке (Рисунок 1).

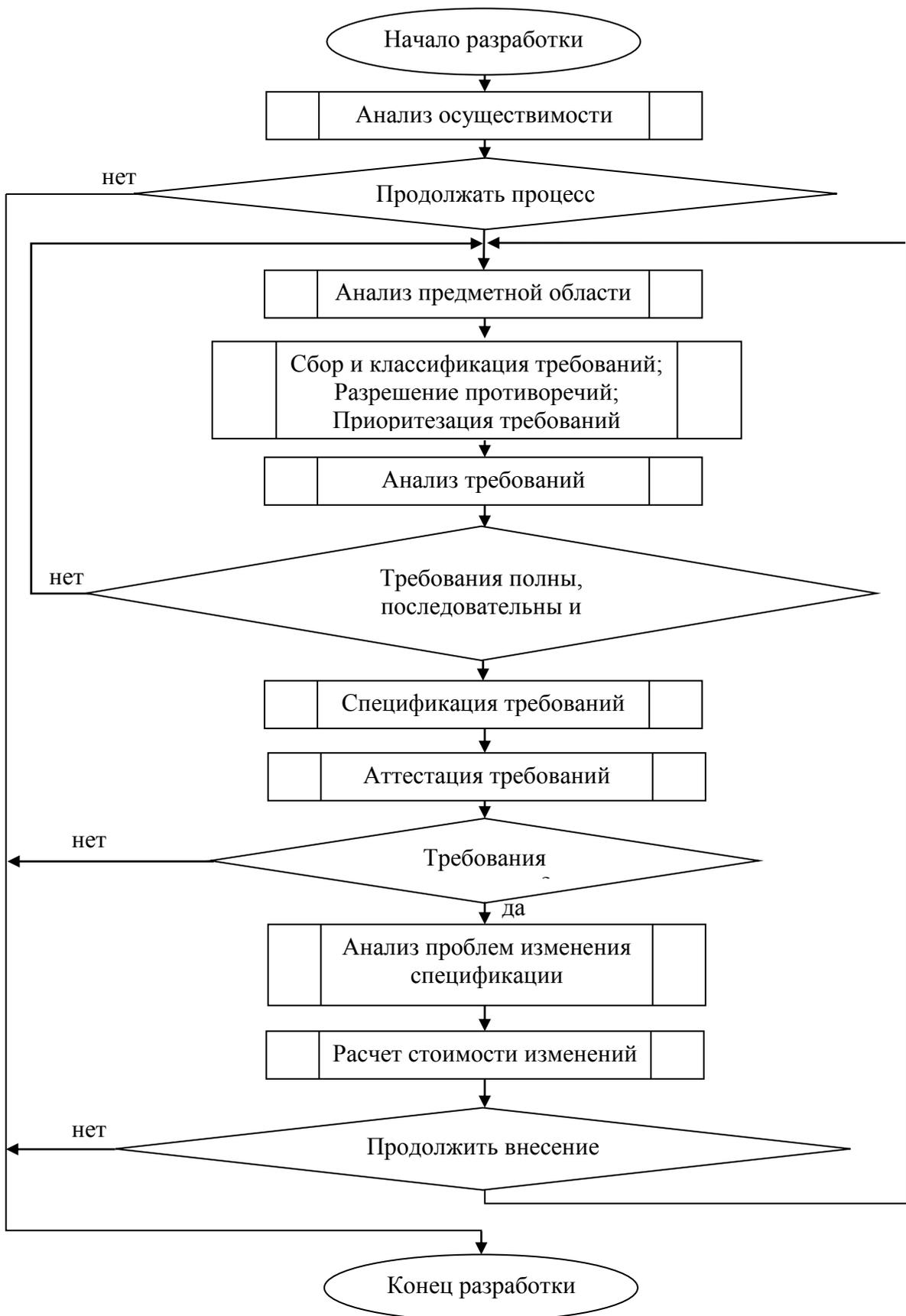


Рис.1. Блок-схема алгоритма разработки требований.

Список литературы

1. Кравченко Т.К. Управление требованиями при реализации ИТ-проектов. Междисциплинарный научно-практический журнал НИУ ВШЭ «Бизнес-информатика» №3(25). Москва – 2013г.

2. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. М.: Горячая линия – Телеком, 2009. -224 с
3. Тавассоли Д. Управление требованиями. Десять шагов на пути к совершенству. IBM, 2009.
4. Соммервилл И. Инженерия программного обеспечения, 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. – 624 с.
5. Халл Э., Джексон К., Дик Д. Разработка и управление требованиями. Практическое руководство пользователя (Второе издание) Telelogic, 2005 -229 с.

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ КОМПОНОВЩИКА GOOGLE GOLD В ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ НА C++

Шагал А.А., Иванов Е.Ю.

ФГАОУВО Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург

Рассмотрено влияние компоновщиков на общее время компиляции программ. Показано, что Google gold компирует файлы минимум в два раза быстрее GNU ld вне зависимости от размера результирующего исполняемого файла. При этом на примере большого программного продукта, состоящего из порядка 200 библиотек и исполняемых файлов, реализованных на языке C++ в примерно 6000 файлах с исходным кодом суммарным размером около миллиона строк, экспериментально установлено, что при компиляции всех исходных файлов проекта использование компоновщика Google gold позволяет уменьшить общее время компиляции не более чем на 2% по сравнению с компоновщиком GNU ld.

Ключевые слова: компоновщик, компиляция, C++, ELF, Google gold, GNU ld.

Время и вычислительные ресурсы, затрачиваемые на компиляцию больших программных продуктов, значительны. Поэтому помимо автоматизации и обеспечения кроссплатформенности основной задачей систем сборки и инструментов для разработки программного обеспечения является уменьшение времени компиляции [2, 4]. Это достигается преимущественно за счет трансляции только измененных файлов с исходным кодом при повторной компиляции. Кроме того, компиляция может выполняться параллельно на кластере машин [1]. В отличие от трансляции компоновка исполняемых файлов и библиотек осуществляется только последовательно и всегда включает обработку всех объектных файлов и библиотек, что может оказывать значительное влияние на общее время компиляции.

С целью уменьшить время компоновки в качестве замены GNU ld компания Google разработала компоновщик gold. В отличие от ld, работающего с разными форматами исполняемых файлов, в частности ELF, a.out и COFF, gold поддерживает только формат ELF, что скорее всего позволило разработчикам сосредоточиться на быстродействии, а не универсальности. Другой особенностью gold является многопоточность. Согласно заявлениям разработчиков Google, использование компоновщика gold позволяет уменьшить время компиляции отдельных программ на C++ от двух до пяти раз по сравнению с GNU ld [3], при этом не уточняется, в каких конкретно случаях достигается подобное преимущество.

В данной работе оценивается эффективность использования Google gold при полной компиляции больших программных продуктов, реализованных на C++, состоящих из значительного числа программ и библиотек. Для этого использован проект из примерно 2500 файлов с исходным кодом и 3500 заголовочных файлов общим размером ≈ 2.3 Гб. Объем кода составляет порядка миллиона строк. Результатом компиляции являются около 200 библиотек и исполняемых файлов. Система сборки основана на GNU make, что позволяет выполнять компиляцию параллельно. Используются компилятор LLVM clang++ v. 3.4 и компоновщики gold v. 1.11 и ld v. 2.20 из пакетов GNU binutils версий 2.24 и 2.20 соответственно. Компиляция выполняется в 16 потоков на сервере с двумя восьмиядерными процессорами Intel Xeon E5-2690 с тактовой частотой 2.9 МГц. Функция Hyper-Threading процессора отключена. На сервере используются жесткие диски Hitachi с скоростью вращения 10000 об/мин и средним временем поиска 7.1 мс. Сервер работает под управлением операционной системы Oracle Linux 6.5 с ядром linux-3.8, для хранения данных используется файловая система ext4.

Значения среднего времени t компиляции всего проекта приведены в Табл. 1. При компиляции для отладки (без оптимизации и с отладочными символами) преимущество при использовании Google gold не превышает 2% по сравнению с GNU ld. При компиляции с оптимизацией разница составляет порядка 1%. Аналогичные

результаты получены при компиляции проекта на файловой системе tmpfs, хранящей все файлы в оперативной памяти, что позволяет исключить влияние дискового ввода-вывода на общее время компиляции.

Таблица 1

Среднее время компиляции всего проекта.

| <i>t</i> для отладки, с | | <i>t</i> с оптимизацией, с | |
|-------------------------|------|----------------------------|------|
| ld | gold | ld | gold |
| 415 | 408 | 441 | 439 |

Для объяснения полученных результатов проанализирована зависимость времени, затрачиваемого только на компоновку, от размера результирующего исполняемого файла без учета других этапов компиляции (в частности, трансляции и оптимизации) и операций дискового ввода-вывода. Согласно результатам, приведенным в Табл.2, компоновщик gold работает почти в два раза быстрее ld вне зависимости от размера исполняемого файла. Очевидно, что данное преимущество сохранится при компиляции проекта, где изменено лишь несколько исходных файлов. Сопоставив данные результаты с результатами из Табл.1, можно сделать вывод, что время компоновки составляет лишь незначительную часть общего времени компиляции, поэтому при компиляции больших проектов не может сказываться на результатах.

Таблица 2

Среднее время компоновки исполняемых файлов.

| Размер результирующего исполняемого файла, МБ | Среднее время компоновки исполняемых файлов, с | |
|---|--|--------|
| | Google gold | GNU ld |
| 145 | 1.275 | 2.431 |
| 100 | 1.274 | 2.604 |
| 30 | 0.402 | 0.788 |

В данной работе установлено, что среднее время компоновки при использовании Google gold уменьшается минимум в два раза по сравнению с GNU ld вне зависимости от размера результирующего исполняемого файла. Однако при компиляции больших программных продуктов на C++ использование компоновщика gold позволяет уменьшить среднее время компиляции не более, чем на 2% вне зависимости от скорости операций ввода-вывода. Это объясняется тем, что на время компиляции больших продуктов в большей степени влияет время трансляции и оптимизации. Таким образом, Google gold позволяет получить наиболее существенное преимущество при компиляции проекта с уже оттранслированными исходными файлами.

Авторы выражают признательность своему коллеге Косякову М.С. за плодотворное сотрудничество по тематике работы и полезные замечания.

Список литературы

1. Hall J. Distributed computing with distcc // Linux Journal. – 2007. – November (163).
2. Smith P. Software build systems: principles and experience. – Addison-Wesley Professional. – 2011. – 624 p.
3. Taylor I.L. A New ELF Linker // In Proceedings of the GCC Developers Summit. – 2008. – P. 129-136.
4. Ошурок Э.Э., Ежова К.В. Кроссплатформенный инструментарий разработки программных продуктов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 4 (80). – С. 153–155.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Савинов И.А., Савкина А.В.

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», РФ, г.Саранск

Предпосылки создания виртуальных лабораторий

Лабораторные занятия в процессе обучения студентов являются неотъемлемой частью учебного процесса. Они обеспечивают практический опыт, который позволяет студентам освоить необходимые навыки при работе с реальным оборудованием. К сожалению, оборудование, необходимое для выполнения лабораторных работ на практике, не всегда доступно. Поэтому проблема обучения и повышения качества знаний студентов привлекает к себе все больше и больше внимания. Одним из наиболее эффективных и общепризнанных методов обучения

студентов в настоящее время считаются виртуальные лабораторные комплексы, состоящие из смоделированных виртуальных лабораторий.

Студенты, обучающиеся по физическому, математическому и инженерному направлениям, должны достичь определенных компетенций, которые обогатят их навыками, имеющими отношение к работе в дополнение к пониманию основополагающих принципов, которые регулируют, входящие в них дисциплины. Во время обучения студенты должны приобрести интуитивное ощущение физической и функциональной природы при работе с виртуальными лабораториями. Исходя из этого, виртуальные лаборатории являются неотъемлемой частью любой технической дисциплины. К сожалению, очень часто доступ к физическим лабораториям ограничен стоимостью и доступностью оборудования.

Таким образом, виртуальные лаборатории были предложены как способ уменьшить проблему лабораторного потенциала, позволяя студентам практиковать необходимые навыки в виртуальной среде, когда реальное физическое оборудование недоступно. К тому же, виртуальные лаборатории очень востребованы в дистанционном и компьютерном обучении в дисциплинах, которые требуют от студентов изучения практических навыков в дополнение к теоретическим знаниям.

Некоторые из достижений, которые способствовали более богатой и реалистичной имитации опыта виртуальной лаборатории включают в себя следующее:

- высокая пропускная способность Интернета и повсеместный доступ к Интернету,
- мощные вычислительные ПК, богатые мультимедийные приложения,
- интерактивные инструменты, Flash®, HTML 5 и т.д.,
- наличие дешевого или бесплатного с открытым исходным кодом и патентованного программного обеспечения.

В качестве причин необходимости их использования в учебном процессе выступают: удаленный доступ для дистанционного образования, низкая стоимость, надежность, безопасность, гибкость и удобство для студента.

Тем не менее, споры по поводу эффективности использования виртуальных лабораторий в подготовке студентов по-прежнему не ослабевают и не разрешены. Отмечается, что конечной целью лаборатории является дать студентам перенести реальный практический опыт в рабочую среду.

Противники указывают, что все преимущества ссылаются на эффективность, удобство и стоимость использования виртуальных лабораторий, но не решают основную задачу лаборатории, которая является эффективным средством в оказании помощи студентам в изучении практических навыков. Кроме того, некоторые утверждают, что при выполнении практических лабораторных работ, студенты могут получить доступ к информации, которая может не являться частью первоначального намерения лаборатории. Другим недостатком виртуальной лаборатории является, казалось бы, отсутствие достижения психомоторных навыков при использовании виртуальных лабораторий. Также отмечают, что практические лаборатории дают студентам сенсорное и ситуативное понимание которые виртуальная среда не может воспроизвести. Скептики виртуальных лабораторий считают, что отсутствие реального физического контакта приводит к дефициту в достижении ключевых компетенций, которые необходимы для работы в реальных условиях.

Тем не менее современные технологии позволяют представить виртуальную лабораторию в качестве полнофункциональной модели реальной лаборатории. Моделирование представляет собой динамическую модель естественной или инженерно-технической системы, с которой студенты могут взаимодействовать. Моделирование основано на реализации математических или логических моделей реальной физической системы в компьютере с использованием технологий программирования. Виртуальные лаборатории по существу синтетические среды с атрибутами, которые включают в себя интерактивность и реальное время обратной связи. Эти атрибуты делают виртуальные лаборатории привлекательными для любой обучающей стратегии, которая требует обучение практическим навыкам. Практика для достижения навыков включает в себя взаимодействие с оборудованием и рабочей средой. Виртуальные лабораторные работы можно рассматривать как одну из форм практического обучения, поскольку они позволяют студентам либо укреплять, либо открывать для себя знания и навыки посредством личного общения. Сфера применения виртуальных лабораторий постоянно расширяется. В основном они оправданы и применяются там, где проведение обучения на реальной системе или объекте сопровождается серьезными трудностями в техническом плане и серьезными материальными затратами: высокая стоимость оборудования для обучения, высокая стоимость эксплуатации этого оборудования, существенная опасность при обучении, сложности при изменении конфигурации оборудования для обучения, сложности при изменении параметров среды, большие временные затраты на какие либо изменения, отсутствие визуального наблюдения за изменением внутри объекта или системы и т.д. Технологии, которые используются сейчас для создания виртуальных лабораторий, тем не менее, не полностью стандартизованы, достаточно ресурсоемки и требуют разработки их профессиональными программистами со знаниями в той области, к которой относится

конкретная создаваемая лаборатория.

Тенденции развития современных виртуальных лабораторий

Современные виртуальные лаборатории – это сложные системы, которые строятся на базе многих информационных технологий (протоколы передачи данных, программное обеспечение и т.д.). Параллельно с развитием информационных технологий развиваются и совершенствуются и виртуальные лаборатории. Немаловажным стимулятором для развития виртуальных лабораторий является развитие мощности компьютеров. Возрастающая мощность компьютеров позволяет нагружать их большим количеством взаимодействующих программных продуктов, что в свою очередь позволяет уменьшить количество необходимых вычислительных машин для корректной работы лаборатории в целом. С увеличением мощности компьютеров уменьшаются и их размеры, что в свою очередь способствует минимизации лаборатории как системы. Так как компьютеры постоянно и очень быстро развиваются, то с той же скоростью падают и цены на них, что способствует уменьшению цены таких систем. В связи с понижением цен на такие системы, виртуальные лаборатории все больше будут проникать в те сферы науки и техники, в которых раньше не хватало средств на их покупку или разработку.

Развитие компьютерных и информационных технологий постепенно дает возможность избавиться от таких проблем при разработке виртуальных лабораторий, как

- использование не совсем точных моделей технологических процессов;
- необходимость использования дополнительного оборудования или программного обеспечения, которое не входит в состав реальной системы, помимо самой лаборатории;
- невозможность применения новейших методов обучения и тренировки;
- сложность установки и эксплуатации программного обеспечения;
- небезопасность хранения данных;
- несовместимость с другими программными продуктами;
- несовместимость с другим оборудованием;
- слабые средства отображения информации и интерфейс;
- большие требования к аппаратным частям лаборатории при его малой функциональности;
- высокая стоимость виртуальных систем.

Влияние развития программных средств на разработку виртуальных лабораторных комплексов

Наряду с развитием аппаратных средств, так же быстро развивается и программное обеспечение.

Развитие программного обеспечения позволяет использовать новые возможности информационных технологий. Постоянное усовершенствование программного обеспечения основано на том, чтобы сделать более надежной, удобной и менее ресурсоемкой разработку виртуальных лабораторий. Современные программные пакеты имеют широкий набор функций и подходят для решения различных задач в сфере разработки виртуальных лабораторий. Современное программное обеспечение не является закрытыми системами, оно может общаться с другим программным обеспечением, в том числе и не связанным с проектированием технологических процессов.

Список литературы

1. Evans Lampi. The Effectiveness of Using Virtual Laboratories to Teach Computer Networking. Zambia, 2013. – 167 p.
2. Рылов С.А. Разработка компьютерных информационных тренажеров на основе технологий виртуализации, 2011. – 265 с.
3. Савкина А.В., Савкина А. Вл., Федосин С.А. Виртуальные лаборатории в дистанционном обучении. Образовательные технологии и общество (ISSN 1436-4522). – Том 17. – № 4, 2014. С. 507-517.

ДЕКЛАРИРОВАНИЕ ЛИЦЕНЗИРУЕМЫХ ТОВАРОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ

Батаев В.В., Калинина Д.И.

СамГТУ, РФ, г. Самара

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2012 года №1125-р утвержден План мероприятий («дорожная карта») «Совершенствование таможенного администрирования» [1]. Ожидается, что «дорожная карта» поможет упростить порядок перемещения товаров и транспортных средств через таможенную

границу Евразийского экономического союза, в том числе при ввозе в Российскую Федерацию и вывозе из Российской Федерации.

Поэтапное сокращение количества документов, представляемых декларантами и их таможенными представителями для целей таможенного декларирования и таможенного контроля, а также помещения товаров и транспортных средств под заявляемые таможенные процедуры при их ввозе в Российскую Федерацию и вывозе из Российской Федерации является одной из целей «дорожной карты».

В целях реализации «дорожной карты» Федеральной таможенной службой Российской Федерации (ФТС России) издан приказ №1189 от 23.06.2014 «О сокращении перечня документов, представляемых при таможенном декларировании товаров» (зарегистрирован в Минюсте РФ 04.08.2014, рег. №33416. Опубликован в «Российской газете» №178 (6450) от 08.08.2014) [2]. В соответствии с данным приказом таможенным органам предписывается не требовать представления лицензий Министерства промышленности и торговли Российской Федерации в случаях таможенного декларирования в электронной форме товаров, включенных в Единый перечень, утвержденный Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии №134 от 16.08.2012 «О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования» [3].

Считаем издание приказа ФТС России №1189 от 23.06.2014 [2] преждевременным, так как его исполнение не представляется возможным в связи с тем, что он противоречит Решению Комиссии Таможенного союза №687 от 22.06.2011 [4], которым утверждено Положение о едином порядке контроля таможенными органами ввоза на таможенную территорию Евразийского экономического союза и вывоза с этой территории лицензируемых товаров (Положение).

В целях осуществления контроля за количеством и номенклатурой ввозимых на таможенную территорию Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и вывозимых с этой территории лицензируемых товаров Положением регламентирован порядок действий владельцев лицензий, связанных с представлением в таможенные органы для постановки на контроль оригиналов лицензий, а также порядок действий таможенных органов, связанных с регистрацией оригиналов лицензий, направлением их заверенных копий на таможенные посты и выпуском товаров в счет этих лицензий.

Во исполнение Решения КТС №687 от 22.06.2011 [4] издан приказ ФТС России №2652 от 29.12.2011 [5], которым утверждена Инструкция о действиях должностных лиц таможенных органов Российской Федерации, направленных на реализацию Положений о едином порядке контроля таможенными органами ввоза на таможенную территорию ЕАЭС и вывоза с этой территории лицензируемых товаров.

Хронологически порядок действий, регламентированный этими двумя нормативными правовыми актами, выглядит следующим образом.

После оформления Минпромторгом оригинал лицензии представляется её владельцем для постановки на контроль в таможенный орган того государства – члена Евразийского экономического союза, на территории которого зарегистрирован владелец лицензии. Одновременно с оригиналом лицензии в таможенный орган представляется письменное заявление о постановке лицензии на контроль в произвольной форме. В заявлении должны содержаться сведения о наименовании таможенных органов, в которых планируется произвести таможенное декларирование лицензируемых товаров, а также о количестве и наименовании ввозимых (вывозимых) по лицензии товаров. К письменному заявлению владелец лицензии прилагает копии лицевой стороны оригинала лицензии, количество которых должно соответствовать количеству таможенных органов, в которых планируется произвести таможенное декларирование лицензируемых товаров, и копию лицевой стороны оригинала лицензии для её последующего представления в таможенные органы в местах прибытия (убытия) товаров на таможенную территорию ЕАЭС.

Постановка лицензии на контроль осуществляется таможенным органом в срок, не превышающий 3 (трёх) рабочих дней со дня регистрации заявления.

После постановки лицензии на контроль её оригинал остаётся в таможенном органе, а заверенные копии лицензии возвращаются её владельцу не позднее двух рабочих дней после постановки лицензии на контроль.

Заверенные таможенным органом копии лицензии должны содержать оттиск штампа либо запись «Поставлено на контроль», подпись и личную номерную печать должностного лица таможенного органа, поставившего лицензию на контроль, дату постановки лицензии на контроль, номер, присваиваемый при постановке лицензии на контроль.

Одна из заверенных таможенным органом копий лицензии представляется в месте прибытия (убытия) совместно с транспортными (перевозочными) и (или) коммерческими документами на каждую партию товара, перемещаемую через таможенную границу ЕАЭС.

Остальные заверенные таможенным органом копии лицензии представляются в таможенные органы в комплекте документов к декларациям на товары, по которым осуществляется таможенное декларирование лицензируемого товара в счёт лицензии в первый раз, и остаются в этих таможенных органах.

Выпуск лицензируемых товаров таможенными органами осуществляется в соответствии с наименованиями товаров, указанными на оборотной стороне заверенной копии лицензии, и в количестве, не превышающем количество лицензируемого товара, указанное на оборотной стороне заверенной копии лицензии.

Схематично последовательность действий владельца лицензии и таможенных органов изображена на рисунке (см. Приложение).

Пунктом 16 Положения определено, что представление и получение документов, предусмотренных Положением, осуществляются в письменном виде с использованием в том числе почтового сообщения, а также иных форм передачи документов при наличии просьбы об этом в письменном заявлении владельца лицензии.

Описанный порядок действий, как владельца лицензии, так и таможенных органов практически исключает возможность исполнения приказа ФТС России №1189 от 23.06.2014 [2], так как эффективный контроль за ввозом/вывозом лицензируемых товаров на текущий момент достигается лишь оборотом бумажных носителей лицензий Минпромторга (оригиналов и их заверенных копий), а также их сканированных или формализованных электронных копий.

Возвращаясь к Плану мероприятий («дорожной карте») «Совершенствование таможенного администрирования» [1], логично было бы предположить, что отмена Решения КТС от 22.06.2011 №687 [4] и приказа ФТС России №2652 от 29.12.2011 [5] будет способствовать реализации и упрощению порядка перемещения товаров и транспортных средств через таможенную границу Евразийского экономического союза при их ввозе в Российскую Федерацию и вывозе из Российской Федерации.

Пунктом 18 Положения предусмотрена возможность определения Федеральной таможенной службой особенностей контроля ввоза на таможенную территорию ЕАЭС и вывоза с этой территории лицензируемых товаров при осуществлении таможенного декларирования с использованием таможенной декларации в виде электронного документа и (или) программных средств, обеспечивающих автоматизированный контроль за исполнением лицензий.

Соответственно, отмена Решения Комиссии Таможенного союза от 22.06.2011 №687 [4] и приказа ФТС России №2652 от 29.12.2011 [5] будет целесообразна лишь в случае разработки и утверждения программных средств, обеспечивающих автоматизированный контроль за исполнением лицензий, а также организации эффективного и бесперебойного электронного взаимодействия таможенных органов с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и его территориальными органами.

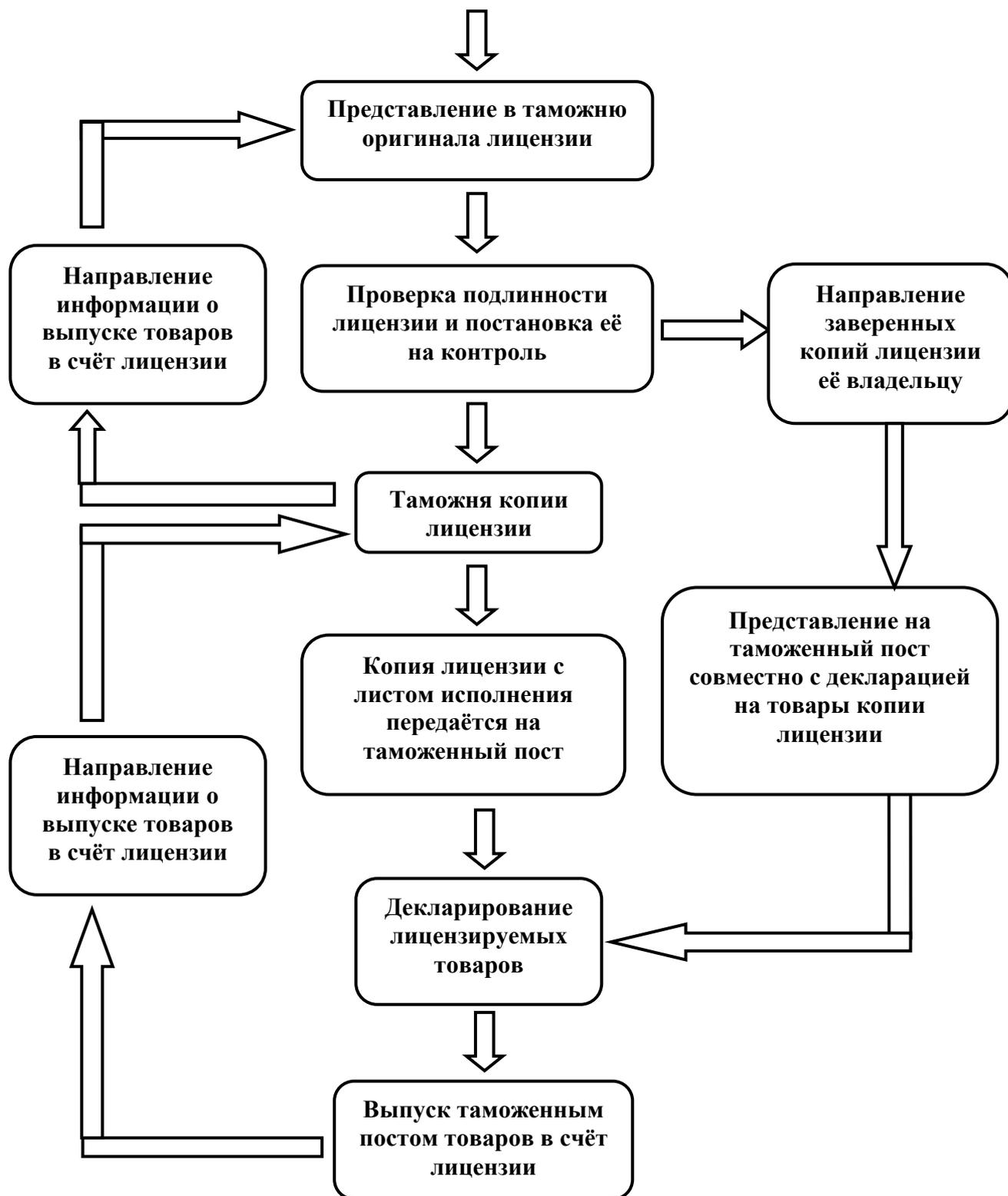


Рис.1. Последовательность действий владельца лицензии и таможенных органов.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2012 года №1125-р О плане мероприятий («дорожной карте») «Совершенствование таможенного администрирования» (с изменениями и дополнениями от 6 сентября 2012 г., 26 марта, 17 августа, 26 сентября 2013 г., 2 июля 2014 г., 15 августа 2015 г.) (Собрание законодательства Российской Федерации от 09 июля 2012 г. №28 ст.3926).

2. Приказ ФТС России №1189 от 23.06.2014 «О сокращении перечня документов, представляемых при таможенном декларировании товаров» (зарегистрирован в Минюсте РФ 04.08.2014, рег. № 33416. Опубликован в «Российской газете» № 178 (6450) от 08.08.2014).
3. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 16 августа 2012 года №134 «О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования».
4. Решение Комиссии таможенного союза ЕврАзЭС от 22 июня 2011 года №687 «О Положении о едином порядке контроля таможенными органами ввоза на таможенную территорию Таможенного союза в рамках ЕврАзЭС и вывоза с этой территории лицензируемых товаров».
5. Приказ ФТС России №2652 от 29 декабря 2011 года «Об утверждении Инструкции о действиях должностных лиц таможенных органов Российской Федерации, направленных на реализацию Положения о едином порядке контроля таможенными органами ввоза на таможенную территорию Таможенного союза в рамках ЕврАзЭС и вывоза с этой территории лицензируемых товаров».

ИМИТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ В СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ДСП-1,5 ИЗ.

Башкатова А.В.

ФГБОУ ВПО "ТГТУ", РФ, г.Тамбов

Сталь – ковкий деформируемый сплав железа и углерода, один из наиболее широко применяемых материалов в производстве, строительстве и машиностроении. Выработка стали может осуществляться с использованием различных по принципу действия металлургических агрегатах. Широкое распространение на сегодняшний день получили дуговые сталеплавильные печи (ДСП) переменного тока прямого действия. Высокая производительность, простота в эксплуатации, возможность выпуска широкого сортамента высококачественных сталей, отвечающих требованиям ГОСТ 997-75, а так же широкий диапазон типовых размеров агрегатов вместимостью от 0.5 до 400 тонн являются основными конкурентными преимуществами.

Технология процесса производства в ДСП основывается на превращении электрической энергии в тепло, происходящее в разряде – дуге, протекающей в газовых и паровых средах. В печах прямого действия горение дуги происходит между электродами и непосредственно нагреваемым металлом. Как физическое явление дуга имеет ряд характерных особенностей. Существование дуги возможно только при определенных значениях тока и напряжения, а так также длины дуги [1-5].

Процесс горения дуги в печах на начальном этапе, а так же в момент кипения металла является нестабильным. Это обусловлено изменениями положения шихты в твердой завалке, образованием пузырей в момент полного расплавления и кипения металла, а так же рядом косвенных параметров. Поддержание определенных электрических режимов, обеспечивающих стабильности горения, является основной задачей управления. Практика промышленного использования, а так же анализ проведенных ранее исследований [1-5] показал, что изменение электрического режима печи возможно двумя путями: изменением длины дуги и изменением вторичного напряжения.

Разработка наиболее эффективных автоматизированных системы регулирования (АСР) возможно только при тщательном изучении процесса горения дуги, а так же зависимости электрического режима (значений тока и напряжения) от изменения длины дуги и вторичного напряжения трансформатора.

Для рассмотрения процесса воспользуемся схемой замещения электрической цепи однофазной дуги с соответствующими расчетными уравнениями, рассматриваемой ранее в трудах С. И. Тельным. Из-за сложности процессов, происходящих в печи, были введены следующие допущения [4]:

- мгновенные значения напряжения дуги за время её горения в каждом полупериоде примем равными постоянному значению;
- зависимость длины дуги от тока при постоянном напряжении в области рабочих значений заменена линейной функцией;
- дуга переменного тока будет заменена активным сопротивлением r и включенной в цепь индуктивностью L .

Подобные допущения позволяют учесть нелинейность дуги переменного тока и получить наиболее близкие значения к действительным результатам [2, 4].

Положим, что в цепи дуги протекает переменный ток:

$$U = U_m \sin(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

при этом частота (ω) заданна источником питания, а в дуге через каждый полупериод меняется полярность (катод и анод меняются местами). С учетом введенных допущений для расчета мгновенных значений тока С. И. Тельным было получено следующее расчетное уравнение [1]:

$$i = \frac{U_m}{z} \left[C e^{-\omega t \operatorname{tg} \varphi} + \sin(\omega t - \varphi) - \frac{U_d}{U_m \cos \varphi} \right], \quad (2)$$

где U_m – амплитудное линейное напряжение, В;

U_d – фазное средневывпрямленное напряжение дуги (вторичное напряжение трансформатора), В;

z – полное сопротивление, Ом;

C – произвольная постоянная, характеризующая максимальное значение свободного тока переходного процесса;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

Произвольная постоянная C в этом уравнении, характеризующая максимальное значение свободного тока переходного процесса, вычисляется исходя из начальных условий, отвечающих моменту зажигания дуги [4]:

$$\omega t' = \arcsin \frac{U_d}{U_m} \text{ и } i = 0. \quad (3)$$

Расчет полного сопротивления можно произвести по формулам:

$$z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (4) \text{ и } \operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R} \quad (5),$$

где R – активное сопротивление, Ом; X – индуктивное сопротивление, Ом.

Как упоминалось ранее возможность оперативного изменения электрического режима возможно изменением длины дуги. Для получения зависимости полного сопротивления дуги от длины воспользуемся следующими формулами [2]:

$$l_d = \frac{1}{\beta} (\sqrt{U_m^2 - (I * x)^2} - I * r - \alpha), \quad (6)$$

где

$$\beta = \frac{dU}{dl}, \quad (7)$$

l_d – длина дуги, мм;

α – по Хитрику и Чуйко для дуговых печей составляет 9-30В (для электродов уголь-сталь 22В, уголь-основной шлак 9В, уголь-кислый шлак 30В);

β – градиент напряжения по длине дугового промежутка, В/мм;

x – индуктивное сопротивление, Ом;

r – активное сопротивление, Ом;

U_m – амплитудное линейное напряжения дуги, В;

I – сила тока дуги, А.

Расчет произведем для следующих параметров $U_m = 308\text{В}$, $I = 3700\text{ А}$, $\cos \varphi = 0.88$. Получив значение длины дуги для соответствующего тока и напряжения, рассчитаем значение активного сопротивления, используя закон Ома для участка цепи и формулами (4,5). График зависимости сопротивления от длины дуги представлен на Рисунке 1.

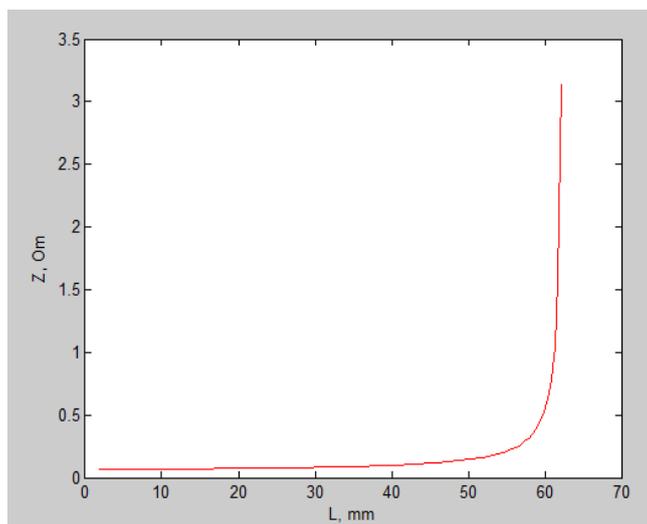


Рис.1. Зависимость полного сопротивления дуги от длины

Из анализа Рисунка 1 можно определить область рабочих значений ($L \leq 59$ мм) и область обрыва дуги ($L > 59$ мм). Аппроксимируя полученные данные полиномами первого и второго порядка в области рабочих значений, получим необходимую зависимость для дальнейших расчетов. Графики аппроксимирующих функций представлены на Рисунке 2.

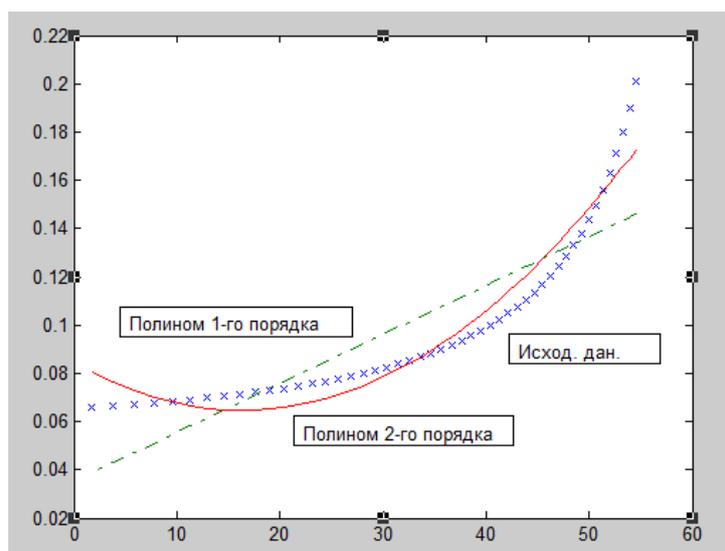


Рис.2. Аппроксимирующие функции

Из анализа Рисунка 2 видно, что наиболее близкие значения дает полином 2-го порядка. Соответственно зависимость полного сопротивления дуги от её длины запишется следующим образом:

$$z = 0.0001l^2 - 0.0024l + 0.0847. \quad (8)$$

При определенных параметрах напряжения горения дуги и питающего напряжения, задавая различные значения ωt в уравнение (2), можно вычислить ток дуги, отвечающий выбранному моменту времени, а следовательно получить основные параметры дуги. Учтем так же, что $\cos \varphi$, необходимый для расчетов, определяется параметрами печного трансформатора.

Для создания динамической модели необходимо учесть так же возможные колебания длины дуги. Поэтому сопротивление, используемое для расчета представим в виде [4]:

$$z = |z_a \sin(\omega t + \varphi)|, \quad (9)$$

где z_a – номинальное сопротивление дуги для полученных значений тока и напряжения.

Рассмотренная выше модель, позволяет получить кривые мгновенного синусоидального тока для приложенного напряжения. Получаем, что уравнения (1-9), представляют собой математическое описание процесса горения дуги в ДСП переменного тока как объекта управления.

Для получения наиболее эффективной АСР необходимо проанализировать данные о статических и динамических свойствах регулируемого объекта. Для этого воспользуемся расчетными уравнениями (1-9) с помощью которых построим статические и динамические характеристики регулируемого объекта. Расчет произведем для следующих параметров $U_m = 308\text{В}$, $U_d = 130\text{В}$ (для начальных этапов плавки), $U_d = 140\text{В}$, $\cos\varphi = 0.88$, $C = 1.32$.

Статическая характеристика представляет собой зависимость выходных величин от входных при установившемся режиме работы (номинальный режим работы на этапе процесса). В нашем случае это зависимость тока от длины дуги и зависимость тока от вторичного напряжения трансформатора. Процесс плавки содержит в себе несколько этапов с определенными для каждого из них номинальными режимами. Для значений, построим статические характеристики для различных этапов плавки. Для этого воспользуемся математической моделью. Изменяя значение одной из входных переменных от -50% до $+50\%$ от значения в номинальном режиме и сохраняя номинальные значения для других, получим необходимые статические характеристики. Полученные результаты представлены на Рисунке 3. Для большей наглядности построение производились на одном графике [7].

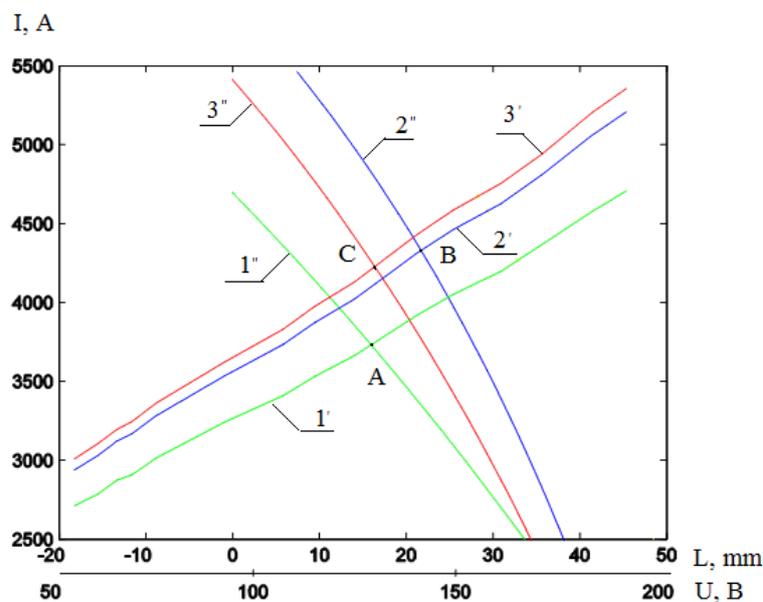


Рис.3. Статические характеристики для разных этапов плавки
 $1' - I(U_B^1)$, $1'' - I(L^1)$, $2' - I(U_B^{2,4})$, $2'' - I(L^{2,4})$, $3' - I(U_B^3)$, $3'' - I(L^3)$

На Рисунке 3 представлены и пронумерованы статические характеристики для разных этапов плавки. Рассмотрим их подробнее.

1. Характеристики $1'$ и $1''$ относятся к 1-му этапу плавки. Точка А, являющаяся точкой пресечения характеристик, соответствует номинальному режиму, определяемому заданием: $I = 3780\text{ А}$; $U = 130\text{ В}$; $l = 17\text{ мм}$.

Характеристика $1'$ – зависимость тока от вторичного напряжения трансформатора. Характеристика $1''$ – зависимость тока от длины дуги.

2. Характеристики $2'$ и $2''$ относятся ко 2-ому и 4-ому этапам плавки. Точка В, являющаяся точкой пресечения характеристик, соответствует номинальному режиму, определяемому заданием: $I = 4200\text{ А}$; $U = 140\text{ В}$; $l = 21\text{ мм}$.

Характеристика $2'$ – зависимость тока от вторичного напряжения трансформатора. Характеристика $2''$ – зависимость тока от длины дуги.

3. Характеристики $3'$ и $3''$ относятся к 3-му этапу плавки. Точка С, являющаяся точкой пресечения характеристик, соответствует номинальному режиму, определяемому заданием: $I = 4200\text{ А}$; $U = 130\text{ В}$; $l = 17\text{ мм}$.

Характеристика $3'$ – зависимость тока от вторичного напряжения трансформатора. Характеристика $3''$ – зависимость тока от длины дуги.

Анализируя полученные данные, нельзя однозначно решить какое регулирующее воздействие необходимо использовать в системе управления, поэтому построим и проанализируем динамические характеристики регулируемого объекта для одного из этапов процесса.

Динамические характеристики представляют собой зависимость между изменением значений входных и выходных величин в динамическом режиме (во времени). Для анализа объекта управления, построим

динамическую вольтамперную характеристику (ВАХ) для синусоидальных кривых значений тока и динамическую характеристику для несинусоидальных кривых среднеквадратических действующих значений тока. Для этого изменим одно из входных воздействий на 20%, сохранив при этом значение другого неизменным. Полученные результаты представлены на рисунках 4, 5 [7].

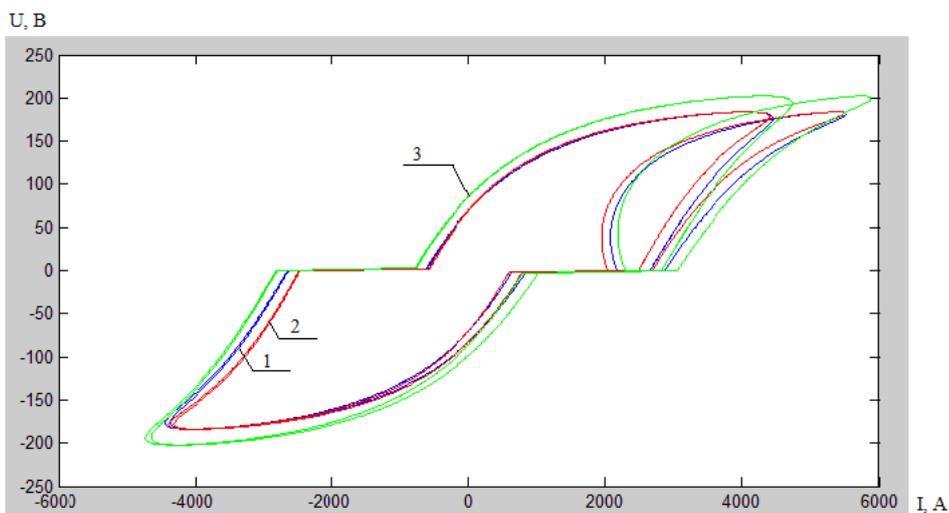


Рис.4. Вольтамперные характеристики дуги для 2-го этапа процесса

1 – номинальный режим; 2 – при изменении длины дуги на 20%

3 – при изменении вторичного напряжения на 20%

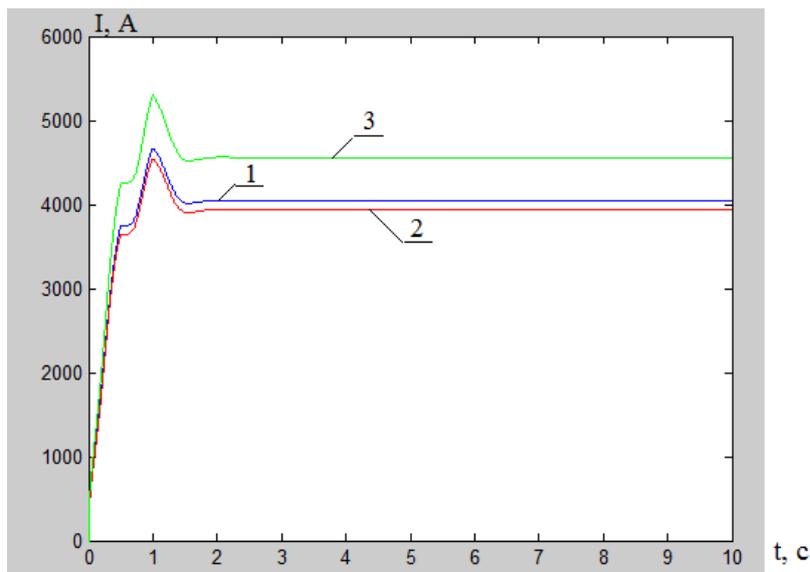


Рис.5. Динамические характеристики для 2-го этапа процесса

1 – номинальный режим; 2 – при изменении длины дуги на 20%

3 – при изменении вторичного напряжения на 20%

На Рисунке 4 представлены три вольтамперные характеристики дуги:

1 – ВАХ для номинального режима работы;

2 – ВАХ для режима, в котором увеличили длину дуги на 20%;

3 – ВАХ для режима, в котором увеличили вторичное напряжение на 20% .

На Рисунке 5 изображены динамические характеристики для несинусоидальных кривых среднеквадратических действующих значений тока:

1 – Характеристика для номинального режима работы;

2 – Характеристика для режима, в котором увеличили длину дуги на 20%;

3 – Характеристика для режима, в котором увеличили вторичное напряжение на 20%.

Анализ Рисунков 4, 5 показал, что наибольшее отклонение от номинального режима произошло с изменением вторичного напряжения. Исходя из этого, в качестве управляющего воздействия можно выбрать изменение вторичного напряжения. Однако частые коммутации силовых цепей приводят к быстрому износу оборудования и являются непригодными для оперативного изменения параметров дуги. Поэтому изменение вторичного напряжения используется только несколько раз за период плавки в определенные технологические моменты времени. Получаем, что в качестве управляющего воздействия используем изменение длины дуги за счет перемещения электродов как наиболее простой и удобный способ регулирования [2].

Практика использования ДСП показала, что управление данным объектом возможно различными путями с использованием различных автоматических систем регулирования. Анализ статических и динамических характеристик показал, что изменение длины дуги является наиболее простым и удобным способом управления.

Список литературы

1. Браславский И.Я. Энергосберегающие асинхронный электроприводы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений [Текст]/ Браславский И.Я., З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.
2. Лапшин, И.В. Автоматизация дуговых печей [Текст]/ Лапшин И.В. Московский Институт Стали и Сплавов г. Москва 2004 г - 166 с.
3. Регламент №1.2.1236 «Производство букс» ОАО «Вагонреммаш»
4. Свенчанский, А.Д. Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева: Учебник для вузов [Текст]/ Свенчанский А.Д., Жердев И.Т., А.М. Кручинин и др. – М.: Энергоиздат, 1981. – 296 с.
5. Сойфер, В.М. Дуговые печи в сталелитейном цехе [Текст]/ Сойфер В.М., Кузнецов Л.Н., – М.: «Металлургия», 1989. –176 с.
6. Третьякова, Н.В. Технология конструкционных материалов: Курс лекций/ Материаловед для преподавателей и научных работников// URL: <http://xn--80aagicszezsw.xn--p1ai/uchebniki/osnovny-metallurgicheskogo-proizvodstva> (дата обращения: 16.04.2016)
7. Оневский, П.М. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Оневский П.М., Погонин В.М., Скворцов С.А. – Т.: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012 – 216 с.

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Савельева Ю.О.

Аспирант СамГТУ, РФ, г.Самара

Актуальность исследования интеллектуальных систем (ИС) объясняется стремительным ростом исследований, направленных на совершенствование методов и способов моделирования возможностей и способностей человека, решения задач с помощью программных и аппаратных средств. Развитие ИС обусловило эффективность системы научного сопровождения производственных технологий. Количество ИС на рынке программного обеспечения (ПО) растет как за счет разнообразия их видов, диапазона потенциальных применений, так и за счет увеличения числа разработок западных фирм и продвижения отечественных продуктов, затрудняя выбор нужной интеллектуальной системы управления (ИСУ).

Объективной причиной внедрения ИСУ в решении задач автоматизации и оптимизации процессов нефтеперерабатывающих предприятий является повышение эффективности производства, планирования его ресурсов, точности выполнения проектов. Особая роль уделяется созданию имитационных моделей. Однако, большинство из существующих моделей - статические, динамическая реконфигурация в них либо не возможна, либо затруднительна; размеры системы громоздки; затруднен выбор эффективных управляющих параметров. В соответствии с современными требованиями, системы должны адаптироваться не только к изменениям процесса, но и к динамично меняющимся техническим требованиям производства в режиме реального времени; осуществлять согласованное управление одновременно несколькими сложными процессами. Интеллектуальная среда моделирования позволяет создать «гибкие» имитационные модели, которые смогут работать с большими объемами требуемой информации, снизить риски, связанные с проектированием, мониторингом и эксплуатацией сложных систем.

Задачи, решаемые ИС, определяют виды систем:

1. Интеллектуальная информационная система - комплекс программных, лингвистических и логико-математических средств для поддержки деятельности человека и поиска информации на естественном языке в режиме продвинутого диалога [10]. Развитие систем информационного обеспечения деятельности человека представляется как:

1) Развитие информационных систем, где информационной моделью предметной области являются каталоги, классификаторы.

2) Развитие автоматизированных информационных систем, информационная модель – массивы информации в виде баз и банков данных. Осуществляют автоматизированный поиск информации, ее обработку, хранение и передачу.

3) Развитие интеллектуальных информационных систем (ИИС), модель предметной области – система структурированных данных, т.е. базы знаний. Решают «интеллектуальные» задачи (нахождение неизвестных универсальных алгоритмов решения определенных проблем), в которых вместо данных используются знания, вместо алгоритмов функционирования – методы искусственного интеллекта. Задачи можно представить тремя категориями: анализ информации, синтез информации и комбинированные задачи.

2. Экспертная система – система, способная частично заменить специалиста-эксперта, реализуя его функции в решении проблем.

3. Расчётно-логическая система – решение задач по декларативным описаниям условий.

4. Гибридная ИС – синтез нескольких методов имитации человеческой деятельности [7].

5. Рефлекторная ИС - с помощью алгоритмов формирует ответные реакции на различные комбинации входных воздействий.

Одним из основных направлений развития промышленных интеллектуальных систем является исследование в области нейрокибернетики, т.е. применение нейронных сетей [4].

Разнородность и несовместимость уже внедренных систем, необходимость совместного использования ПО различных производителей на различных платформах, как программных, так и аппаратных, требует интеграции автоматизированных систем [9], которая проходит в двух направлениях: горизонтально и вертикально. Горизонтальная интеграция: объединение независимых систем в единую информационную сеть, что обеспечивает обмен информацией в режиме реального времени между основными и вспомогательными подразделениями, единое пространство информации о процессах. Вертикальная интеграция: осуществляя движение информации от нижнего уровня организации на верхние, передает данных о процессе на уровень бизнес-приложений. Стоит отметить, что уровень датчиков, контроллеров и подсистем нижнего уровня управления работает с большим объемом параметров и информации, которые могут быть недостоверными или нечеткими, процесс передачи данных в системы верхнего уровня должен сопровождаться предварительной обработкой, анализом, агрегированием [1].

Все многообразие систем и средств автоматизации интегрируется в единый комплекс средств управления - ИТ-архитектуру управления современным предприятием, которую можно визуально представить в виде пирамиды, состоящей из пяти уровней управления (от нижнего к верхнему):

1. КИП - измерительные приборы, оборудование.

2. АСУТП - APC и DCS. Классическое представление об АСУТП: основные операции процесса автоматизированы, однако требуется участие оператора в управлении. DCS (PCU) –система, не требующая вмешательства со стороны оператора при ее нормальной работе, но слияние PCU и, например, SCADA предполагает наличие управляющего воздействия со стороны оператора [13]. APC (системы усовершенствованного управления производством) позволяют автоматически корректировать ход процесса.

3. MES – AC КУБ, БДРВ, PI System. Осуществление управления производственными процессами, путем сбора данных с нижних уровней, анализ и контроль, осуществление установки связи между производством и отделами предприятия, поставщиками. Важную роль играет визуализация. Цель – оптимизация всего производства.

4. ERP – EAM, SCM, SAP ERP, SAP HR, PIMS, DPO, ORION. ERP - системы планирования ресурсов предприятия, интегрирующие данные нижних уровней, осуществляющая учетную деятельность, управляет активами НПЗ. SCM - Планирование Цепочек Поставок.

5. BI/BW - SAP BI, CYO. Осуществление анализа и обработки массивов данных с уровнем ERP и MES, внешних источников, формирование отчетности.

На каждом уровне управления достоверная и своевременная информация служит основанием принятия решений. Системы должны осуществлять учет, планирование, контроль и регулирование, информационно-аналитическое обеспечение, специальные функции [3, 8].

Вариативность работы нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) увеличивается за счет таких программных продуктов, как продукты компании «Aspen technology», например [14]: Aspen HYSYS - система точного моделирования технологических процессов нефтегазопереработки; Aspen RefSys - система точного моделирования реакторов нефтепереработки. Также применяются системы класса SCM: Aspen PIMS – экономико-технологическая система моделирования, Aspen DPO – система оптимизации плана поставок и распределения нефтепродуктов и т.п.), предназначены для управления процессом только при фиксированных параметрах других звеньев, т.к. являются изолированными, т.е. программы не смогут учесть таких параметров, как: влияние динамики поставок сырья на вход НПЗ, характер спроса, стоимость нефтепродуктов.

PI System – интеллектуальная информационная система компании OSI Software, основанная на платформе Oracle. Представляет собой архив, является MES-системой для управления базами данных в режиме реального времени. Большинство исследований рассматривают новые подходы к проектированию комплексов информационных моделей процессов обработки данных, производства, методики определения состояний технологических единиц. Для этого на информационной платформе PI System разрабатывается приложения для мониторинга технологических процессов, анализа материальных и энергетических потоков. PI System обеспечивает сбор, хранение и представление в едином формате данных, полученных с нижних уровней управления, реализуя двусторонний обмен данными. Осуществляет не только оптимизацию производственных процессов, но и своевременное информирование, что позволяет: выявлять и устранять неисправности в реальном времени, поддерживать стабильность технологических процессов, составлять отчетность, предотвратить нештатные ситуации.

Рост требований к качеству нефтепродуктов, потребность в расширении их ассортимента, ужесточение экологических норм, суммарное падение спроса при одновременном росте затрат приводит к тому, что ИСУ (являясь рычагом развития бизнеса) – одно из основных условий эффективности нефтеперерабатывающего предприятия, залог его конкурентоспособности.

Список литературы

1. Андриевский А.Л. Разработка системы контроля движения нефтепродуктов нефтехимического предприятия: На примере Ангарской Нефтехимической Компании: Дис. канд. техн. наук: 05.13.06. – М. – 2004. – 177 с.
2. Валетов В.А., Орлова А.А., Третьяков С.Д. Интеллектуальные технологии производства приборов и систем: учеб. пособие. – СПб: СПб ГУИТМО, – 2008. – 134 с.
3. Гуськова Е.А., Орлов А.И. Информационные системы управления предприятием в решении задач контроллинга // Контроллинг. – 2003. – № 1.
4. Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, – 2001. – 352с.
5. Дозорцев В.М., Ефитов Г.Л., Шестаков Н.В. Современные компьютерные системы управления как средство снижения потерь в нефтепереработке // Приборы и системы управления. – 1998. – №7 – с. 13-17.
6. Карпачев И. Налево пойдешь // Enterprise partner: корпоративные системы – 2000. – №10.
7. Колесников А.В. Гибридные интеллектуальные системы: Теория и технология разработки / Под ред. А.М. Яшина. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, – 2001. – 711 с.
8. Любавин А.А. Особенности современной методологии внедрения контроллинга в России // Контроллинг – 2002. – №1.
9. Сибирцев Е.В. Интеграция автоматизированных систем управления // Проблемы развития территории – 2005. – №28 – с.57-62
10. Трофимова Л.А., Трофимов В.В. Управление знаниями. Учеб.пособ. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ. 2012. – 77с. [с.52]
11. Уайт О. У. Управление производством и материальными запасами в век ЭВМ / Пер. с англ. - М.: Прогресс. 1978. – 302 с.
12. Швецов Д. Интеллектуальные системы хранения данных в АСУТП // Современные технологии автоматизации: СТА-ПРЕСС, 2011, – №4 – с.42-46.
13. Средства и системы компьютерной автоматизации [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://asutp.ru/?p=600055> (дата обращения 06.04.16)
14. Optimize with aspenONE [Электронный ресурс] // AspenTech – Режим доступа: <http://www.aspentech.com/products/home/> (дата обращения 06.04.16)
15. PI System [Электронный ресурс] // ИндаСофт – Режим доступа: http://www.indusoft.ru/products/osisoft/PI_SYSTEM/ (дата обращения 06.04.16)

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Чистякова В.В., Чистякова М.А.

МГУ, РФ, г.Москва

Функциональная модель

Развитие систем ситуационного управления требует решения задач автоматизации процесса управления силами и средствами подразделений по обеспечения общественной безопасности. Ключевыми потребителями автоматизированной системы подразделения и службы МВД России: подразделения патрульно службы (ПС); подразделения обеспечения безопасности на дорогах (ПОБД); подразделения охраны (ПОх); подразделения обеспечения общественной безопасности на транспорте (ПООБТ). Непосредственными пользователями будут центры мониторинга (ЦМ) и их Диспетчерские службы (ДС).

Функционирование диспетчерской службы организуется по территориальному и ведомственному принципу. Данные ДС руководят деятельностью ПС, ПОБД и т.д. При проведении мероприятий, в которых участвуют ДС разных субъектов РФ, эти ДС берут на себя руководство всеми силами и средствами служб обеспечения общественной безопасности на подведомственной территории и являются курирующими (основными) ДС в рамках территориального органа. По признаку объекта управления выделяются и другие службы: ДС патрульной службы; ДС территориального подразделения охраны; ДС линейного подразделения по обеспечения общественного порядка на транспорте.

С целью обеспечения координации в рамках плана единой дислокации, при проведении мероприятий должна быть обеспечена возможность обмена информацией между различными службами, то есть сведения о местоположении и состоянии подвижных объектов, относящихся к одной из служб, должны быть доступны в ДС и других служб. Для выполнения этой задачи требуется организация информационного обмена между ЦМ различной территориальной и муниципальной принадлежности.: автоматическая регистрация и работа переданных сил и средств, прибывших из другого региона, в региональной системе местонахождения; сопровождение подвижных объектов (в том числе, особо ценных и опасных грузов), перемещающихся между различными регионами, с выводом мониторинговой информации непосредственно подразделениям, в зоне ответственности, которых в данный момент находится подвижный объект. Реализация этих задач обеспечивается на базе взаимодействия с внешней информационной навигационно-мониторинговой системой – региональных спутниковых навигационно-мониторинговых систем (СНМС).

СНМС должны обеспечивать возможность построения распределённой иерархической системы, в которой вышестоящие центры мониторинга смогут собирать выборочную информацию от нижестоящих центров по каналам связи, с использованием интегрированной мультисервисной телекоммуникационной сети в защищенном виде, и при необходимости сохранять ее в своей собственной базе данных [2].

В Системе управления силами и средствами подразделений по обеспечения общественной безопасности реализуются следующие функциональные возможности: информационное взаимодействие между уровнями иерархии системы; обеспечение доступа к справочной и служебной информации; предоставление справочной и служебной информации различным уровням иерархии системы; осуществление автоматизированной поддержки актуальности справочной информации на всех уровнях иерархии. Изменения должны вступать в силу во всех ЦМ на всех уровнях иерархии; использование навигационных сигналов системы ГЛОНАСС либо совместно сигналов систем ГЛОНАСС/GPS.

Анализ технологических решений

Для обеспечения требуемого функционала необходимо, чтобы решение было масштабируемым и гибким. Масштабируемость необходима для расширения системы при увеличении количества сил и средств, которые нуждаются в управлении, в том числе и при развертывании системы. Гибкость необходима системе для добавления функционала АРМ и серверных приложений, который требуется пользователям для обеспечения их работы [3].

Для системы, которая строится на федеральном уровне, количество обслуживаемых единиц достаточно велико, что приводит к требованию масштабирования.

Вертикальное масштабирование — увеличение производительности каждого компонента системы с целью повышения общей производительности. Масштабируемость в этом контексте означает возможность заменять в существующей вычислительной системе компоненты более мощными и быстрыми по мере роста требований и

развития технологий. Это самый простой способ масштабирования, так как не требует никаких изменений в прикладных программах, работающих на таких системах.

Горизонтальное масштабирование — разбиение системы на более мелкие структурные компоненты и разнесение их по отдельным физическим серверам (виртуальным серверам), и увеличение количества серверов, параллельно выполняющих одну и ту же функцию. Масштабируемость в этом контексте означает возможность добавлять к системе новые узлы, серверы, процессоры для увеличения общей производительности. Этот способ масштабирования накладывает дополнительные требования к программам, чтобы программы могли в полной мере пользоваться возросшим количеством ресурсов и выполнять процессные действия параллельно.

В целях построения более гибкой системы, целесообразно ориентироваться на создание приложений под горизонтальное масштабирование. Хотя это и более трудоемко, с точки зрения программирования, но дает больше свободы в случае необходимости наращивания мощности системы в случае увеличения количества пользователей или контролируемых объектов, а также это проще при размещении в готовой вычислительной инфраструктуре. Кроме того, при горизонтальном масштабировании, автоматически получается большая отказоустойчивость, поскольку в случае отказа оборудования, нагрузку возьмёт на себя другой сервер, хотя, и в аварийном режиме (с перегрузкой), что даст время для восстановления вышедшего из строя оборудования, или замены и развертывания нового вычислительного узла.

Горизонтальное масштабирование накладывает особые требования на разработку программных компонент. Это требование — параллельное программирование. Параллельное программирование сейчас представлено несколькими возможными технологиями, которые по сути представляют собой одно и то же. Основным краеугольным камнем параллельных вычисления является синхронизация процессов. Синхронизация может выполняться на уровне операционной системы, на уровне среды выполнения, или быть реализовано в явном виде в программе.

Также существует отдельная концепция разработки, аналогичная объектной модели программирования. Данная модель программирования называется модель акторов. Модель акторов исходит из того, что все вычислительные процессы являются акторами, которые представляют собой универсальный примитив параллельного численного расчёта: в ответ на сообщения, которые он получает, актор может принимать локальные решения, создавать новые акторы, посылать свои сообщения, а также устанавливать, как следует реагировать на последующие сообщения.

На текущий момент существует много реализаций модели акторов как в целых, отдельных языках программирования, так и в библиотеках для уже существующих языков программирования: Язык программирования Erlang; Akka, инструментарий для Java приложений по модели акторов; Java — объектно-ориентированный язык программирования; Google Web Toolkit (GWT) — свободный Java-фреймворк, который позволяет веб-разработчикам создавать Ajax-приложения; JavaScript — прототипно-ориентированный сценарный язык программирования; PHP (Hypertext Preprocessor - препроцессор гипертекста) — скриптовый язык программирования общего назначения, интенсивно применяемый для разработки веб-приложений; C# (си шарп) — объектно-ориентированный язык программирования; ASP.NET (Active Server Pages) — технология создания веб-приложений и веб-сервисов; C/C++ — компилируемый статически типизированный язык программирования общего назначения; готовые средства для обеспечения параллельных вычислений — аппаратные и программные балансировщики нагрузки [1].

На основании выше изложенного, в качестве языка программирования вычислительных модулей с большим объемом вычислений обосновано использование языка C/C++ под операционную систему виртуальных серверов (Linux) с использованием модели акторов (вычислительные объекты и пулы потоков вычислений). Под данный язык программирования достаточно просто найти специалиста разработчика. C/C++ исходный код компилируется в быстрый машинный код, который практически не имеет накладных расходов, связанных со средой выполнения, напрямую взаимодействует с ядром операционной системы, требует минимальных объемов оперативной памяти. Использование как альтернативы языка Erlang, несмотря на хорошую масштабируемость, не оправдано с точки зрения гибкости, поскольку данный язык является не сильно распространенным, для него сложно найти специалиста разработчика необходимого уровня для поддержки решения.

В качестве языка программирования сервиса приложений обосновано использование языка Java с использованием библиотек клиент-серверного взаимодействия и поддержкой взаимосвязи с браузерами всех типов, поддержка работы со всеми распространенными СУБД с помощью готовых библиотек. Под данный язык программирования (базовый) достаточно просто найти специалиста разработчика. Приложение Java может быть развернуто под любую операционную систему, в том числе и на компьютере диспетчера при необходимости более широкой схемы распределенного построения системы. По сравнению с скриптовыми аналогами (PHP, JavaScript — node.js) Java обладает большей производительностью, а по сравнению с C# — ASP.NET обладает

большой кроссплатформенностью, что делает процесс внедрения более простым и гибким. Использование Akka нецелесообразно, из-за сложности в развертывании и поддержке вычислительной среды (необходимость в настройке вычислительного кластера), и в поиске специалиста разработчика необходимого уровня для поддержки решения под данную архитектуру.

В качестве языка программирования АРМ обосновано использование JavaScript, HTML5 и CSS (Cascading Style Sheets — каскадные таблицы стилей, формальный язык описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки), с использованием существующих открытых библиотек по работе с картографической информацией и ГИС, открытых библиотек для связи с сервисом приложений на Java с поддержкой большинства современных браузеров, открытых графических библиотек удобной работы со списками, справочниками, с возможностью смены тем и цветов под требования конкретного пользователя (это облегчает работу пользователя диспетчера путем обеспечения комфортной для его глаз цветовой схеме). Количество «открытых» библиотек – библиотек с открытым исходным кодом сейчас достаточно велико. Их использование обосновано возможностью их проверки на предмет неявных и явных уязвимостей, а также возможностью их адаптации под требования пользователей и тюнинг производительности. По этой причине, например, нежелательно использование удобного инструментария GWT, поскольку при каждой компиляции генерируется новый JavaScript, который сложно отладить и доработать отдельно от основного сервиса приложений. Использование «закрытых» компонент обосновано только в случае использования целостных отдельных внешних систем, например, каких-то конкретных ГИС или конкретных BI (Business intelligence – Бизнес-аналитика), в которых нет открытых инструментов для АРМ и внешнего взаимодействия.

Предлагается использование следующих библиотек JavaScript: JQuery – для взаимодействия JavaScript и HTML, помогает легко получать доступ к любому элементу документа HTML, обращаться к атрибутам и содержимому элементов документа, манипулировать ими. Также библиотека jQuery предоставляет удобный API для работы с AJAX; OpenLayers - предназначенная для создания карт на основе программного интерфейса (API), подобного GoogleMap API или Bing Maps API, имеет много функций и возможностей; Cocos2d-JS – игровой 2D движок.

Дополнительные библиотеки будут выбираться в процессе разработки.

Использование балансировщиков, причем разного типа, такие как кэширующий прокси с функцией балансирования, а также драйверов системы виртуализации, оправдано и обязательно. В качестве балансировщика взаимодействия АРМ и сервиса приложений, а также АРМ и ГИС сервера, будет использоваться кэширующий прокси – приложение nginx, которое позволяет: распределять запросы между сервисами приложений с отслеживанием сессии пользователя; кэшировать картинки и часто повторяемые запросы с контролем срока давности.

Список литературы

1. Б. Маклафлин, Г. Поллайс, Д. Уэст Объектно-ориентированный анализ и проектирование: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2013.
2. Цехановский В.В., Чертовской В.Д. Управление данными. – Издательство "Лань". 2015
3. Щелоков С. А. Проектирование распределенных информационных систем. – Оренбург: ОГУ. 2012.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ

Башкатова А.В.

ФГБОУ ВПО "ТГТУ", РФ, г.Тамбов

Сталь – ковкий деформируемый сплав железа с углеродом, один из основных и важнейших продуктов черной металлургии. Без стали сложно представить работу различных отраслей промышленности и строительство в целом. Сталь является одним из основных конструкционных материалов, используемых, как в возведении крупных инфраструктурных объектов (железных и автомобильных дорог, мостов и сооружений), так и в производстве машин и приборов бытового назначения.

По данным всемирной ассоциации стали (World Steel Association, WSA) мировое производство на 2014 г. составило 1.6228 млрд. т. в год, что на 1.2% больше в сравнении с 2013 г.. Россия как одна из крупнейших стран-производителей стали на основании представленных исследований ассоциации на 2014 занимала 6 строчку

списка мировых лидеров по выплавке стали, а в 2015 году поднялась на 5 место. Все это свидетельствует о тенденциях роста потребления, и необходимости совершенствования и модернизации технологий производства [1].

Выплавка стали является сложным и трудоемким процессом с использованием различных по принципу действия металлургических агрегатов. К ним можно отнести мартеновские печи непрерывного действия вместимостью от 200 до 900 т, используемые в крупных производствах, кислородные конверторы, вмещающие от 130 до 350 т, и электрических дуговых печи постоянного и переменного тока вместимостью от 0.5 до 400 т [2].

Большую актуальность на сегодняшний день получили дуговые сталеплавильные печи (ДСП) малой вместимости (от 0.5 до 6 тонн). Они просты в эксплуатации, маневренны, не требуют больших производственных мощностей в сравнении с мартеновскими печами, обладают высокой производительностью высококачественных сталей широкого сортамента в соответствии с ГОСТ 997-75 при небольших производственных затратах. Все это обеспечивает широкое распространение использования подобных аппаратов. Однако подобные печи в виду сложности в конструктивном исполнении, а так же в технологии процесса производства требует поддержания и контроля многих параметров, таких как температура, положение механизмов печи, а так же мощности, силы тока и напряжения, подаваемой на электроды. На сегодняшний день многие существующие ДСП по праву можно считать морально устаревшими, вследствие использования технических средств в системах управления не способных обеспечить современные требования к энергоёмкости и производительности печи. В связи с этим происходит снижение качества продукции, и как следствие увеличение себестоимости произведенной стали, что влечет за собой снижение конкурентоспособности продукта. Так как основные механизмы и технологическое оборудование не претерпели серьезных изменений, можем признать экономически целесообразным только модернизацию системы автоматизированного управления процессом производства.

Для внедрения новых автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) в дуговых сталеплавильных печах необходимо проанализировать объект управления. Выявить основные требования, предъявляемые к системе, а так же методы управления и воздействия на объект.

Процесс выплавки стали в ДСП основывается на горении электрической дуги, являющейся одним из видов разрядов в газах и парах. Тепло, выделяемое дугой, в процессе горения между электродом и шихтой нагревает последнюю до температуры плавления. Это происходит вследствие передачи энергии электрических дуг шихте путем излучения, конвекции с горячими газами и испарениями, теплопроводностью от наиболее раскаленных участков металла в зоне горения дуги, а так же счет джоулева тепла при протекании тока через шлак и металл [3]. Электрическая дуга в ДСП, как физическое явление, имеет ряд особенностей [4]:

- горение при определенных значениях тока, напряжения и длины;
- большие мощности и высокие токи при низких напряжениях;
- горение в закрытом пространстве;
- значительная продолжительность горения.

Одним из важнейших и основных вопросов в управлении является поддержание устойчивости горения дуги, как основного источника энергии, необходимой для процесса плавления металла. Это определяет необходимость поддержания определенного заданного электрического режима работы, характеризующегося значениями тока, напряжения и мощности. Нагрузка в печи изменяется при изменении длины дуги в пределах от нуля (короткое замыкание, длина и сопротивление дуги равны нулю и нагрузка максимальна) до бесконечности (обрыв дуги, нагрузка равна нулю) [3-4].

Стоит так же заметить, что технологический процесс плавки является периодическим, а именно включает в себя этапы с характерными особенностями. Так в начальные стадии процесса дуги неустойчивы, часто перебрасываются с одного куска шихты на другой, меняя при этом длину дуги. По мере расплавления металла происходят обвалы, что ведет к обрыву дуги. А в момент полного расплавления до процесса кипения, дуга является наиболее устойчивой. Многоэтапность процесса определяет использование разных электрических режимов работы для наиболее эффективного использования энергии.

На процесс плавления так же влияют и другие косвенные параметры. Состав шихты и присадок, вводимых на этапе окисления и восстановления, изменяют электропроводность атмосферы в подэлектродной зоне. В процессе плавления так же происходят обгорания электродов, весь период расплавления металла до момента полного перехода его в жидкое состояние сопровождается обвалами кусков шихты в проплавленные колодцы, а в момент кипения жидкого металла образуются пузыри. Эти явления меняют геометрию поверхности над и под дугой, что влечет за собой изменение её длины [3-4].

Практика промышленного использования ДСП и анализ литературных источников показывают, что изменение электрического режима печи возможно двумя путями: изменением длины дуги и изменением вторичного напряжения.

Изменение вторичного напряжения трансформатора, подаваемого на печь, осуществляется периодически, в определенные моменты плавки, однако частые коммутации силовых цепей нежелательны. Длину дугового промежутка есть возможность изменять оперативно, поэтому данный путь управления выделяют как основной.

Поскольку изменение длины дугового промежутка приводит к изменению силы тока и напряжения, то данные величины используются как параметры регулирования.

Исходя из вышесказанного получаем структурную схему ДСП как объекта управления.

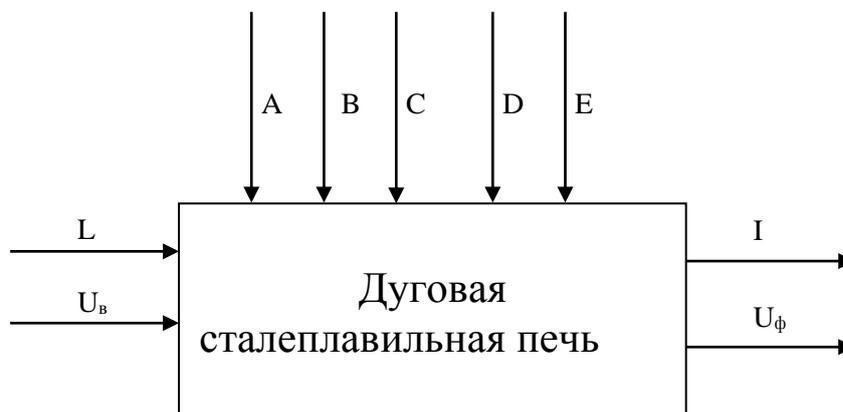


Рис.1. Структурная схема ДСП, как объект управления

К переменным, характеризующим состояние процесса, – вектору регулируемых величин относятся:

- I – сила тока дуги, А;
- U_{ϕ} – напряжение фазы печи, В.

К вектору регулирующих воздействий:

- L – длина дуги, м;
- $U_{\text{в}}$ – вторичное напряжение трансформатора, В.

К вектору возмущающих воздействий:

- A – обвал шихты (изменение геометрии поверхности под дугой), м;
- B – обгорание электродов (изменение геометрии поверхности над дугой), м;
- C – кипение металла (изменение геометрии поверхности под дугой), м;
- D – состав вводимых присадок (изменение электропроводности атмосферы в подэлектродной зоне),

См/м ;

- E – состав шихты (изменение электропроводности атмосферы в подэлектродной зоне), См/м;

Все возмущающие воздействия являются неконтролируемыми параметрами, так как, либо нет возможности произвести измерения, либо эти измерения являются трудоемкими [3-5].

Так как процесс выплавки стали включает в себя не только задачи по поддержанию горения дуги, но и другие служебные функции, обеспечивающие работу ДСП, к системе управления предъявляются требования как единому комплексу, включающему себя дуговую сталеплавильную печь, печной трансформатор, механизмы наклона печи, подъема и отвода свода, перемещения электродов, систему водоохлаждения.

Исходя, из всего вышесказанного, можно выдвинуть ряд технологических требований к работе оборудования. К ним относятся [3-6]:

- быстроедействие, обеспечивающее отработку коротких замыканий и обрыв дуги в течение 1,5 с;
- время регулирования не более 3 с;
- автономность регулирования по фазам, устранение и сведение к минимуму ненужных перемещений электродов при возмущениях в других фазах;
- обеспечение автоматического зажигания дуг без поломки электродов;
- остановка исполнительных механизмов при исчезновении питающего печь напряжения;
- предотвращение «макания» электрода в жидкий металл;
- возможность плавного изменения задания мощности и его автоматического изменения;

- чувствительность к непроводящей шихте и своевременная остановка электрода для предотвращения поломки;
- возможность использовать гибкие статические характеристики регулятора;
- возможность оперативного изменения параметров плавки и технологической карты;
- возможность оперативного ручного управления системой с панели оператора;
- возможность контроля хода технологического процесса на панели оператора;
- минимизация влияния человеческого фактора на принятие решений в управлении технологическим процессом;
- архивирование и документирование технологических параметров процесса плавки, а так же действий оператора;
- сокращение или полное исключение аварийных ситуаций, а так же автоматический контроль и блокировка работы оборудования при выявлении неполадок.

Выполнение основных технологических требований возможно только при правильном подборе регулятора. На современном этапе возможно построение регуляторов, поддерживающих один из следующих параметров [6]:

- Силу тока дуги, I_d ;
- Напряжение дуги, U_d ;
- Сопротивление дуги, Z_d (длина дуги);
- Активную мощность.

На основании различных исследований было выявлено, что лучшие результаты дает регулятор, использующий разность тока и напряжения при подбираемых настроечных параметрах:

$$aI_d - bU_d = \eta, \quad (1)$$

где a и b – настроечные параметры [4,6].

Так как в управлении используется принцип регулирования «по отклонению», сигнал ошибки формируется по следующей формуле:

$$\varepsilon = \eta_z - \eta_d = aI_z - bC - aI_d + bU_d = a(I_z - I_d) - b(C - U_d), \quad (2)$$

где

η_z , η_d - косвенные параметры регулирования с заданными и действующими значениями тока и напряжения;

a и b – настроечные параметры;

I_z и C – заданные значения тока дуги и напряжения первой ступени трансформатора [6].

В зависимости от значения рассогласования задания и действующий значений (ε), формируется сигнал управления. Так как изменение длины дуги является наиболее оптимальным способом изменения электрического режима печи, управляющим сигналом является частота вращения двигателя (ω), меняющего положение электрода в печи, а соответственно и длину дуги (L).

Статические характеристики для данного типа регулятора могут быть различны, что определяет возможность изменения электрического режима для разных этапов плавки. Исследования и практика работы ДСП показали, что наиболее лучшие результаты дают регуляторы, использующие не классические законы регулирования П, ПИ, ПД, ПИД, а основанные на применении статических характеристики, представленных на Рисунке 2 [3-6].

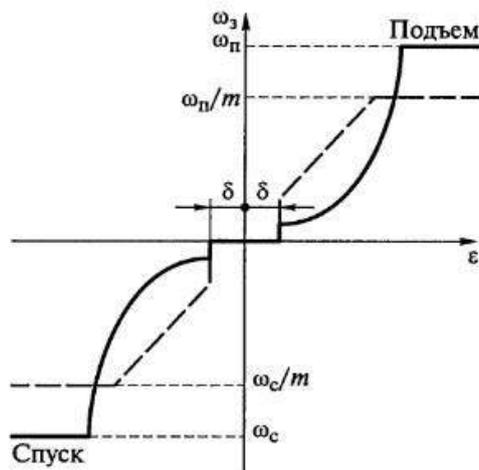


Рис.2. Статическая характеристика регулятора мощности дуги одной фазы ДСП [6].

ω_n, ω_c – максимальные угловые скорости соответственно подъема и спуска электрода,

δ – ширина зоны нечувствительности

m – коэффициент снижения скорости на этапе доводки.

Здесь сплошной линией обозначена характеристика на этапе расплавления, а пунктиром характеристика, используемая на стадии доводки.

Для решения существенного недостатка уже существующих систем управления, а именно автоматических систем регулирования (АСР) стабилизации, которые не учитывают особенности этапов плавки, и поддерживают регулируемые параметры на постоянном значении возможно при использовании регулятора с переменной структурой. Главной особенностью данного регулятора, является использование различных типов статических характеристик для разных этапов плавки, что обеспечивает экономичное использование энергоресурсов, а так же повышение качества выпускаемого продукта. При этом алгоритм регулятора обеспечивает выполнение основных технических требований, предъявляемых к системе управления.

Упрощенная структура системы регулирования рассмотрена на Рисунке 3.

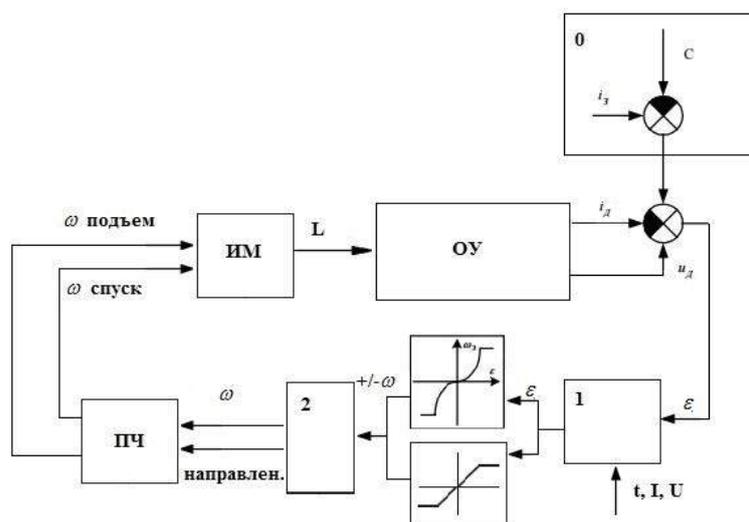


Рис.3. Упрощенная структура системы регулирования

Система состоит из объекта управления (ОУ), а именно печи, «здатчика» (блок 0), определяющего задание, блока выбора характеристики в зависимости от этапа процесса (блок 1), статических характеристик регулятора, блока преобразования полученного управляющего воздействия (блок 2), частотного преобразователя (ЧП), и исполнительного механизма (ИМ) – электродов печи.

Сигналы тока i_d и напряжения u_d дуги поступают в систему управления и на основании параметров «задатчика» по формуле (2) формируется сигнал ошибки ε . В зависимости от этапа плавки, программа выбирает необходимую характеристику, и рассчитывает задание на частоту вращения двигателя ω . Направление движение электродов определяется по знаку задания частоты, если он отрицательные электрод должен опускаться, если положительный – подниматься. Частотный преобразователь в зависимости от задания по средствам двигателей изменяет положение электрода, что приводит к изменению длины дуги L .

Аппаратная реализация подобных систем управления возможно при использовании современного свободно программируемого оборудования, а именно программируемых логических контроллеров (ПЛК), программируемых реле, панелей оператора, модулей ввода и вывода информации.

Учитывая интенсивно разрастающийся рынок приборов автоматизации, широкий список как отечественных, так иностранных компаний зарекомендовавших себя в данной сфере и обширной номенклатуры предлагаемых товаров можно выдвинуть основные критерии выбора используемого оборудования:

- Высокая надежность в эксплуатации;
- Невысокая цена, при условии высокого качества;
- Наличие широкой номенклатуры;
- Удобство в использовании и возможность интегрирования в существующие информационные системы

сбора и обработки информации.

Оборудование, отвечающее всем предъявленным требованиям, можно приобрести у зарекомендовавших себя производителей средств автоматизации, таких как Siemens, Schneider Electric, ABB, OMRON, OВЕН и др.

Модернизация старых производственных объектов с использованием современных подходов к регулированию и усовершенствованного программно-техническим комплекса должна внести ощутимый положительный эффект в количестве и качестве выпускаемой стали, а так же условиях труда и безопасности на производстве.

Список литературы

1. World crude steel output increases by 1.2% in 2014// World Steel Association // URL: <http://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2015/World-crude-steel-output-increases-by-1.2--in-2014.html> (дата обращения: 16.04.2016)
2. Третьякова, Н.В. Технология конструкционных материалов: Курс лекций/ Материаловед для преподавателей и научных работников// URL: <http://xn--80aagiccsezsw.xn--p1ai/uchebniki/osnovny-metallurgicheskogo-proizvodstva> (дата обращения: 16.04.2016)
3. Сойфер, В.М. Дуговые печи в сталелитейном цехе [Текст]/ Сойфер В.М., Кузнецов Л.Н., – М.: «Металлургия», 1989. –176 с.
4. Лапшин, И.В. Автоматизация дуговых печей [Текст]/ Лапшин И.В. Московский Институт Стали и Сплавов г. Москва 2004 г - 166 с.
5. Свенчанский, А.Д. Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева: Учебник для вузов [Текст]/ Свенчанский А.Д., Жердев И.Т., А.М. Кручинин и др. – М.: Энергоиздат, 1981. – 296 с.
6. Браславский И.Я. Энергосберегающие асинхронный электроприводы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений [Текст]/ Браславский И.Я., З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ С ПОМОЩЬЮ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

¹Нуштаева А.В., ²Савкина А.В., ²Савинов И.А., ²Ивашечкин А.О., ²Скопцов Д.Н., ²Тихонова Н.П.

¹Московский технологический институт, РФ, г.Москва

²ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», РФ, г.Саранск

В современном образовании всё большую роль играют интерактивные средства обучения. С помощью моделей в виртуальной лаборатории можно смоделировать процессы, происходящие в циклотроне, масс-спектрометре, показать движение электронов в магнитном поле. Демонстрация опытов, микропроцессов, которые нельзя проделать в реальной лаборатории, возможна без проведения реальных экспериментов.

Преимуществами использования в образовательном процессе виртуальных лабораторий являются независимость от конкретной лаборатории (возможность проведения в местах, где есть компьютер); возможность моделирования объектов, процессов, явлений, которые невозможно воспроизвести в условиях учебного заведения, или наблюдать в реальности; выполнять задания удаленно, используя вычислительную сеть Интернет, не затрачивая при этом расходы на материалы реальной установки.

В статье описывается создание виртуальной лаборатории для выполнения лабораторной работы по физике на тему: «Определение показателя преломления жидкости и концентрации растворов рефрактометрическим способом». Для этого разработано программное обеспечение, в которое входит подробное описание теоретического метода исследования, описание установки, приведен порядок выполнения работы, визуализирован рефрактометр. Разработанная виртуальная лаборатория проста в использовании и полно отображает работу реального прибора.

Актуальность использования в обучении виртуальных лабораторных работ состоит в том, что для организации и проведения таких работ не нужно сложного оборудования, места для его хранения, замены, ремонта, инструкций для описаний. Все работы хранятся в электронном виде в одном месте, памяти ПК или внешнего носителя. Оборудование не опасно, несложно в эксплуатации, и требует навыков работы с определенным программным обеспечением.

Для создания виртуальной лаборатории для определения показателя преломления жидкости и концентрации растворов рефрактометрическим способом был разработан интерфейс программы, представлена информация, необходимая для выполнения лабораторной работы, а именно: описание программы, теория метода исследования, описание установки, разработана мультимедийная виртуальная лаборатория, имитирующая работу с реальным прибором, реализована организация вывода в файл результатов исследования.

Для выполнения поставленных задач был выбран язык программирования Delphi, работа с которым проводилась в среде программирования Embarcadero RAD Studio XE. Данный выбор обусловлен возможностью реализации всех разделов средствами, предоставляемыми данным продуктом – это полнофункциональный набор средств разработки приложений, который позволяет быстро и наглядно создавать приложения с графическим пользовательским интерфейсом для Windows, .NET, PHP и веб-решений.

Программирование на Delphi позволило использовать большой набор компонентов, необходимых для визуализации лаборатории. Распределение информации между различными вкладками было реализовано с помощью TPageControl, в составе которого можно создавать вкладки TabSheet. Компонент TImage позволил вставить изображения, делающие более наглядной программу. Визуализация изображения, видимого в зрительную трубу (граница раздела света и тени и шкала делений), осуществлена рисованием с использованием Canvas. Вращение маховичков имитируют Scrollbar'ы, имеющие события OnChange. Выбор исследуемой жидкости происходит в результате обработки события OnClick компонента RadioGroup.

Разработанная виртуальная лаборатория содержит следующие вкладки:

- Вкладка "Описание" содержит краткое описание содержимого всей программы (Рисунок 1).



Рис.1. Описание реальной установки

- Вкладка "Теоретическая часть" содержит теорию метода и описание прибора (Рисунок 2).
- Вкладка "Лаборатория" содержит непосредственно виртуальную лабораторию с необходимой установкой, порядок выполнения работы, а также таблицы и пример графика для записи показаний (Рисунок 3).

В «лаборатории» слева приводится порядок выполнения работы с необходимыми для записи результатов исследований таблицами и полями для ввода, вычисленных значений. В правой части вкладки «Лаборатория» располагается непосредственно сама виртуальная установка.

Переключателями блоков «Исследуемая жидкость» и «Концентрация сахара в растворе» задается исследуемое вещество.

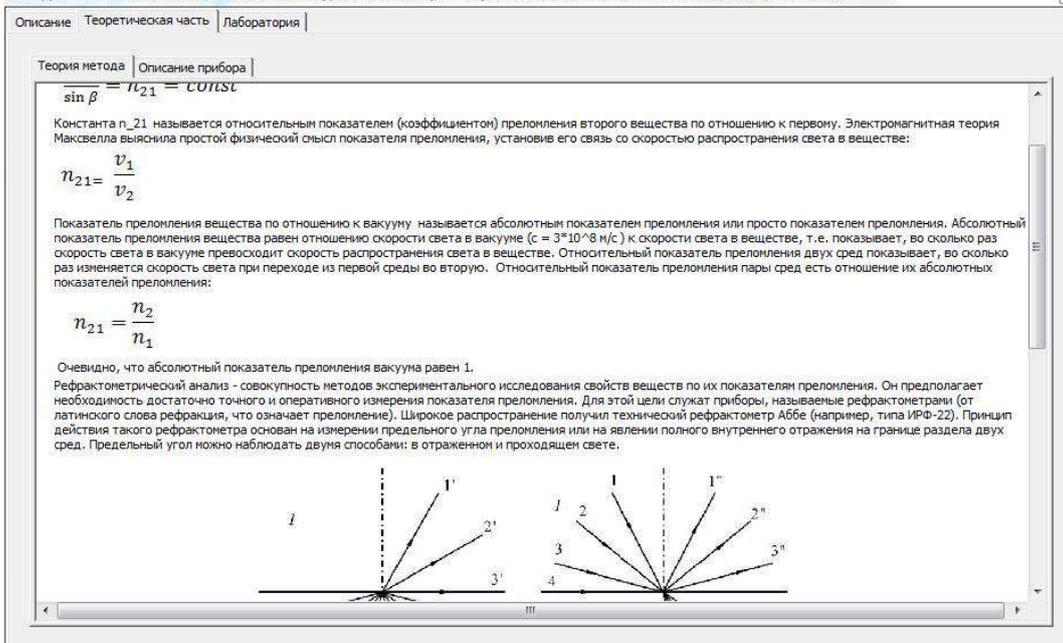


Рис.2. Описание теоретической части лабораторной работы

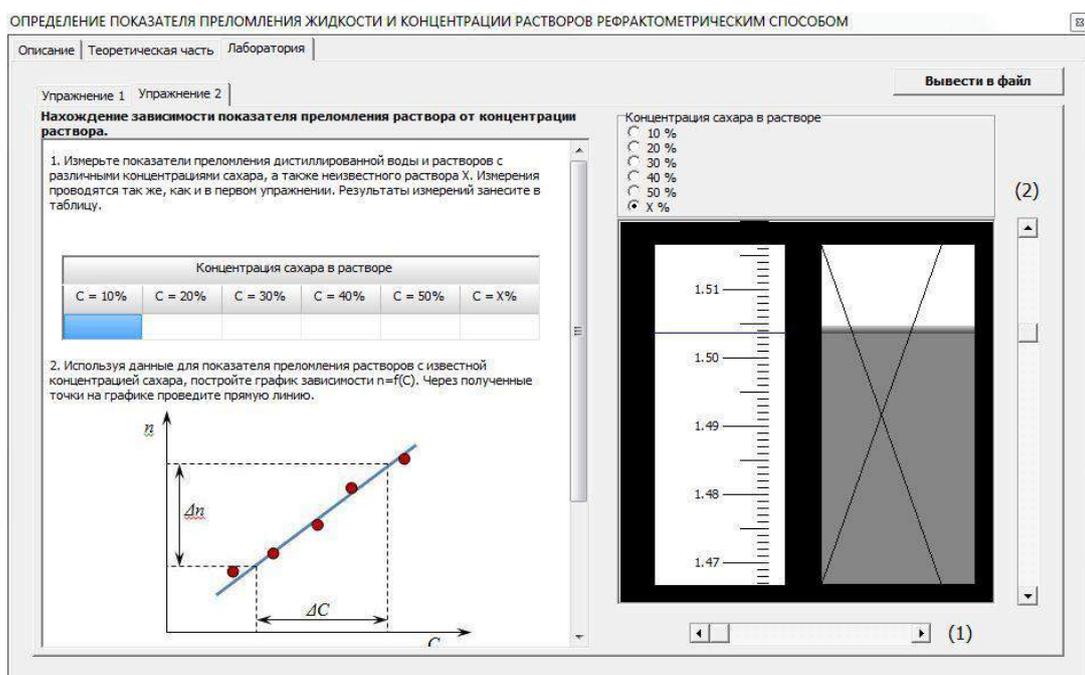


Рис.3. Выполнение лабораторной работы

Ниже находится визуальное представление изображения в зрительной трубе, состоящее из границы раздела света и тени и шкалы делений. Для устранения окрашенности границы света и тени используется горизонтальный ползунок (1). Для совмещения данной границы с крестом нитей служит вертикальный ползунок (2), при перемещении которого перемещается и визирный штрих на шкале деления, показывая значение показателя преломления.

Кнопка «Вывести в файл» осуществляет вывод данных, введенных в таблицы и поля для вычисленных значений, в отчет, представляющий собой текстовый файл.

Программирование на языке Delphi с помощью пакета средств разработки Embarcadero RAD Studio XE позволило выполнить поставленные задачи, затратив минимум времени и максимально облегчить работу разработчиков.

В результате проделанной работы создана виртуальная лаборатория, имитирующая работу с реальным оборудованием, разработан интуитивный интерфейс для работы пользователя, реализован вывод в файл результатов исследования для дальнейшей проверки преподавателем по физике.

Разработанная виртуальная лаборатория помогает студентам как дневной, так и очно-заочной форм обучения отработать соответствующие навыки, используя виртуальную лабораторию по определению показателя преломления жидкости и концентрации растворов рефрактометрическим способом, что в конечном итоге приводит к повышению уровня знаний студентов по физике.

Список литературы

1. Фленов М.Е. Библия Delphi. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 800 с.
2. Савкина А.В., Савкина А. Вл., Федосин С. А. Виртуальные лаборатории в дистанционном обучении. Образовательные технологии и общество (ISSN 1436-4522). – Том 17. – № 4, 2014. С. 507-517.
3. Савкина А. Вл., Савкина А.В., Тихонова Н.П., Ивашечкин А.О., Скопцов Д.Н. «Виртуальная лаборатория «Определение показателя преломления жидкости и концентрации растворов рефрактометрическим способом». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2015611160. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 26 января 2015 г.

ПОНЯТИЕ, ПРОБЛЕМЫ И РАЗНОВИДНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА

Федюшкин Н.А., Федосин С.А.

НИ МГУ им. Н.П. Огарева, РФ, г.Саранск

Аннотация. Интеллектуальный анализ текста (ИАТ, англ. text mining) – это многообещающая, сравнительно новая область информатики и вычислительной техники, целью которой является стремление собрать наиболее значимую информацию из текстов на естественном языке.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ текста, text mining, кластеризация, классификация, категоризация текста, поиск релевантных объектов, формулирование запросов.

Принятие правильных решений часто требует анализа больших объемов текстовой информации. Интеллектуальный анализ текста (ИАТ, англ. text mining) – это многообещающая, сравнительно новая область информатики и вычислительной техники, целью которой является стремление собрать наиболее значимую информацию из текстов на естественном языке. Интеллектуальный анализ текста – это процесс применения автоматических методов для анализа и структурирования текстовых данных с целью создания полезного знания из ранее неструктурированной информации. ИАТ является по своей сути междисциплинарной областью между интеллектуальным анализом данных (data mining) и компьютерной лингвистикой [1].

Как правило, процессу интеллектуального анализа текста предшествуют два существенных этапа:

1) Этап предварительной обработки, в котором происходит поиск текста, его форматирование и выполняется его подача.

2) Лексическая обработка, включающая в себя идентификацию и лемматизацию слов, то есть процесс приведения слогов к лемме.

После этих двух этапов, начинается фактический интеллектуальный анализ текста, но он может быть крайне разнообразным, так как анализ строго связан с целями, которые необходимо достигнуть. Возможны следующие цели:

1. Автоматический анализ документов и их классификация или категоризация для последовательного поиска информации;
2. Поиск релевантных объектов (сущностей) для извлечения информации;
3. Формулирование запросов на естественном языке, интерпретируемом процессами обработки естественного языка (англ. Natural Language Processing (NLP)) на основе алгоритмов искусственного интеллекта;
4. Обработка многоязычных текстов для поиска информации независимо от языка оригинала документов.

Автоматическая категоризация или классификация документов

Автоматический анализ документов направлен на получение различных видов результатов: а) классификация документов в пределах заранее определенной сетки категорий; б) кластеризация текстов в соответствии с концептуальной схожестью или словарным запасом; в) извлечение семантической информации из текста; г) реферирование текстов.

а) Возможно, случай классификации документов в заранее определенной «сетке» категорий является наиболее частым. Этот метод используется, например, для управления базами документов, как в случае больших редакторов или информации юридического характера, или для приложений по маркетингу в пределах задач управления отношениями с клиентом (англ. Customer Relationship Management (CRM)), которые предусматривают автоматическую маршрутизацию сообщений.

б) С другой стороны, в случае, в котором «сетка» для классификации документов отсутствует, используются методы кластеризации, которые разделяют или же наоборот объединяют документы в группы по сходству их содержания.

Кластеризация является наиболее частым процессом, используемым в тех случаях, в которых содержание документов, проходящих анализ, подвержено высокой изменчивости и часто недоступно пользователю (как в случае документов, извлеченных из поисковой системы): разделение на группы дает возможность иметь представление о концептуальных доменах (областях), которым принадлежат документы, так как, как правило, есть возможность просматривать список слов, характеризующих каждый кластер (например, при помощи использования индекса TF-IDF).

Кластеризация может быть использована не только для поиска информации, но и для выявления тенденций и тем, путем чтения текстов. Таким образом, кластеризация позволяет добиться организованного обзора тем, содержащихся в документах.

в) Анализ может быть направлен на извлечение соответствующего семантического содержания рассматриваемого текста; как и в случае анализа мнения клиента (англ. Customer Opinion Analysis (COA)), используемого в маркетинговых приложениях, в которых множество сообщений анализируется для того, чтобы получить информацию о мнении клиентов.

г) И, наконец, реферирование текстов позволяет автоматически создавать резюме и (или) тезисы и аннотации документов. Процедуры реферирования текстов проводят лингвистический или статический анализ документа под экспертизой для того, чтобы определить рассматриваемые темы и устранить части, не представляющие значение для целей синтеза.

Поиск релевантных объектов (сущностей)

Приложения, посвященные поиску релевантной информации, не предусматривают классификацию документов, а предполагают формулировку ответа на конкретный запрос. Извлечение информации часто имеет место в приложениях конкурентной разведки (англ. Competitive Intelligence, сокр. CI), в наблюдении за развитием технологий (англ. Technology Watch) и в анализе рынка (англ. Market Analysis), имея при этом общую цель в извлечении стратегически важной информации из огромного количества документов. В большинстве случаев используются статистические методы обработки данных. Добытая информация – это, как правило, списки конкурентов и предлагаемых продуктов, списки потенциальных клиентов, выявление партнерских отношений между компаниями, инвестиции новостей или экспериментирования на новых рынках, информация о новых технологиях или патентах.

Формулировка запросов на естественном языке

Обработка естественного языка (англ. Natural Language Processing (NLP)) является основой большинства процессов интеллектуального анализа текстов. Среди наиболее значимых приложений, использующих этот тип лингвистических технологий, выделяются те, которые позволяют управлять запросами на естественном языке и используются в первую очередь для управления отношениями с клиентом (англ. Customer Relationship Management (CRM)) или для электронного государства (электронного правительства, англ. eGovernment). Они представляют собой приложения, которые облегчают контакт с пользователем и поиск информации в Интернете (или в Интранете) для пользователей, которые не особо знакомы с языком запросов. Результатом этого процесса является извлечение информации с максимальной точностью и минимальными усилиями со стороны пользователя [1].

Обработка многоязычных текстов

Этот раздел находится в непрерывном расширении, и, несомненно, управление и объяснение многоязычных корпусов текста будет представлять собой одну из будущих разработок интеллектуального анализа текстов. Возможность одновременно работать с текстами, разработанными на разных языках (начиная со специальных словарей, в которых были контекстуально испытаны «переводчики») потенциально используется, прежде всего, в области поисковых систем, которые позволяют извлекать документы, представляющие интерес, при помощи использования многоязыковых платформ. Конкретное исследование было проведено компанией Synthema на извлечение информации из многоязычного корпуса текста в контексте проекта NEMIS [1].

В последнее время анализ текста привлекает всё больше внимания в различных областях, таких как безопасность, коммерция, наука. Непрерывное накопление текстовых данных привело к необходимости разработки методов интеллектуального анализа текстов для обеспечения эффективной работы с большими корпусами текстов. Перед применением того или иного метода интеллектуального анализа текстов требуется четко сформулировать достигаемую цель, так как каждая задача имеет свою специфику. Важно принять во внимание язык документа, так как от этого зависит необходимый морфологический и синтаксический анализ. Четкое определение предметной области текстового корпуса помогает определить набор специальных терминов, которые могут присутствовать в тексте, и какие слова можно рассматривать как избыточные.

В ближайшем будущем технология «Text Mining» станет доминирующей при анализе информации от клиентов в компаниях любого уровня, будь то телефонные центры поддержки, интернет-агентства или аналитические агентства [2].

Список литературы

1. Sergio Bolasco, Alessio Canzonetti. Understanding Text Mining: a Pragmatic Approach [Электронный ресурс] — 2006 — Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/225309930_Understanding_Text_Mining_A_Pragmatic_Approach — Загл. с экрана.
2. Барсегян А.А. Анализ данных и процессов: учеб. пособие— Пер. с англ. под ред. В. Г. Трилиса. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009 — 512 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КАСКАДНОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРКИРОВАНИЯ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО КОВША

Глебова Е.С., Блинные А.А., Быстров С.В.

Университет ИТМО, РФ, г.Санкт-Петербург

Аннотация: В статье приводится методика, обеспечивающая считывание специализированных меток сталеразливочных ковшей при их умеренном загрязнении. Методика основана на применении каскадного кодирования и позволяет восстанавливать значение поврежденной метки при повреждении в трех и менее разрядах.

Ключевые слова: кодирование, декодирование, маркировка, код Хемминга, сверточное кодирование

Введение

В статье [1] представлен способ маркировки сталеразливочного ковша с помощью метки с диагональными линиями. Проблема, возникающая при использовании такой маркировки, заключается в том, что считывание метки может произойти с искажениями, а так же сама метка может быть загрязнена.

1 Кодирование

Проблема может быть решена, применением каскадного кодирования: одновременно блочное и сверточное, для исправления ошибок первой, второй и третьей кратности. В определенных условиях, могут быть исправлены искажения большей кратности.

Обычно, в парке цеха находятся не более 500 ковшей, в этом случае возможно закодировать номер ковша двоичным кодом (9 информационных бит). Для примера выбран ковш с номером 111. Тогда этот номер представим в виде:

$$001\ 101\ 111 \tag{1}$$

Последовательность (1) – исходный информационный блок.

1.1 Блочное кодирование (код Хемминга)

Для того чтобы закодировать (1) и обеспечить исправление однократной ошибки, к исходной последовательности добавляются так называемые контрольные биты, и тогда длина закодированного блока равна:

$$n = m + k \tag{2}$$

где n – длина закодированного блока;

m – длина информационного блока;

k – количество контрольных бит.

Минимальное количество контрольных бит, необходимых для исправления однократной ошибки, можно определить по выражению [3]:

$$k = 2^k - m - 1, \tag{3}$$

Из (1) следует, что $m = 9$. Тогда необходимое количество контрольных бит $k=4$. Подставляя полученные значения в (2), получаем $n=13$.

Определение значений проверочных разрядов:

$$И_3 = 3 = 2^0 + 2^1 = П_1 + П_2$$

$$И_5 = 5 = 2^0 + 2^2 = П_1 + П_4$$

$$И_6 = 6 = 2^1 + 2^2 = П_2 + П_4$$

$$И_7 = 7 = 2^0 + 2^1 + 2^2 = П_1 + П_2 + П_4$$

$$И_9 = 9 = 2^0 + 2^3 = П_1 + П_8$$

$$И_{10} = 10 = 2^1 + 2^3 = П_2 + П_8$$

$$И_{11} = 11 = 2^0 + 2^1 + 2^3 = П_1 + П_2 + П_8$$

$$И_{12} = 12 = 2^2 + 2^3 = П_4 + П_8$$

$$И_{13} = 13 = 2^0 + 2^2 + 2^3 = П_1 + П_4 + П_8$$

Отсюда:

$$П_1 = И_3 + И_5 + И_7 + И_9 + И_{11} + И_{13} = 0 + 0 + 1 + 0 + 1 + 1 = 1$$

$$П_2 = И_3 + И_6 + И_7 + И_{10} + И_{11} = 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 0$$

$$П_4 = И_5 + И_6 + И_7 + И_{12} + И_{13} = 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 0$$

$$П_8 = И_9 + И_{10} + И_{11} + И_{12} + И_{13} = 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 0$$

Получаем последовательность: 100 001 100 111 1. (4)

1.2 Сверточное кодирование

Далее, к полученной последовательности (4) применяется метод сверточного кодирования [2].

1) Первый проверочный символ (Π_1) получается сложением по модулю два первого и второго информационного символов исходной последовательности (4) и результат записывается между ними: 110 ($\Pi_1 = I_1 + I_2 = 1 + 0 = 1$).

2) Второй проверочный символ получается повторением пункта 1 со вторым и третьим битами исходной последовательности ($\Pi_2 = I_2 + I_3 = 0 + 0 = 0$). Аналогичные действия проводятся со всеми остальными информационными битами последовательности. В результате получается следующая закодированная последовательность:

$$11000\ 00001101100011010101 \quad (5)$$

Получившийся результат (5) записан в матрицу M:

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Далее, в матрице (6) «1» переписываются как «/», а «0» - «\». В итоге, на ковш наносится метка следующего вида (Рисунок 1):

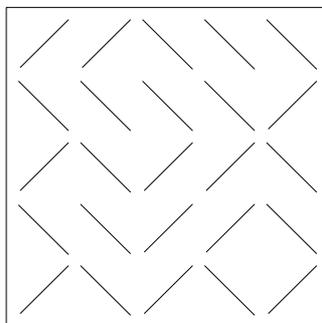


Рис.1. Метка

2 Декодирование

На приёмнике сначала декодируется сверточный код, затем осуществляется декодирование кода Хемминга.

2.1 Алгоритм декодирования сверточного кода

Сначала проверяется матрица 5x5 (6). Для удобства элементы матрицы переписаны в строку: 11000 00001 10110 00110 10101.

Алгоритм декодирования выглядит следующим образом [2]:

1) Суммирование по модулю два информационных бит (т.е. первого и третьего бит принятых данных): $I_1 + I_2 = 1 + 0 = 1 = \Pi_1$. Если полученный результат совпадает с проверочным битом (второй бит принятых данных), суммируются второй и третий информационные биты (третий и пятый бит принятых данных). Суммирование продолжается, пока проверочные биты совпадают с результатом суммирования информационных бит.

2) В случае несовпадения результата суммирования с проверочным битом возможно два варианта: либо один из информационных бит - неверен, либо неверен проверочный бит. Для уточнения, где именно произошла ошибка, надо проверить соседние пары информационных бит.

а) Если полученный результат суммирования одной из соседних пар не совпал с проверочным битом, ошибка в информационном бите, общем для двух проверяемых пар.

б) Если полученные результаты суммирования обеих соседних пар совпали с проверочными битами, и ошибка не была зафиксирована, то неисправен проверочный бит.

3) Далее следует инвертировать ошибочный информационный или проверочный бит для устранения ошибки.

4) Отбрасываем проверочные биты и получаем корректную исходную последовательность.

2.2 Алгоритм декодирования кода Хемминга

Полученная после сверточного декодирования последовательность, декодируется с помощью следующего алгоритма [3]:

- 1) Проверка на четность единиц всех групп, контролируемых проверочными разрядами.
- 2) Если проверка на четность прошла, считается, что декодирование прошло успешно.
- 3) Если проверка четности единиц не прошла для групп контрольных битов, то ошибка содержится в битах, принадлежащих этим группам.

Примечание: Так как алгоритм Хемминга позволяет исправить только одну ошибку, то неисправность следует искать исходя из предположения, что могла произойти только одна ошибка. Если это предположение - неверно, то все попытки исправить данные только привнесут дополнительные искажения информации.

4) Из-за того, что может быть только одна ошибка, то она должна принадлежать сразу двум и более группам. Для того чтобы уточнить, в каком именно бите произошла ошибка, надо обратиться к группам, в которых проверка на четность прошла успешно, а, следовательно, в этих группах все биты - корректны.

2.3 Проверка работы алгоритма

Допустим, после выделения метки, получена матрица вида (6) с ошибками в пятом, двенадцатом и двадцать третьем битах.

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Для удобства запишем элементы (7) построчно: 11001 00001 11110 00110 10001.

Нахождение проверочных бит (сложение по модулю 2):

$$P_1 = I_1 + I_2 = 1 + 0 = 1; \text{ совпадает}$$

$$P_2 = I_2 + I_3 = 0 + 1 = 1; \text{ не совпадает}$$

Проверочный бит P_2 не совпадает со значением из (7), следовательно, необходимо проверить следующий проверочный бит для выяснения местоположения ошибки.

$$P_3 = I_3 + I_4 = 1 + 0 = 1; \text{ не совпадает}$$

Проверочный бит P_3 также не совпадает со значением из (7), следовательно, ошибка в информационном бите, общем для P_2 и P_3 . Отсюда, предполагаем, что I_3 ошибочный. Его и следует инвертировать для устранения ошибки. $I_3 = 0$.

$$P_4 = I_4 + I_5 = 0 + 0 = 0; \text{ совпадает}$$

$$P_5 = I_5 + I_6 = 0 + 1 = 1; \text{ совпадает}$$

$$P_6 = I_6 + I_7 = 1 + 1 = 0; \text{ не совпадает}$$

$$P_7 = I_7 + I_8 = 1 + 0 = 1; \text{ совпадает}$$

Значения P_5 и P_7 совпали с значениями из (7), следовательно, ошибочен P_6 . Инвертируем его для устранения ошибки. $P_6 = 0$.

$$P_8 = I_8 + I_9 = 0 + 0 = 0; \text{ совпадает}$$

$$P_9 = I_9 + I_{10} = 0 + 1 = 1; \text{ совпадает}$$

$$P_{10} = I_{10} + I_{11} = 1 + 1 = 0; \text{ совпадает}$$

$$P_{11} = I_{11} + I_{12} = 1 + 0 = 1; \text{ не совпадает}$$

$$P_{12} = I_{12} + I_{13} = 0 + 1 = 1; \text{ не совпадает}$$

$$\text{Ошибка в } I_{12}. \text{ Следовательно, } I_{12} = 1.$$

Отбрасываем проверочные биты и получаем: 100 001 100 111 1

Проверим на четность единиц все группы, контролируемые проверочными разрядами:

$$P_1 = I_1 + I_3 + I_5 + I_7 + I_9 + I_{11} + I_{13} = 1 + 0 + 0 + 1 + 0 + 1 + 1 = 0 \equiv 0$$

$$P_2 = I_2 + I_3 + I_6 + I_7 + I_{10} + I_{11} = 0 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 0 \equiv 0$$

$$P_4 = I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_{12} + I_{13} = 0 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 0 \equiv 0$$

$$P_8 = I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} + I_{12} + I_{13} = 0 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 0 \equiv 0$$

Проверка четности единиц прошла для всех групп контрольных битов, следовательно, больше ошибок не наблюдается.

3 Границы работоспособности алгоритма

Замечание 1: Ошибка в первом информационном бите распознаваема на первом этапе декодирования лишь в том случае, когда последующие биты переданы без ошибок. Такой же вывод можно сделать, если ошибочен последний информационный бит. И то, с большей вероятностью исправится проверочный первый (последний) бит.

Замечание 2: Если ошибки присутствуют в соседних информационных битах, или в соседних информационном и проверочном битах, алгоритм их не распознает. Уже на этом этапе, при использовании описанного алгоритма, необходимо выводить сообщение об ошибке и замене номера.

Вывод

При возникновении одиночных ошибок, алгоритм справляется с поставленной задачей. Благодаря каскадной структуре кода, при декодировании номера ковша, он обнаруживает и исправляет ошибки даже большей кратности, чем один. При соблюдении технологических норм на производстве, предложенного алгоритма достаточно, так как загрязнение происходит постепенно. Однако, учитывая особенности сталелитейного производства, иногда возможны и загрязнения номера «блоком». В этом случае, необходим более эффективный алгоритм кодирования, который будет обнаруживать и исправлять большее количество ошибок.

Список литературы

1. Глебова Е.С., Блинников А.А. Модификация меток сталеразливочных ковшей в задаче автоматизации их оборота // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 9. С. 765—769.
2. Поисов Д.А. Избыточное кодирование информации [Электронный ресурс] - http://all-ht.ru/inf/systems/p_0_11.html (дата обращения: 17.02.2016);
3. Поисов Д.А. Коды Хемминга [Электронный ресурс] - http://all-ht.ru/inf/systems/p_0_14.html (дата обращения: 10.02.2016).

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ НА ФЛЕШ-НОСИТЕЛЕ

Муратова Ю.Ф., Рыбаков А.Г., Федорова М.В., Алейникова Е.С.

МГТУ им. Г.И. Носова, РФ, г.Магнитогорск

Введение

В современном мире развитие компьютерных систем и соответствующих технологий достигло такого уровня, что деятельность каждого пользователя в отдельности и любого предприятия в целом невозможно представить без пользования электронными носителями информации.

Не случайно, что организация защиты электронных данных, хранящихся на различных носителях, становится одной из самых острых проблем на сегодняшний день. Под носителем информации понимается любой материальный объект или среда, используемые человеком и способные достаточно длительное время сохранять в своей структуре занесённую информацию. Чаще всего сотрудники какого-либо предприятия или отдельный пользователь в качестве переносимых носителей информации используют USB-флеш-накопители. Это такой носитель информации, который использует флеш-память для хранения данных и подключается к ПК или другому считывающему устройству по интерфейсу USB.

В некоторых случаях, для того чтобы защитить информацию, необходимо установить факт несанкционированного доступа. Поэтому проблема отслеживания выполненных действий с файлами на флеш-носителях является актуальной.

Основы защиты информации

В настоящее время существуют разнообразные способы защиты компьютера от утечек информации. К ним можно отнести идентификацию и аутентификацию, протоколирование и аудит, криптографию, экранирование, управление доступом. Программное обеспечение для отслеживания действий на флеш-носителе можно отнести к последнему из вышеперечисленных способов защиты информации. Поэтому рассмотрим его подробнее.

Средства управления доступом позволяют специфицировать и контролировать действия, которые субъекты – пользователи и процессы могут выполнять над объектами – информацией и другими компьютерными ресурсами. Основная идея заключается в логическом управлении доступом, реализованном программными средствами. Задачей такого управления является определение множества допустимых операций для каждой пары (субъект, объект) [1].

Контролировать права доступа можно посредством ядра операционной системы, различными СУБД, посредническим ПО, дополнительными средствами безопасности и т.д.

К основному функционалу системы контроля действий пользователя относят:

- 1) мониторинг рабочего стола;

- 2) мониторинг процессов;
- 3) мониторинг интернет активности (контроль за посещаемыми web-сайтами, социальными сетями, IM-протоколами, электронной почты);
- 4) мониторинг локальных действий (контроль клавиатуры, буфера обмена, запоминание действий с файлами, печать файлов);
- 5) мониторинг доступа к USB.

Съемные носители представляют достаточно большую угрозу конфиденциальности, следовательно, доступ к ним необходимо контролировать. Для обнаружения нарушений политики компании необходим механизм, позволяющий вести логирование всех действий с конфиденциальной информацией, записываемой на съемный носитель. Большое количество систем наблюдения предоставляют возможность блокирования доступа к устройствам, протоколирование использования флеш-носителей, а также фильтрация всех устройств.

Инструментарий разработки программного обеспечения для отслеживания действий на флеш-носителе

Программным средством для реализации системы «Отслеживание действий на флеш-носителе» была выбрана кроссплатформенная среда разработки SciTE, созданная Нилом Ходжсоном. Язык программирования – AutoIt, поставляемый вместе с интегрированной средой разработки SciTE. AutoIt – скриптовый язык, предназначенный для автоматизации выполнения задач в MS Windows [2]. AutoIt очень мал и не требует наличия сторонних библиотек с системе. Новая версия AutoIt3 распознаёт общепринятые конструкции и имеет стандартный синтаксис, похожий на BASIC и VBScript. Кроме того, что язык компактен и самодостаточен, он работает на всех версиях Windows «прямо из коробки», и т.к. не требует записей в реестре и внешних библиотек, его можно безопасно использовать на серверах.

Основные функции, используемые для написания программы

Функция StringRegExpReplace предназначена для замены текста строки с помощью регулярного выражения и используется для обфускации скрипта. Код способа обфускации приведен ниже.

Обфускация – приведение исходного текста или исполняемого кода программы к виду, сохраняющему ее функциональность, но затрудняющему анализ, понимание алгоритмов работы и модификацию при декомпиляции.

Основными целями обфускации являются:

- оптимизация программы с целью уменьшения размера работающего кода и (если используется некомпиллируемый язык) ускорения работы;
- затруднение декомпиляции/отладки и изучения вредоносных программ с целью предотвращения обнаружения вредоносной функциональности.

Применение библиотеки, созданной для работы с потоками на основе WinAPI

В различных операционных системах присутствуют API для работы с файловой системой, в том числе и для слежения за изменениями в директории. Для работы с файловой системой Windows существует функция ReadDirectoryChangesW, возвращающая набор изменений в директории. Функция имеет следующие параметры:

- 1) hDirectory: Thandle – описатель каталога, за которым необходимо следить;
- 2) lpBuffer: Pointer – указатель на буфер, в который записывается информация;
- 3) nBufferSize: DWORD – размер буфера;
- 4) bWatchSubtree: Bool – параметр, с помощью которого можно следить за подкаталогами;
- 5) dwNotifyFilter: DWORD – фильтр, проверяющий, завершена ли ожидаемая операция;
- 6) lpBytesReturned: LPWORD – параметр получает число байт, переданных в lpBuffer;
- 7) lpOverlapped: Poverlapped – для асинхронной работы;
- 8) lpCompletionRoutine: FARPROC – функция, вызываемая после завершения или отмены операции.

Однако при работе с этой API в AutoIt возникает определенная проблема. Работать с этой функцией без создания потока в полной мере не получается, поэтому была использована RDC.dll, написанная на языке PureBasic версии 4.5. Данная библиотека выполняет всю работу с потоками, в то время как скрипт AutoIt принимает и обрабатывает данные, поступающие из соответствующего потока. К основным характеристиками библиотеки можно отнести следующее: работа с не лимитированным количеством потоков для мониторинга разных папок, поддержка остановки съемных носителей при помощи горячих клавиш, поддержка формата UNC и сетевого диска, поддержка для 32- и 64-разрядных процессов.

В файл лога прописываются все действия, совершенные пользователем с файлами на съемном носителе – изменение, переименование, удаление, перемещение и т.д. Пример подобного мониторинга представлен на Рисунке 1.

```

-----
2015/06/17 02:13:51>> Removable drive [n:] with label [GOD] connected, monitoring...
-----
2015/06/17 02:14:01>> FILE RENAMED: n:\git.txt ---> n:\123.txt
2015/06/17 02:14:17>> FILE ADDED: n:\~$test1.xlsx
2015/06/17 02:14:31>> FILE RENAMED: n:\test1.xlsx ---> n:\D718ED42.tmp
2015/06/17 02:14:31>> FILE RENAMED: n:\409CE100 ---> n:\test1.xlsx
2015/06/17 02:14:31>> FILE DELETED: n:\D718ED42.tmp
2015/06/17 02:14:33>> FILE MODIFIED: n:\~$test1.xlsx
2015/06/17 02:14:33>> FILE DELETED: n:\~$test1.xlsx
2015/06/17 02:16:42>> Removable drive [n:] disconnected, monitoring has been stopped
-----
----- REDRIMon Log ENDED at 17.06.2015, 02:27:07 -----

```

Рис.1. Результат работы программы после различных действий пользователя с файлами

Список литературы

1. Щеглов А.Ю. Защита компьютерной информации от несанкционированного доступа / Щеглов А. Ю. – «Наука и Техника», Санкт-Петербург, 2004. – 383 с.
2. Энди Флешнер. AutoIt v3: краткое руководство. – Пер. с англ. К. Затеев, 2007. – 74 с.
3. Каторин Ю.Ф., Куренков Е.В., Лысов А.В., Остапенко А.Н. Энциклопедия промышленного шпионажа / под общ. ред. Куренкова Е.В. – С.-Петербург: ООО «Издательство Полигон», 2000. – 512 с.

РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫМ ОБЪЕКТОМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ ПО ВЫХОДУ

Имангазиева А.В.

АГТУ, РФ, г.Астрахань

Введение.

Реальным объектам присущи многие свойства, определяющиеся эффектом запаздывания. Примерами систем с запаздыванием могут служить транспортные, коммуникационные системы, системы, описывающие химические процессы и металлургические производства [1], системы окружающей среды и энергетические системы.

Выделение систем с распределенным запаздыванием в отдельный класс вызвано, прежде всего, большой сложностью их исследования по сравнению с системами, не содержащих запаздывания. Методы, разработанные для объектов без запаздывания, требуют дополнительного рассмотрения [2] с целью их использования при разработке робастных систем управления с распределенным запаздыванием. В этом случае центральной проблемой является построение робастного регулятора, учитывающего влияние запаздывающей составляющей в модели объекта и обеспечивающего достижимость цели управления.

Одним из подходов решения задачи управления объектами, в математической модели которых присутствует звено запаздывания, является робастное управление. Классификация задач робастного управления с последствием представлена в работе [2]. В настоящей работе на основе алгоритма [3,4] решена задача робастного управления объектом, математическая модель которого представлена линейным дифференциальным уравнением с распределенным запаздыванием по выходу.

Постановка задачи. Рассмотрим объект управления, динамические процессы в котором описываются уравнением

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Ax(t) + D \int_{-h}^0 y(t+\theta) d\theta + Bu(t) + \Gamma f(t), \\ y(t) &= Lx(t), \\ x(\theta) &= \varphi(\theta), \quad \theta \in [-h; 0], \end{aligned} \tag{1}$$

где $x \in R^n$, $y(t)$ и $u(t)$ – скалярные регулируемая переменная и управление, h – время запаздывания, $\varphi(\theta)$ – непрерывная начальная функция, $f(t)$ – внешнее возмущающее воздействие, A, D, B, Γ и L – числовые матрицы соответствующих порядков.

Требуемое качество переходных процессов в объекте задается уравнением эталонной модели

$$\begin{aligned}\dot{x}_m(t) &= A_m x_m(t) + D_m \int_{-h}^0 y_m(t+\theta) d\theta + B_m g(t), \\ y_m(t) &= L_m x_m(t),\end{aligned}\quad (2)$$

где $x_m \in R^n$, $y_m(t)$ и $g(t)$ – скалярные выход эталонной модели и задающее воздействие, A_m , D_m и B_m – числовые матрицы соответствующих порядков, начальные условия нулевые.

Проектируемая система управления должна обеспечить выполнение целевого условия

$$|y(t) - y_m(t)| < \delta \text{ при } t \geq T_0, \quad (3)$$

где δ – некоторое, достаточно малое число, T_0 – время, по истечении которого с начала функционирования системы должно выполняться целевое условие.

Предположения:

1. Пара A, B – управляема.
 2. Известны диапазоны возможных значений элементов матриц A, D, B, Γ и L .
 3. Уравнение (1) является минимально-фазовым, т.е. полином $L(I_n s - A)^+ B$ – гурвицев, где s – комплексная переменная в преобразовании Лапласа, $(I_n s - A)^+$ – транспонированная матрица алгебраических дополнений матрицы $(I_n s - A)$, I_n – единичная матрица порядка $n \times n$.
 4. Внешние возмущение $f(t)$ и задающее воздействие $g(t)$ являются гладкими ограниченными функциями.
 5. Производные регулируемой переменной и управляющего воздействия не измеряются.
- Преобразуем уравнения (1) и (2) в форму «вход-выход» и применим преобразование Лапласа

$$\begin{aligned}Q(s)y(s) &= G(s) \int_{-h}^0 e^{s\theta} d\theta y(s) + kM(s)u(s) + N(s)f(s) + K(s), \\ Q_m(s)y_m(s) &= G_m(s) \int_{-h}^0 e^{s\theta} d\theta y_m(s) + k_m M_m(s)g(s), \text{ где}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_m(s) &= \det(I_n s - A_m), \quad G(s) = L(I_n s - A)^+ D, \quad G_m(s) = L_m(I_n s - A_m)^+ D_m, \quad Q(s) = \det(I_n s - A) \\ M(s) &= L(I_n s - A)^+ B, \quad M_m(s) = L_m(I_n s - A_m)^+ B_m, \quad N(s) = L(I_n s - A)^+ \Gamma, \quad \deg Q(s) = \deg Q_m(s) = n, \\ \deg N(s) &= n_1 \leq n - 1, \quad \deg G(s) \leq n - 1, \quad \deg G_m(s) \leq n - 1, \quad \deg M(s) = m, \quad \deg M_m(s) \leq m.\end{aligned}$$

Полиномы $Q(s)$, $Q_m(s)$, $M(s)$, $M_m(s)$ – нормированы, $K(s)$ – изображения по Лапласу, связанные с начальными условиями.

Составим уравнение для ошибки $e(s) = y(s) - y_m(s)$:

$$Q_m(s)e(s) = G_m(s) \int_{-h}^0 e^{s\theta} d\theta e(s) + \Delta Q(s)y(s) - \Delta G(s) \int_{-h}^0 e^{s\theta} d\theta y(s) + kM(s)u(s) + N(s)f(s) - k_m M_m(s)g(s) + K(s),$$

$$\text{где } \Delta Q(s) = Q_m(s) - Q(s), \quad \Delta G(s) = G_m(s) - G(s).$$

Применим алгоритм деления Евклида к многочленам $Q_m(s)$ и $G_m(s)$:

$$Q_m(s) = \bar{Q}(s)M(s) + M_1(s),$$

$$G_m(s) = \bar{G}(s)M(s) + M_2(s),$$

$$\deg \bar{Q}(s) = \gamma, \quad \gamma = n - m, \quad \deg M_1(s) \leq m - 1, \quad \deg \bar{G}(s) \leq \gamma - 1, \quad \deg M_2(s) \leq m - 1.$$

Разложим полиномы $\bar{Q}(s)$ и $\bar{G}(s)$: $\bar{Q}(s) = Q_0(s) + \Delta_1(s)$, $\bar{G}(s) = G_0(s) + \Delta_2(s)$, и разделим на многочлен $M(s)$. В дальнейшем изложении будут представлены требования для гурвицевого полинома $Q_0(s)$. В результате этих преобразований уравнение ошибки в изображениях по Лапласу примет вид

$$Q_0(s)e(s) = G_0(s) \int_{-h}^0 e^{s\theta} d\theta e(s) + ku(s) + \frac{1}{M(s)} \left(N_1(s)y(s) + N_2(s) \int_{-h}^0 e^{s\theta} d\theta y(s) + N(s)f(s) - k_m M_m(s)g(s) + K(s) \right), \text{ где}$$

$$N_1(s) = \Delta Q(s) - M_1(s) - \Delta_1(s), \quad N_2(s) = \Delta G(s) + M_2(s) + \Delta_2(s), \quad \deg N_1(s) = n-1, \quad \deg N_2(s) \leq n-1.$$

Выделим целые составляющие в выражениях:

$$\frac{N_1(s)}{M(s)} = N_3(s) + \frac{N_4(s)}{M(s)}, \quad \frac{N_2(s)}{M(s)} = N_5(s) + \frac{N_6(s)}{M(s)}, \quad \deg N_3(s) = \gamma-1, \quad \deg N_5(s) \leq \gamma-1.$$

Преобразуем уравнение (4) в операторную форму

$$Q_0(p)e(t) = G_0(p) \int_{-h}^0 e(t+\theta) d\theta + ku(t) + \psi_1(t), \quad (5)$$

$$\text{где } \psi_1(t) = \left(N_3(s) + \frac{N_4(s)}{M(s)} \right) y(t) + \left(N_5(s) + \frac{N_6(s)}{M(s)} \right) \int_{-h}^0 y(t+\theta) d\theta + \sigma_g(t) + \sigma_f(t) + \sigma(t),$$

$$\sigma_g(t) = \frac{k_m M_m(p)}{M(p)} g(t) = k_m g(t) + \frac{\Delta M(p)}{M(p)} g(t), \quad \sigma_f(t) = \frac{N(p)}{M(p)} f(t) = \Delta N_1(p) f(t) + \frac{\Delta N_2(p)}{M(p)} f(t),$$

$$\sigma(t) = L^{-1} \left\{ \frac{K(s)}{M(s)} \right\}, \quad e(t) = L^{-1} \{e(s)\} - \text{оригиналы от изображений Лапласа, } p = d/dt - \text{оператор}$$

дифференцирования, $\deg \Delta N_1(p) = n_1 - m$, $\deg \Delta N_2(p) \leq m$.

В случае доступности измерения $n - m - 2$ производных управляющего воздействия $v(t)$, зададим закон управления $u(t)$ в виде

$$u(t) = T(p)v(t). \quad (6)$$

Тогда уравнение (5) примет следующий вид

$$Q_0(p)e(t) = G_0(p) \int_{-h}^0 e(t+\theta) d\theta + kT(p)v(t) + \psi_1(t). \quad (7)$$

В случае невозможности измерения производных управляющего воздействия $v(t)$, закон управления зададим в виде

$$u(t) = T(p)\bar{v}(t), \quad (8)$$

где $\bar{v}(t)$ – оценка сигнала, получаемая с наблюдателя [5]

$$\dot{\zeta} = F_0 \zeta(t) + B_0(v(t) - \bar{v}(t)), \quad \bar{v}(t) = L\zeta(t). \quad (9)$$

Здесь $\zeta(t) \in R^{n-m}$, F_0 – матрица в форме Фробениуса с нулевой нижней строкой, $L = [1, 0, \dots, 0]$,

$B_0^T = \left[\frac{b_1}{\mu}, \dots, \frac{b_{n-m}}{\mu^{n-m}} \right]$. Параметры b_1, \dots, b_{n-m} выбираются так, чтобы матрицы $F = F_0 + BL$ была

гурвицевой, $B^T = [b_1, \dots, b_{n-m}]$.

Подставив (8) в (5), получим уравнение

$$Q_0(p)e(t) = \beta T(p)v(t) + \bar{\varphi}(t) + \beta T(p)(\bar{v}(t) - v(t)), \quad (10)$$

$$\text{где } \bar{\varphi}(t) = \psi_1(t) + G_0(p) \int_{-h}^0 e(t+\theta) d\theta.$$

Выберем полином $T(\lambda)$ так, чтобы передаточная функция $\frac{T(\lambda)}{Q_0(\lambda)} = \frac{1}{\lambda + a_m}$. Тогда уравнение (10)

преобразуется к виду

$$(p + a_m)e(t) = \beta v(t) + \varphi(t), \quad (11)$$

где $\varphi(t) = \frac{1}{T(p)} \bar{\varphi}(t) + \beta(\bar{v}(t) - v(t))$.

В сигнале $\varphi(t)$ сконцентрировалась вся неопределенность параметров объекта управления и внешних возмущений.

Введем вспомогательный контур

$$(p + a_m)\bar{e}(t) = \beta v(t) \quad (12)$$

и, принимая во внимание (11), (12), составим уравнение для рассогласования

$$\begin{aligned} \zeta(t) &= e(t) - \bar{e}(t), \\ (p + a_m)\zeta(t) &= \varphi(t). \end{aligned}$$

Таким образом, если измерению доступны $n - m - 1$ производные сигнала $v(t)$ и первая производная регулируемой величины $e(t)$, то, сформировав $v(t)$ в виде

$$v(t) = -\frac{1}{\beta} (p + a_m)\zeta(t) \quad (13)$$

получим, что закон управления (7), (13) обеспечивает асимптотическую устойчивость системы (5), (7), (13) по переменной $e(t)$, а уравнение замкнутой системы будет иметь вид $(p + a_m)e(t) = 0$.

В случае невозможности измерять необходимые производные сигнала $\zeta(t)$, вместо (13), сигнал $v(t)$ формируем в виде $v(t) = -\frac{1}{\beta} (p + a_m)\bar{\zeta}(t)$, где $\bar{\zeta}(t)$ – оценка, получаемая с наблюдателя [5]

$$\begin{aligned} \dot{z}(t) &= \frac{b_1}{\mu} (\zeta(t) - z(t)), \\ \bar{\zeta}(t) &= z(t). \end{aligned} \quad (14)$$

Заключение

В предложенной работе синтезирована робастная система управления объектом, динамические процессы в котором описываются уравнением с распределенным запаздыванием по выходу. Метод, разработанный для объектов с запаздыванием по состоянию [4] дополнительно рассмотрен с целью его использования при разработке робастной системы управления с распределенным запаздыванием по выходу.

В данном алгоритме управления применяются вспомогательный контур и наблюдатели переменных [5]. В отличие от схемы формирования управляющего воздействия, предложенной в [6], в данной работе используются два наблюдателя, что позволяет скомпенсировать погрешность наблюдения первого фильтра.

Список литературы

1. Вольтерра В. Теория функционалов и интегральных и интегро- дифференциальных уравнений. Пер с англ. – М.: Наука, 1982.
2. Цыкунов А.М. Робастное управление с последствием. М. Физматлит. 2014.– 264 с.
3. Имангазиева А.В., Цыкунов А.М. Робастное управление линейным динамическим объектом с запаздыванием по состоянию // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007. №12. С.2-6.
4. Робастная система автоматического управления с компенсацией запаздывания в условиях нестационарности // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2011. №2. С. 30-36
5. Atassi A.N., Khalil H.K. Separation principle for the stabilization of class of nonlinear systems // IEEE Trans. Automat. Control. 1999. V. 44. No. 9. P. 1672-1687.
6. Цыкунов А.М. Алгоритмы робастного управления с компенсацией ограниченных возмущений // АиТ. 2007. №7. С. 103-115.

СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТОКА В БИПОЛЯРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ

Мурзин Д.Г., Владыка Е.Ю., Капранов И.Ю.

Севастопольский государственный университет

Один из главных механизмов внезапных отказов мощных полупроводниковых коммутационных приборов связан с неустойчивостью однородности токораспределения в структуре прибора [1]. Общеизвестно, что вторичный пробой (ВП) в своей заключительной стадии представляет собой чисто тепловое явление, но вопрос об иницирующих механизмах ВП в начальных стадиях его развития приводит к весьма многообразным решениям, определяемым конструктивными особенностями прибора, режимам работы, технологическими дефектами, внешними воздействиями и т.д. [2]

Проведенный анализ существующих моделей ВП в биполярных транзисторах показал необходимость разработки достаточно простых инженерных методов оценки устойчивости биполярных транзисторов к ВП. В общем случае проблема получения количественных характеристик ВП может быть разрешена посредством решения численными методами нестационарной системы фундаментальных уравнений с учетом неоднородного распределения температуры по кристаллу. В то же время эта задача может быть упрощена посредством сведения влияния ряда факторов к одному или нескольким параметрам, значения которых могут быть определены из эксперимента для конкретной структуры. Для упрощения анализа модели вторичного пробоя, будем считать, что отвод тепла происходит через теплоотвод с боку коллектора, который имеет температуру среды T_0 . Теплоотводом через поверхность эмиттера пренебрегаем. В этом случае эффективный транзистор можно представить идеализированной пластиной толщиной OW в слое ab (Рисунок 1) и распределением температуры Рисунок 2. В структуре рис. 2 выделяется объемная плотность мощности (1):

$$P = j_{C \max} \cdot U_C / (b - a). \quad (1)$$

Дифференциальное уравнение теплопроводности для модельной структуры:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \chi \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{P}{c\rho}, \quad (2)$$

где χ - коэффициент температуропроводности, c - удельная теплоемкость, ρ - плотность материала.

Решение уравнения (2) без учета теплоотвода записывается в виде (3):

$$T = \frac{P}{k} \sqrt{\frac{\chi}{\pi}} (b - a) t^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопроводности.

Применение выражения (3) для расчета времени предпробойной задержки τ в транзисторах дает результаты, которые не согласуются с экспериментов при больших временах задержки ВП, когда влияние теплоотвода существенно.

Для учета теплообмена тела «ab» с внешней средой необходимо задаться величиной теплового потока через поверхность «b» (граничное условие второго рода), либо воспользоваться методом тепловых источников, удельная мощность которых, деленная на постоянную $\rho c b$ в этом случае определяется выражением:

$$B(T - T_0) = \frac{\alpha}{\rho c b} (T - T_0), \quad (4)$$

где $\alpha = \frac{k}{w - b}$ - коэффициент теплоотдачи слоя «bW», k - коэффициент теплопроводности.

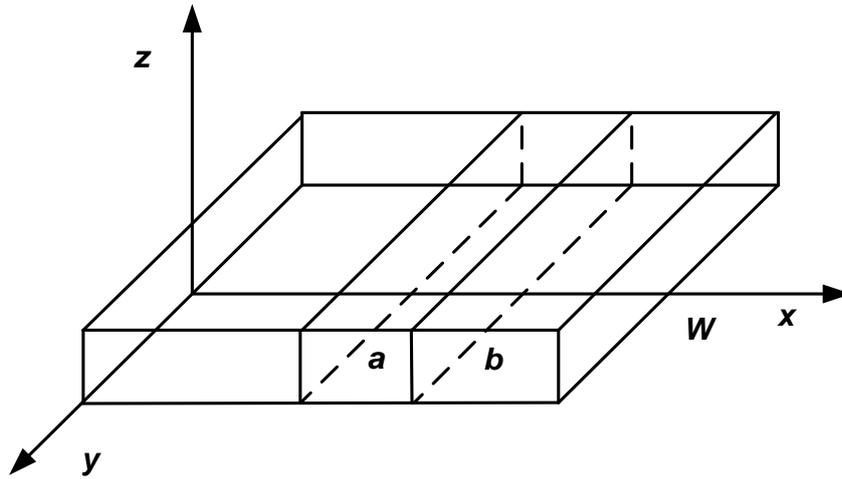


Рис.1. Модель структуры транзистора

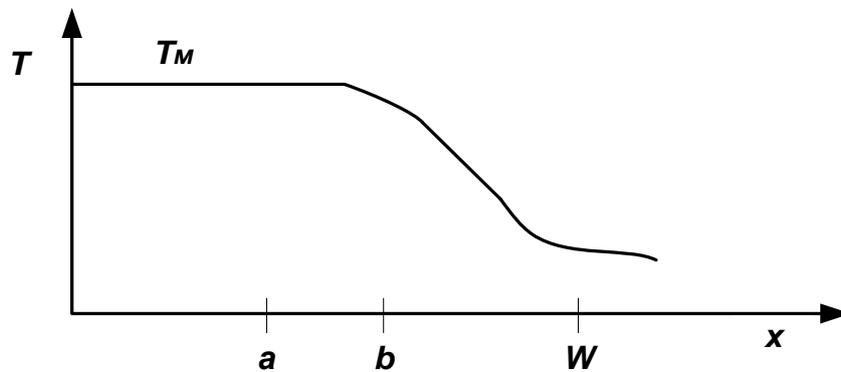


Рис.2. Распределение температуры в модельной структуре транзистора

Для реальных структур, имеющих толщину слоя «ab» порядка (5...15) мкм, и время $\tau > 30$ мкс, градиент температуры вдоль координаты x для идеализированной модели рис.3 практически отсутствует, поэтому уравнение (2) приобретает вид (5):

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{P}{\rho c} - B(T - T_0), \quad (5)$$

$$\text{где } B = \frac{k}{\rho c b (w - b)} \approx \frac{k}{\rho c b w}.$$

Решение этого уравнения имеет вид:

$$T - T_0 = \frac{P}{\rho c b} (1 - \exp(bt)). \quad (6)$$

Время задержки ВП может быть найдено из условия достижения значения температуры собственной проводимости T_c (7):

$$\tau = \tau_0 \ln \left[1 - \frac{j_0^T}{j_{c.\max}^T} \right]^{-1}, \quad (7)$$

где $j_0^T = \frac{(T_c - T_0)k}{wU_c}$ - минимальная локальная плотность тока коллектора, при которой возникает ВП;

$\tau_0 = \frac{\rho c b w}{k}$ - тепловая постоянная элемента структуры эффективный транзистор - теплоотвод, которая может быть определена из эксперимента.

В структуре биполярного транзистора с полосковой топологией эмиттера линейная плотность тока базы при разложении уравнения токораспределения в ряд Тейлора в окрестности точки \bar{Z}_0 :

$$\frac{I_b(Z)}{h_e} = \left(\frac{Z - Z_0}{B(\bar{Z})R(\bar{Z})} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Подставив это значение в выражение для тока коллектора, получим:

$$I_c = h_e \int_0^{l/2} j^* \cdot Z dy = j^* h_e W_{b0} \left(\frac{2}{b_\mu} \right)^{\frac{1}{2}} \left[\frac{B(\bar{Z})}{R(\bar{Z})} \right]^{\frac{1}{2}} (Z_m - Z_0)^{\frac{1}{2}},$$

где Z_0, Z_m - уровни инжекции в центре и на краях полоски эмиттера;

$B(\bar{Z})$ - коэффициент передачи тока базы; $R(\bar{Z})$ - коэффициент, учитывающий модуляцию сопротивления

базы; $b_\mu = \frac{b_n}{b_p}$ - отношение подвижностей электронов и дырок в базе; j^* - критическая плотность тока,

соответствующая $Z = 1$.

Максимальная плотность тока коллектора:

$$I_{c.max} = Z_m j^* = I_c^2 \left[W_{b0}^2 h_e^2 j^* \frac{2}{b_\mu} \right]^{-1} \cdot \frac{B(\bar{Z})}{R(\bar{Z})} + Z_0 j^*.$$

В режиме ВП $Z_m > Z_0$, поэтому вторым слагаемым можно пренебречь. Объединив последнее выражение с уравнением (7) получим:

$$\tau = \tau_0 \ln \left[1 - \frac{I_0^2}{I_c^2} \right]^{-1},$$

где I_0 - минимальный ток ВП, при котором

$$\tau \rightarrow \infty, \frac{B(\bar{Z})}{R(\bar{Z})} = \frac{B_{\gamma 0} B_{\beta 0} (1 + \bar{Z})}{B_{\beta 0} (1 + \bar{Z}) + B_{\gamma 0}}, \bar{Z} = \frac{I_0}{h_e l_e j^*}.$$

Минимальный ток ВП, при котором время задержки ВП стремится к бесконечности $\tau \rightarrow \infty$:

$$I_0 = \left(\frac{2}{b_\mu} \right)^{\frac{1}{2}} h_e \left[q D_b N_b W_b \frac{(T_C - T_0) k}{W \cdot U_c} \frac{B(\bar{Z})}{R(\bar{Z})} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (8)$$

где b_μ — отношение подвижности электронов к подвижности дырок;

h_e — длина или периметр эмиттера; q — заряд электрона; D_B — коэффициент диффузии неосновных носителей в базе; N_B — концентрация основных носителей заряда базы; W_B — толщина базовой области; T_C — собственная температура; T_0 — температура окружающей среды; W_{KP} — толщина кристалла; U_c — напряжение коллектора; $B(\bar{z})$ — коэффициент передачи тока базы в схеме с общим эмиттером в зависимости от уровня инжекции; $R(\bar{z})$ — коэффициент изменения сопротивления базового слоя в зависимости от уровня инжекции; z — уровень инжекции.

Анализ выражения (8) показывает, что устойчивость транзистора к ВП возрастает с увеличением отношения периметра эмиттера к его площади, уменьшением толщины кристалла, увеличением концентрации основных носителей заряда базы и коэффициента передачи тока, а так же уменьшением температуры тепловода.

Список литературы

1. Гусев, В.А. Область безопасной работы биполярного транзистора с объемным делительным слоем в коллекторе / В.А. Гусев, Е.Ю. Владыка, Д.Г. Мурзин // Вісник СевНТУ. Вип. 60: Інформатика, електроніка, зв'язок: зб. наук. пр. – Севастополь: СевНТУ, 2004. – С. 78-83.
2. Блихер А. Физика силовых биполярных и полевых транзисторов/ А. Блихер. Пер. с англ., Под ред. И. В. Грехова. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отделение 1986. – 250с.

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

АНАЛИЗ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Миронов Е.Б., Тарукин Е.М.

НГИЭУ, РФ, г.Княгинино

Сельскохозяйственное производство страны располагает огромным парком машин и орудий, условия эксплуатации и хранения которых отличаются специфическими особенностями. При хранении на открытых площадках под действием атмосферных осадков, повышенной влажности воздуха, перепадов температуры, примесей коррозионно-активных газов, солнечной радиации и технологических загрязнений металлические поверхности машин интенсивно корродируют.

Скорость процесса коррозии зависит от агрессивности среды, продолжительности ее воздействия, температуры воздуха, состояния поверхности металла (состава и структуры защитной пленки), химического состава металла и наличия механических напряжений, особенности конструкции (наличие сварочных швов, болтовых и заклепочных соединений, полостей и щелей)

Анализ коррозионных разрушений сварных конструкций зерноуборочных комбайнов показал, что характерными дефектами сварных соединений являются коррозионно-усталостные трещины. Вследствие этого снижаются работоспособность и ресурс машин, увеличиваются затраты на ремонт и устранение последствий коррозионных процессов, поэтому изыскание наиболее эффективных средств и методов защиты в данной области становится актуальной задачей.

Для временной защиты от коррозии сельскохозяйственной техники апробированы различные консервационные средства: пластичные смазки, консервационные масла и смазки, защитные восковые дисперсии, пленкообразующие ингибированные нефтяные составы, бензино-битумные составы, маслорастворимые ингибиторы и противокоррозионные присадки.

Стоимость данных материалов, как и долговечность образуемых ими покрытий, варьируется в достаточно широком диапазоне, что затрудняет выбор консервационных составов сельскохозяйственными товаропроизводителями.

В данной статье проведен анализ, составлен ценовой рейтинг и даны рекомендации по выбору консервационных материалов.

Сезонный характер занятости сельскохозяйственных машин приводит к необходимости их длительного хранения, в течение которого на машины действуют различные факторы (атмосферные, эксплуатационные и др.), способствующие изменению прочности и химического состава металлов, а также свойств смазочных материалов и технических жидкостей, необходимых при эксплуатации машин.

Для временной защиты от коррозии сельскохозяйственной техники рекомендованы различные консервационные средства [1]: пластичные смазки (ПВК, солидол с прессолидолом, АМС-1 и АМС-3, ГОИ-54п и т.д.), консервационные масла и смазки (К-17, НГ-203, НГ-204, НГ-204У и т.д.), защитные восковые дисперсии (ПЭВ-74, ЛБХ, Экспротект, ЗИВС, ЗВВД-13, ИВВС-706 М и др.) [2], пленкообразующие ингибированные нефтяные составы (НГ-216Б, Кабинор, Мовиль, Ингибит-С) [3-5], ингибированные полимерные покрытия (ЛСП, ЗИП, ИС-1, ХС-62С, модификатор ржавчины ИРХФ, грунт ВА-0112 и т.д.), бензино-битумные и битумно-каучуковые составы (Битукас, Автоантикор-2, Эластокор, битумы БН-1У и БН-У и т.д.) [6], маслорастворимые ингибиторы (АКОР-1, МОПЛ-1, НГ-110Н и т.д.) и противокоррозионные присадки (Прана-0).

Таким образом, модификация битумов полимерами, пластификаторами и ингибиторами позволяет значительно улучшать физико-химические и реологические свойства битумов, получать составы для консервации сельхозмашин с высокими защитными свойствами.

В Табл.1 представлены сравнительные ценовые и технические характеристики наиболее распространенных на рынке консервационных материалов по состоянию на декабрь 2015 г [7...13].

Таблица 1

Характеристики консервационных смазочных материалов

| № п/п | Марка смазки | Ценовой диапазон руб. / кг. | Температура эффективной защиты, °С |
|--|--|-----------------------------|------------------------------------|
| Пластичные смазки | | | |
| 1. | ПВК (ГОСТ 19537-83) | 53,33...84,10 | -50...+50 |
| 2. | Солидол с пресс-солидолом (ГОСТ 4466-76) | 35,70...45,62 | -50...+65 |
| 3. | АМС-1 и АМС-3 (ГОСТ 2712-75) | 264,36...292,94 | -15...+65 |
| 4. | ГОИ-54п (ГОСТ 3276-89) | 417,33...438,20 | -40...+50 |
| Жидкие консервационные смазки | | | |
| 5. | К-17 (ГОСТ 10877-76) | 102,00...109,65 | -22...+40 |
| 6. | НГ-203 (ТУ 38.1011331-90) НГ-204, НГ-204У (ГОСТ 18974-73) | 116,57...131,37 | -25...+70 |
| Универсальные восковые дисперсии | | | |
| 7. | ПЭВ-74 (ТУ 38.101103-77) | 111,56...124,27 | -40...+75 |
| Пленкообразующие ингибированные составы | | | |
| 8. | Мовиль (ТУ 6-15-1521-86) | 67,86...84,15 | -40...+50 |
| Ингибированные полимерные покрытия | | | |
| 9. | Грунт ВА-0112 (ТУ 6-10-1234-79) | 120,58...153,64 | - |
| Маслорастворимые ингибиторы коррозии | | | |
| 10. | Акор-1 (ГОСТ 15171-78) | 97,52...116,43 | - |
| Защитные битумные составы | | | |
| 11. | Автоанткор-2 (ТУ 6-07-44-77) | 63,88...76,65 | -25...+100 |
| 12. | БН-1У / БН-У (ГОСТ 6617-56) | 65,11...72,8 | -25...+70 / -25...+90 |

Исходя из анализа таблицы видно, что в современных условиях сельскохозяйственные организации могут приобретать для консервации техники, в основном пушечную смазку ПВК и на ее основе готовить загущенные консервационные композиции с отработанными маслами.

Для консервации особо ответственных сборочных единиц необходимо применение дорогостоящих пластичных смазок типа АМС-1, АМС-3 и ГОИ-54п и т.д.

Применение жидких консервационных смазок несмотря на высокую технологичность ограничивается применением только на крытых площадках, что резко снижает их востребованность.

Широкое применение пленкообразующих ингибированных составов и полимерных покрытий, несмотря на высокие защитные свойства, ограничивается относительно высокой стоимостью и труднодоступностью в связи, с чем консервация традиционными битумными составами находит более широкое применение.

Исходя из того, что в ближайшем будущем не предвидится резкое улучшение в обеспечении сельскохозяйственных организаций качественными защитными материалами, поиски возможных модификаций битумных составов являются актуальными с научной и технической точек зрения.

Список литературы

1. Антискоррозионные препараты // За рулем. РФ. [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: [http://wiki.zr.ru/Антискоррозионные препараты](http://wiki.zr.ru/Антискоррозионные_препараты). Дата доступа: 20.12.2015.
2. Вигдорович, В. И., Насыпайко, И. Г., Прохоренков, В. Д. Антискоррозионные консервационные материалы. М.: Агропромиздат, 1987. 128 с.

3. Добрин, В. И., Северный А. Э., Прохоренков, В. Д. Справочник заведующего машинным двором. М.: Росагропромиздат, 1988. 254 с.
4. Курочкин, В. Н. Хранение техники на машинных дворах. М.: Россель-хозиздат, 1985. 157 с.
5. Шарина, Л. М., Бакалейников, В. М., Северный, А. Э. Новые материалы для защиты от коррозии втулочно-роликовых цепей сельскохозяйственной техники // Сохранность и противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники: Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического семинара. 1987. С. 29–30.
6. Шехтер, Ю. Н., Школьников, В. М., Богданов, Т. И. Рабоче-консервацион-ные смазочные материалы. М.: Химия, 1979. 256 с.
7. АМС-1 // Группа компаний «НеконСиа» [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: <http://necnon-sea.ru/catalog/Smazki/Morskie/AMS-1/> Дата доступа: 20.12.2015.
8. Состав ПЭВ-74 // Flagma [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: <http://orenburg.flagma.ru/sostav-pev-74-bochka-147kg-o1901029.html> Дата доступа: 20.12.2015.
9. Покрытие ЗВД-13 // Битум Плюс [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: <http://bitumplus.net/index.php?n=20&li=b2M9MTEwMTI0MzMmMTEwMTI0MzM=> Дата доступа: 20.12.2015.
10. Покрытие НГ-216 // Битум Плюс [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: <http://bitumplus.net/index.php?n=20&li=b2M9MTEwMTI0MzMmMTEwMTI0MzM=> Дата доступа: 20.12.2015.
11. Автоконсервант АвтоМовиль // Propartner: товары и услуги [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: <http://www.propartner.ru/offers/movil> Дата доступа: 20.12.2015.
12. Bitukas, мастика битумно-каучуковая // АвтоХимПродукт [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: <http://www.avtokhimprodukt.com/shop/alytaus-chemija> Дата доступа: 20.12.2015.
13. Отпускные цены продукции // ЗАО «Заречье» [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: zarechie.ru Дата доступа: 20.12.2015

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНОГО КОНТАКТА ШАТУННЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ХАРАКТЕР И ИНТЕНСИВНОСТЬ ИХ ИЗНОСА

Безбородов И.А., к. т. н., доцент. Научно-технологический центр

«Детонация», РФ, г.Новосибирск

Ключевые слова: интенсивность износа, конусообразность, продольный контакт, деформация базовых деталей, степень нагрузки ДВС.

Реферат. В статье представлены теоретические и экспериментальные исследования характера и интенсивности износа шатунных шеек от влияния продольного контакта рабочих поверхностей шатунных подшипников ДВС. Установлено, что интенсивность износа шатунных шеек от влияния повышения удельного давления на шатунные шейки, в связи с неполным продольным контактом рабочих поверхностей шатунных подшипников, имеет величину сопоставимую с номинальными рабочими нагрузками на ДВС.

Известно, что наиболее нагруженными и аварийно опасными, с позиции внезапных отказов, являются шатунные подшипники коленчатых валов автотракторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Зазор в шатунных подшипниках и изменение геометрических параметров формы шатунных шеек коленчатых валов, являются наиболее значимыми информативными показателями для оценки технического состояния ДВС и прогнозирования их остаточного ресурса [1]. Обычно, при прогнозе остаточного ресурса ДВС, за параметр предельного состояния шеек принимают износ или зазор и почти совершенно не учитывают изменение геометрических параметров формы шеек коленчатых валов. В работе [2] показано, что полнота продольного контакта рабочих поверхностей шатунных подшипников определяется влиянием следующих показателей угловых отклонений сборочных поверхностей базовых деталей ДВС: 1) отклонение от перпендикулярности осей цилиндров или расточек под гильзы цилиндров к оси гнезд коренных подшипников коленчатого вала; 2) отклонение от параллельности осей шатунных и коренных шеек коленчатого вала; 3) отклонение от параллельности осей верхних и нижних головок шатунов. Упомянутые показатели угловых отклонений сборочных поверхностей базовых деталей вызывают отклонение от перпендикулярности стержней шатунов к поверхности шатунных шеек, что является причиной нарушения продольного контакта рабочих поверхностей

шатунных подшипников. Из сказанного следует, что контроль продольного контакта шатунных подшипников при сборке соединений ДВС имеет актуальное значение для обеспечения их эксплуатационной надёжности.

Целью исследований является исследование влияния продольного контакта на характер и интенсивность износа шатунных шеек коленчатых валов автотракторных ДВС.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются автотракторные ДВС.

Предметом исследования являются закономерности влияния суммарных угловых отклонений сборочных поверхностей базовых деталей автотракторных ДВС на характер и интенсивность износа шатунных шеек коленчатых валов в условиях эксплуатации.

Общая методика исследований включала следующие частные методы исследований: методики натурального моделирования в условиях параллельных стендовых испытаний исследуемых шатунных подшипников одного двигателя, разработанная академиком Ф. Н. Авдонькиным [1]; методов измерения геометрических параметров шатунных шеек коленчатых валов.

Численные значения относительного продольного контакта рабочих поверхностей шатунных подшипников коленчатых валов автотракторных ДВС определяли по следующей уточнённой формуле [2].

$$\varphi_{ш.ш} = \sqrt{\frac{h_o}{\Delta\delta}} - F(\delta_\Delta) \quad (1)$$

где $\varphi_{ш.ш}$ – коэффициент относительного продольного контакта рабочих поверхностей шатунного подшипника.

h_o – сближение контактируемых поверхностей на длине продольного контакта по образующей цилиндрической поверхности шатунной шейки, мм;

$\Delta\delta$ – суммарное угловое отклонение положения профилей рабочих поверхностей шатунного подшипника на длине ширины вкладыша, мкм.

$F(\delta_\Delta)$ – функция коррекции на сближение поверхностей, от влияния характеристики шероховатости рабочих поверхностей шатунного подшипника, определяется по следующей формуле

$$F(\delta_\Delta) = (0,021h_o^3 - 0,328h_o^2 + 2,26h_o - 4,59) \exp(-0,5\delta_\Delta) \quad (2)$$

где δ_Δ – разрыв контакта края вкладыша в радиальном направлении, мкм.

Параметры h_o и $\Delta\delta$ определяются по следующим формулам.

$$\Delta\delta = (y_{ш1} + y_\epsilon) + \delta_\Delta \quad h_o = 2(y_{ш1} + y_\epsilon) \quad (3)$$

где $y_{ш1}; y_\epsilon$ – параметры контактного сближения поверхностей от влияния деформации, соответственно шероховатости и волнистости, мкм;

Параметры контактного сближения определяются по следующим соотношениям.

$$y_{ш1} = 0,5 \cdot (R_{\max}^1 + R_{\max}^2) \quad y_\epsilon = 0,15 \cdot (R_{\max}^1 + R_{\max}^2) \quad (4)$$

где $(R_{\max}^1 + R_{\max}^2)$ – сумма максимальных высот микронеровностей, соответственно от первой и второй сближаемых поверхностей, мкм.

В начальной стадии процесса исследования параметр δ_Δ определяли по деформации калиброванной проволоки из измерительного набора «Plastigage», укладываемой между вкладышем и шейкой вала параллельно оси шатунной шейки с последующей сборкой шатунного подшипника.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе исследования заданное отклонение продольного контакта рабочих поверхностей шатунных подшипников создавали изгибом стержня шатуна. Угловое отклонение рабочих поверхностей определяли методом реплик с последующим расчётом продольного контакта по формуле (1). Износные испытания двигателя КамАЗ-740 производили на серийном стенде для обкатки ДВС по методике параллельных испытаний на одном двигателе. На рисунке представлены графики интенсивности износа шатунных шеек коленчатых валов от влияния полноты продольного контакта (%) рабочих поверхностей шатунных подшипников и степени нагрузки

на ДВС. При аппроксимации экспериментальных данных была установлена закономерность интенсивности износа в следующем виде.

$$\alpha = 0,4 \cdot \exp[-0,15(100 - \varphi_{ш.н})] \quad (5)$$

где $\varphi_{ш.н}$ - коэффициент относительного продольного контакта шатунных подшипников, %.

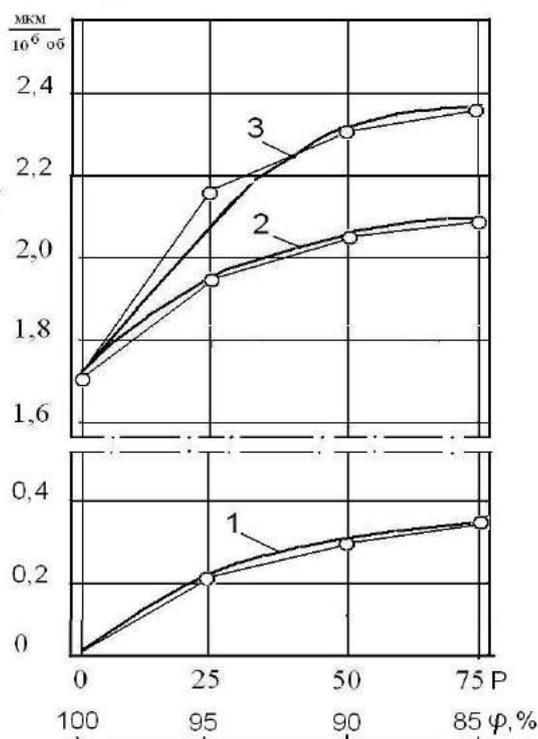


Рис.1. Закономерности интенсивности износа шатунных шеек коленчатых валов:

- 1- интенсивность износа от продольного контакта шатунных вкладышей;
- 2- интенсивность износа от влияния степени нагрузки на ДВС[4];
- 3- интенсивность износа от совместного влияния продольного контакта и степени нагрузки на ДВС.

Формула для определения суммарного значения интенсивности износа шатунных шеек от влияния продольного контакта (формула 5), и степени нагрузки на ДВС, в соответствии с исследованиями А.С.Денисова [4], представлена следующим выражением

$$\alpha = 1,72 + 0,43 \cdot \exp(-0,029 \cdot P) + 0,4 \cdot \exp[-0,15(100 - \varphi_{ш.н})] \quad (6)$$

где P- нагрузка на ДВС, %.

Результаты исследований показали, что интенсивность износа шатунных шеек от влияния повышения удельного давления на шатунные шейки, в связи с неполным продольным контактом рабочих поверхностей шатунных подшипников, имеет величину сопоставимую с номинальными нагрузками на ДВС. Поэтому влияние этого фактора на ресурс ДВС может составлять 40-50%. Следует отметить, что время действия упомянутого фактора ограничено периодом восстановления продольного контакта шатунных подшипников под воздействием накопления остаточных деформаций изгиба стержней шатунов [3]. Поэтому для повышения ресурса шатунных подшипников, необходима специальная стратегия обеспечения точности соединений при сборке ДВС.

Выводы

1. При неполном продольном контакте рабочих поверхностей шатунных подшипников от действия повышенной удельной нагрузки увеличивается их интенсивность износа на 40-50%.
2. Неполный продольный контакт шатунных подшипников вызывает конусность шатунных шеек и интенсивность их износа на уровне равном износу от действия номинальных рабочих нагрузок на ДВС.

Список литературы

1. Авдонькин Ф. Н. Основы прогнозирования износа сопряжений двигателя в процессе эксплуатации автомобиля. Автореф. дисс...д-ра техн. наук –М.: 1970. -43.с.
2. Безбородов И. А. Определение предельных значений угловых отклонений сборочных поверхностей

базовых деталей ДВС/ Ремонт, восстановление, модернизация. № 4. 2013. - С. 45-50.

3. Безбородов И. А. Проявление закона виброползучести в накоплении остаточных деформаций изгиба стержней шатунов/Вестник НГАУ, №4(29). 2014. –С. 154-161.
4. Денисов А. С. Обеспечение надёжности автотракторных ДВС/ А.С. Денисов, А.Т. Кулаков. Саратов, гос. тех. ун-тет, им. Гагарина. 2007. - 407 с.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ В КОНСТРУКЦИЯХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

Вагизов Д.И., Галиев А.Г.

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

Самыми распространенными автоматическими передачами являются гидродинамические передачи, а наиболее удачным решением является использование гидротрансформатора совместно с дифференциальными механизмами, получивших название гидромеханических трансформаторов. Использование дифференциальных механизмов в конструкции гидрообъемной передачи так же позволяет получить новые свойства, которые в большинстве своем устраняют недостатки существующих гидрообъемных передач. Представляется наиболее эффективным использование в качестве исполнительных механизмов в дифференциальных гидрообъемных передачах шестерёнчатых гидронасосов и гидромоторов [1, 2]. Это обусловлено следующими свойствами последних:

- зубчатые шестеренные гидромашины легко трансформируются в дифференциальный механизм, в котором центральная шестерня является ведущей, если это гидронасос, или ведомой, если это гидромотор, шестерни в количестве не менее двух, установленные на осях в подвижном корпусе являются сателлитами;

- рабочий процесс происходит с разделением мощности на два равных по величине потока между ведущей и ведомой шестернями;

- величина потока мощности на каждой из шестерён не изменяется с изменением размеров шестерён и, соответственно, с изменением передаточного числа между ними;

- суммирование мощности происходит за счёт силового взаимодействия в зубчатом зацеплении при передаче мощности с одной шестерни на другую;

- зубчатые шестеренные гидромашины с наружным зацеплением являются обратимыми механизмами, самыми простыми и имеющими наименьшую стоимость из всех гидрообъемных гидромашин;

- уровень давления при котором они сохраняют удовлетворительные значения КПД составляет 6-10 МПа, что соответствует реализации небольших и средних мощностей.

При использовании дифференциального зубчатого механизма с двумя степенями свободы в конструкции автоматической трансмиссии:

- одна из степеней свободы нагружена внешней нагрузкой (полезное сопротивление рабочей машины на входе или на выходе);

- вторая степень свободы завязана наложением гибкой динамической связи между звеньями гидронасоса и гидромотора.

Схема с использованием положительного ускоряющего дифференциального механизма в сочетании с зубчатым насосом с внешним зацеплением представлена на Рисунке 1.

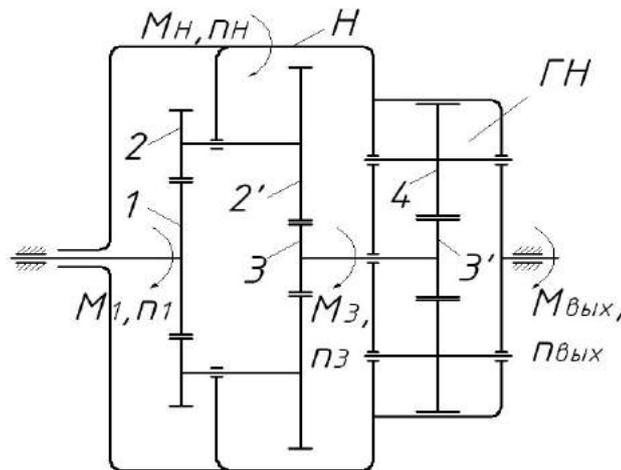


Рис.1. Кинематическая схема гидромеханического вариатора: 1 – входной вал; 2-2' – сателлиты; 3 – выходной вал дифференциала; Н – водило дифференциала (выходной вал механизма); ГН – зубчатый гидронасос; 3' – ведущая шестерня гидронасоса; 4,5 – ведомые колеса гидронасоса.

Особенностью этой дифференциальной схемы является то, что все звенья механизма имеют одинаковое направление вращения, совпадающее с направлением вращения входного вала. Суммарный момент на выходном валу механизма (момент на водиле H).

$$\sum M_H = M_{H_{\max}} + M_{H_{\text{ген}}} = -M_1(1-i_{13}) - M_1 i_{13}(1-i_{3'4}) = -M_1(1-i_{13}i_{3'4}).$$

Коэффициент трансформации крутящего момента $K = \frac{\sum M_{\text{вых}}}{M_1} = 1 - i_{13}i_{3'4} > 1$, т. к. $0 < i_{13} \leq 1$ и

$$i_{3'4} \leq -1.$$

Механизм привода, созданный на основе данной схемы будет работать в режиме вариатора при регулировании потока рабочей жидкости на выходе из гидронасоса автоматическим дроссельным клапаном. Диапазон регулирования чисел оборотов выходного вала будет находиться в интервале от $n_{\text{вых}} = 0$ до $n_{\text{вых}} = n_1$. Данную схему можно рассматривать как модуль для различных конструктивных компоновок гидромеханических вариаторов, которые реализуют использование энергии потока рабочей жидкости на выходе из гидронасоса.

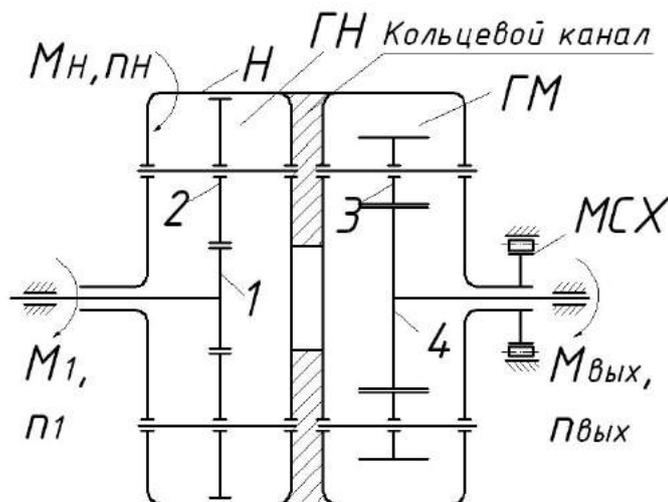


Рис.2. Схема гидромеханического дифференциального вариатора: 1 – входной вал гидронасоса; 2 – ведомые колеса гидронасоса; 3 – ведущая шестерня гидромотора; 4 – выходной вал гидромотора; Н – корпус механизма; ГН – зубчатый гидронасос; ГМ – зубчатый гидромотор; МСХ – муфта свободного хода.

Кинематические схемы гидромеханических дифференциальных автоматических трансмиссий представляют собой сочетание модуля (Рисунок 1) и дополнительной дифференциальной ступени, звенья которой составляют гидромотор [3, 4]. Звенья всех дифференциальных ступеней размещены в одном корпусе, который является для них общим водилом H . Наиболее простая и перспективная схема дифференциального гидромеханического вариатора представлена на Рисунке 2.

Реализация этого технического решения позволяет обеспечить функциональные задачи автоматической трансмиссии транспортного средства, в том числе:

- трансформацию крутящего момента в диапазоне $K = 1 \dots 4$, в зависимости от изменения величины внешней нагрузки на выходном валу;

- диапазон автоматического регулирования по числам оборота от до $n_{вых} = n_1$, т. е. $i_{var} = 0 \dots 1$;

- бесшумность работы, плавность хода и постоянство тягового усилия на ведущих колесах благодаря демпфирующим свойствам гидравлического контура и отсутствию жесткой кинематической связи звеньев дифференциальных ступеней с корпусом вариатора;

- возможность быстрой смены режимов работы благодаря малой инерционности вращающихся частей, которая в свою очередь обусловлена невысоким уровнем давления и, соответственно, небольшой массой корпуса вариатора (водила H);

- защита двигателя в режиме разгона и «стоп режиме» ($n_{вых} = 0$) от перегрузок за счет срабатывания автоматического клапана с сервоприводом.

Список литературы

1. Мавлеев И.Р. Разработка рациональных схем и конструкций высокомоментных гидромеханических вариаторов для транспортных средств: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2007. – 19 с.
2. Волошко В.В., Мавлеев И.Р., Салахов И.И., Шайхутдинов И.Ф. Автомобильная многоступенчатая коробка передач // Справочник. Инженерный журнал. – 2014. – №11. – С. 46-49.
3. Волошко В.В., Мавлеев И.Р., Салахов И.И., Галимянов И.Д. Автоматическая коробка передач с дифференциальным гидромеханическим трансформатором // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 10 (20). – С. 33-36.
4. Мавлеев И.Р. Разработка рациональных схем и конструкций высокомоментных гидромеханических вариаторов для транспортных средств: дис. ... канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2007. – 147 с.
5. Салахов И.И. Разработка рациональных схем автоматических коробок передач на основе планетарной системы универсального многопоточного дифференциального механизма: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ижевск: ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2013. – 23 с.
6. Мавлеев И.Р., Сафин Д.Ф., Салахов И.И. Проектирование автомобильной многоступенчатой коробки передач для транспортных средств // В сборнике: Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия Материалы X международной научной конференции. 2016. – С. 77-81.
7. Salakhov I.I., Mavleev I.R., Shaykhutdinov I.F., Ildarkhanov R.F. The Differential Hydro-Mechanical Variator / Contemporary Engineering Sciences. 2015. Т. 8. №1-4. С. 191-196.
8. Salakhov I.I., Mavleev I.R., Tsybunov E.N., Basyrov R.R., Salakhov N.I. Car Gearbox on the Basis of the Differential Mechanism / Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12. С. 41-44.
9. Salakhov I.I., Mavleev I.R., Shamsutdinov I.R., Basyrov R.R., Vladimirovich V.V. Research and Development of Hydro-Mechanical Differential Variator / Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12. №1. С. 619-625.
10. Фасхиев Х.А., Волошко В.В., Мавлеев И.Р. Гидромеханический дифференциальный механизм // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2007. – №10. – С. 39-45.

КПД ПЛАНЕТАРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Волошко В.В., Галимянов И.Д., Салахов И.И.

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

В планетарных системах энергия передается как в относительном, так и переносном движении зубчатых колес. Передача энергии в относительном движении всегда сопровождается потерями на трение в зубчатых зацеплениях. При переносном движении эти потери отсутствуют.

Как указывалось в статье «Универсальный многопоточный дифференциальный механизм – модуль автоматических коробок передач» (Грузовик. – М.: Изд-во Машиностроение: – 2010. – №8. – С. 8-12.) в качестве основы создания конкурентоспособных автоматических коробок передач принята планетарная система универсальный многопоточный дифференциальный механизм (ПС УМДМ) [1].

Для определения КПД ПС УМДМ удобен метод, предложенный проф. М.А. Крейнсом. Для любой передачи q в ПС УМДМ, учитывающий потери мощности в полюсах зацепления, определяется по выражению [2, 3]:

$$\eta_p = \frac{N_{отв}}{N_{подв}} = \frac{M_{вм} \cdot \omega_{вм}}{M_{вц} \cdot \omega_{вц}} = \frac{\hat{i}_q}{i_q}, \quad (1)$$

где $N_{отв}$ и $N_{подв}$ – мощность соответственно отводимая от ПС УМДМ и подводимая к ней; $M_{вц}$ и $M_{вм}$ – моменты соответственно на ведущем и на ведомом валах ПС УМДМ; $\omega_{вц}$ и $\omega_{вм}$ – угловая скорость вращения соответственно ведущего и ведомого валов ПС УМДМ; \hat{i}_q и i_q – силовое и кинематическое передаточные числа ПС УМДМ.

Работами М.А. Крейнса установлено, что силовое передаточное отношение \hat{i}_q выражается той же зависимостью, что и кинематическое передаточное отношение i_q , только при этом каждая характеристика планетарного ряда должна быть умножена или разделена на КПД планетарного ряда в относительном движении η_0 (при остановленном водило).

Следовательно, если кинематическое передаточное отношение ПС

$$i_q = f(\kappa_1, \kappa_2 \dots \kappa_i), \quad (2)$$

где $\kappa_1, \kappa_2 \dots \kappa_i$ – характеристики планетарных рядов, составляющих кинематическую цепь (внутренние передаточные отношения), то ее силовое передаточное отношение

$$\hat{i}_q = f(\kappa_1 \cdot \eta_0^{x_1}, \kappa_2 \cdot \eta_0^{x_2} \dots \kappa_i \cdot \eta_0^{x_i}). \quad (3)$$

Здесь x_i – показатель степени со знаком плюс или минус единица (т.е. $x_i = +1$ или $x_i = -1$). Как бы ни была сложна кинематическая схема, знак показателя степени КПД x_i определяется по следующей зависимости

$$x_i = \text{Sign} \frac{\kappa_i}{i_q} \frac{\partial i_q}{\partial \kappa_i}. \quad (4)$$

Здесь символ *Sign* обозначает «знак» и говорит о том, что показатель x_i равен плюс единице, если выражение под знаком сигнатуры положительно, и минус единице, если это выражение отрицательно [3, 4].

Общая методика определения КПД ПС УМДМ состоит из следующих этапов:

1) из общей кинематической схемы ПС УМДМ выделяются по передачам схемы планетарных рядов, работающих на данной передаче;

2) по кинематической схеме ПС УМДМ с использованием уравнений кинематики дифференциальных механизмов определяется передаточное число i_q на q передаче $i_q^P = i_{вцН}^P \cdot i_{Нвв}^P$, либо приравниванием

кинематического передаточного числа ПС УМДМ на данной передаче определяется внутреннее передаточное отношение планетарного ряда;

3) по выражению $x_i = \text{Sign} \frac{\kappa_i}{i_q} \frac{\partial i_q}{\partial \kappa_i}$ определяются знаки показателей степени x_i ;

4) по выражению $\hat{i}_q^p = i_{\text{вцнH}}^p \eta_{\text{вцнH}}^x \cdot i_{\text{Нвв}}^p \eta_{\text{Нвв}}^x$ определяется силовое передаточное число \hat{i}_q на q передаче;

5) по выражению $\eta_q = \frac{i_{\text{вцнH}}^p \eta_{\text{вцнH}}^x \cdot i_{\text{Нвв}}^p \eta_{\text{Нвв}}^x}{i_{\text{вцнH}}^p \cdot i_{\text{Нвв}}^p}$ определяется КПД ПС УМДМ η_p на q передаче.

Уравнение для определения КПД преобразуем следующим образом. Известно, что КПД переносного движения:

$$\eta_{\text{вцнH}} = \frac{1 - (1 - i_{\text{вцнH}}) \eta_{\text{вцнq}}^x}{i_{\text{вцнH}}} = \frac{1 - [1 - (1 - i_{\text{вцнq}})] \eta_{\text{вцнq}}^x}{1 - i_{\text{вцнq}}} = \frac{1 - i_{\text{вцнq}} \eta_{\text{вцнq}}^x}{1 - i_{\text{вцнq}}}, \quad (5)$$

КПД относительного движения:

$$\eta_{\text{Нвв}} = \frac{i_{\text{вмH}}}{1 - (1 - i_{\text{вмH}}) \eta_{\text{вмq}}^x} = \frac{1 - i_{\text{вмq}}}{1 - [1 - (1 - i_{\text{вмq}})] \eta_{\text{вмq}}^x} = \frac{1 - i_{\text{вмq}}}{1 - i_{\text{вмq}} \eta_{\text{вмq}}^x}. \quad (6)$$

Получаем уравнение для определения КПД ПС УМДМ:

$$\eta_{\text{вцвм}} = \frac{1 - i_{\text{вцнq}} \eta_{\text{вцнq}}^x}{1 - i_{\text{вцнq}}} \cdot \frac{1 - i_{\text{вмq}}}{1 - i_{\text{вмq}} \eta_{\text{вмq}}^x}. \quad (7)$$

Дальнейшее изложение вопроса осуществлен на конкретном примере модуля ПС УМДМ, который представлен на Рисунке 1.

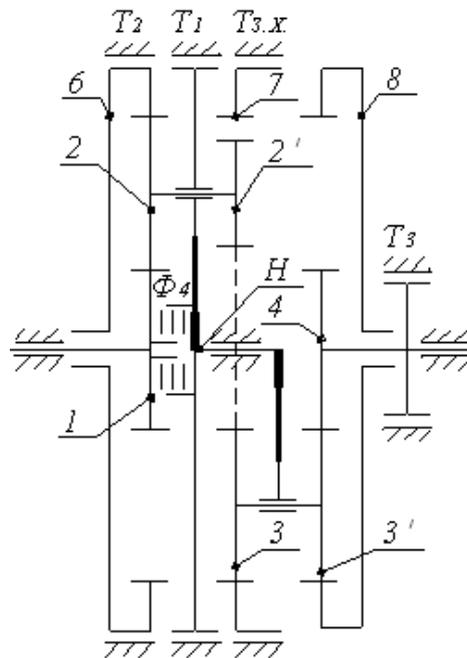


Рис.1. Кинематическая схема модуля ПС УМДМ

Для управления ПС используются фрикционные тормоза (Т1, Т2, Т3, Т3.х) и фрикционная блокирующая муфта (Φ4). При торможении водила H , коронного колеса 6, солнечной центральной шестерни 4, коронного колеса 7, соответственно получаем первую передачу ($i_I = i_{18}^H$), вторую передачу ($i_{II} = i_{18}^6$), третью передачу (

$i_{III} = i_{18}^4$), передачу заднего хода ($i_{3x} = -i_{18}^7$). При блокировке ПС УМДМ получаем четвертую передачу, равную численно единице ($i_{IV} = 1$) [5].

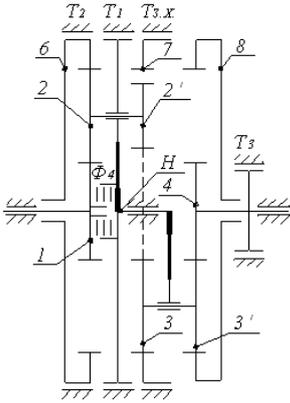
После аналитического определения внутренних передаточных отношений УМДМ $i_{14}, i_{16}, i_{17}, i_{18}$, вычисляем величины передаточных чисел:

$$i_I = 3,71; i_{II} = 2,00; i_{III} = 1,85; i_{IV} = 1,00; i_{3.x} = -4,2.$$

Результаты определения КПД планетарной системы УМДМ представлены в Табл.1.

Таблица 1

Результаты расчета КПД для ПС УМДМ

| Схема модуля ПС УМДМ | Момент на водиле, M_H | Показатель степени, x_i | КПД на q передаче, η_q |
|--|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|  | $M_H = 0$ | $x_{18} = +1$ | $\eta_I = 0,95$ |
| | $M_H = M_1 \cdot (1 - i_{16})$ | $x_{16} = +1$ $x_{86} = -1$ | $\eta_{II} = 0,96$ |
| | $M_H = M_1 \cdot (1 - i_{14})$ | $x_{14} = +1$ $x_{84} = -1$ | $\eta_{III} = 0,95$ |
| | $M_H = M_1$ | | $\eta_{IV} = 0,99$ |
| | $M_H = M_1 \cdot (1 - i_{17})$ | $x_{18} = +1$ $x_{87} = -1$ | $\eta_{3.x} = 0,96$ |

Список литературы

1. Фасхиев Х.А., Волошко В.В., Салахов И.И. «Универсальный многопоточный дифференциальный механизм – модуль автоматических коробок передач» // Грузовик. – М.: Изд-во Машиностроение: – 2010. – №8. – С. 8-12.
2. Мавлеев И.Р. Разработка рациональных схем и конструкций высокомоментных гидромеханических вариаторов для транспортных средств: дис. ...канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2007. — 147 с.
3. Салахов И.И. Разработка рациональных схем автоматических коробок передач на основе планетарной системы универсального многопоточного дифференциального механизма: дис. ...канд. техн. наук. – Ижевск: ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2013. – 177 с.
4. Волошко В.В., Галимянов И.Д., Салахов И.И., Мавлеев И.Р. Кинематический и силовой анализ универсального многопоточного дифференциального механизма автоматических коробок переада [Текст] // Известия Московского государственного технического университета «МАМИ». – М: МГТУ «МАМИ», 2012. – Т. 1. №2(14). – С. 318-328.
5. Фасхиев Х.А., Волошко В.В., Салахов И.И. Алгоритм проектирования коробок передач на базе новой планетарной системы // «Журнал ААИ» Журнал автомобильных инженеров – 2014. – №1 (84) – С 20–23.
6. Мавлеев И.Р., Сафин Д.Ф., Салахов И.И. Проектирование автомобильной многоступенчатой коробки передач для транспортных средств // В сборнике: Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия Материалы X международной научной конференции. 2016. – С. 77-81.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕЖИМА ПУСКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Коршун В.Н., Кухар И.В., Карнаузов А.И.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет» г.Красноярск, Россия

Аннотация: представлены результаты исследований влияния динамических параметров при переходных режимах функционирования на процесс энергосбережения в технологических машинах. Задача энергосбережения

решается методом динамического анализа и синтеза технических систем. Динамическая модель двигателя и рабочего процесса смоделирована на основе их механических характеристик. Уравнение баланса мощности в нелинейной динамической системе составлено и решено аналитически. Установлены оптимальные режимы пуска машины.

Ключевые слова: энергосбережение, технологическая машина, техническая система, двигатель, рабочий процесс, режим пуска

MATHEMATICAL MODEL OF A STARTING REGIME AT THE TECHNOLOGICAL MACHINE

Korshun V.N., Kuchar I.V., Karnaukhov A. I.

Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Summary: presents the results of a study on the influence of dynamic parameters on energy conservation process in the technological machines. Energy saving problem is solved by a dynamic analysis and synthesis of technical systems. The results of study of energy-efficient parameters of starting regime are described. Dynamic models of the motor and working process are simulated using their mechanical characteristics. Power balance equation in nonlinear dynamic system is compiled and solved analytically. The start-up modes of the machine are optimized.

Key words: energy conservation, technological machine, engineering system, motor, working process, power balance, start-up regime.

Введение.

К неэффективному расходованию энергии приводит длительная работа технологических машин и агрегатов при переходных режимах. Цель статьи - Обоснование энергосберегающих режимов пуска технологической машины, включающей двигатель, рабочий орган и упруго-диссипативную муфту.

Методология. Динамическая модель, предназначенная для обоснования энергосберегающих параметров и режимов, включает линейную (цепную) систему, состоящую из динамических моделей элементов, начиная двигателем и заканчивая рабочим органом, а также моделей связей между элементами. В качестве параметров моделей элементов машины выступают силовые (Q) и скоростные факторы (\dot{q}), а также время (t) [1]. Поскольку механическая энергия в технологических машинах, выполняющих механические движения, оценивается параметром мощности, то в качестве моделей принимаются механические характеристики $Q=f(\dot{q})$, где f – функциональная зависимость. Отметим, что данный метод может использоваться для обоснования, как рабочих, так и переходных режимов работы.

К переходным режимам функционирования мы относим режимы пуска и останова (выбега) при действии активных сил (пуск под нагрузкой) либо при их отсутствии (холостой пуск и останов). Нарушение динамического равновесия может происходить вследствие изменения угловой скорости, например при изменении активных сил, действующих на рабочий орган, а также при изменении параметров двигателя или передаточных механизмов. По окончании переходного процесса динамическая система переходит в установившийся режим функционирования. О переходных процессах можно говорить только при условии существенной идеализации условий их функционирования. При обосновании энергосберегающих параметров стремятся уменьшить время переходного процесса либо величину мощности.

Модель режима пуска. Воспользуемся уравнением динамического равновесия технологической машины в виде [2]

$$Q_{об}(u, \dot{q}) - M_e(\dot{q}) = Q_c(\dot{q}) \quad (1)$$

где – $Q_{об}$ – движущий момент двигателя; u – управляющий параметр двигателя; M_e – момент сопротивления внутри машины; Q_c – момент активного сопротивления на рабочем органе; \dot{q} – обобщенная скорость.

В выражении (1) полезную работу совершают только активные силы – Q_c .

Решим данное уравнение аналитически. Режиму пуска машины соответствует частное решение уравнения (1) относительно \dot{q} , при начальных условиях $t = 0$, $\dot{q} = 0$. При управляемом пуске происходит нарастание входного параметра $u(t)$ по линейному или параболическому закону от $u(t) = 0$ до $u(t) = u_0$. При неуправляемом разбеге машины $u(t) = u_0 = \text{const}$. Пусть при вращательном движении в уравнении (1) при условии

динамического равновесия $\dot{q} = \omega$, $u = u_0$, а J_{np} – приведенный момент инерции в системе привода агрегата, тогда из (1) получим уравнение

$$J_{np} \frac{d\omega}{dt} = Q_{\partial\delta}(u_0, \omega) + Q_c(\omega). \quad (2)$$

Из выражения (2) выведем зависимость времени пуска t от ω .

$$t(\omega) = J_{np} \int_0^{\omega} \frac{d\omega}{Q_{\partial\delta}(u_0, \omega) + Q_c(\omega)}. \quad (3)$$

Примем крутизну механических характеристик процессов двигателя и процессов активных сил: $s = \frac{dQ_{\partial\delta}}{dq}$ и $k = \frac{dQ_c}{dq}$. Условием устойчивости режима установившегося движения агрегата является

условие $-s - k \leq 0$.

Подставив линеаризованные выражения для движущего момента и сил сопротивления в уравнение (2), получим (ω_n – установившееся значение угловой скорости)

$$J_{np} \frac{d\omega}{dt} + (s + k) \cdot (\omega_n - \omega) = 0. \quad (4)$$

Решим уравнение (4) относительно ω

$$\omega = C \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + \omega_n, \quad (5)$$

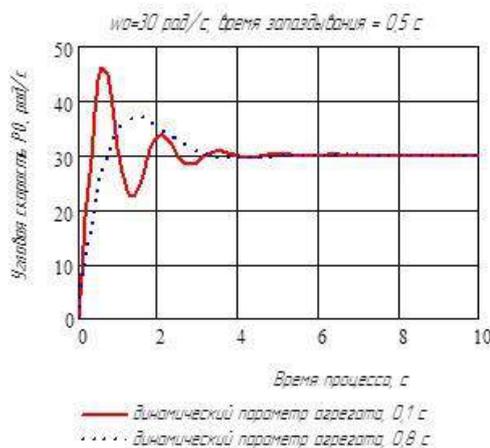
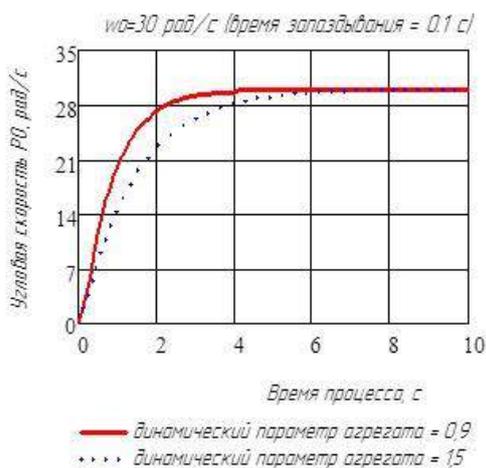
где $\tau_{ma} = \frac{J_{np}}{(s + k)}$ – динамический параметр машинного агрегата.

Если в уравнении (5) считать, что в конце разгона $\omega_0 = 0,95 \cdot \omega_n$, то, разрешая его относительно t , получаем время пуска машины

$$t \approx \frac{\ln(0,05) \cdot J_{np}}{(s + k)} \approx \frac{3 \cdot J_{np}}{(s + k)} \approx 3 \cdot \tau_{ma}. \quad (6)$$

Из выражения (6) следует, что время пуска машины зависит только от её динамического параметра (τ_{ma}).

Основные результаты и обсуждения. Результаты исследований приведены на Рисунке 1 в виде графиков зависимости угловой скорости рабочего органа от динамических параметров технологической машины. На основе характеристического уравнения установлено, что при запаздывании в двигателе (t_3) вследствие инертности параметра управления при соотношении ($\tau_{ma} < 4 \cdot t_3$) в динамической системе при пуске машины возникает нелинейность, а графики приобретают периодический характер. Время пуска увеличивается. Такой режим является энергозатратным.



а)

б)

Рис.1. Графики угловой скорости рабочего органа при неуправляемом пуске: а) – при вещественных корнях характеристического уравнения (монотонно возрастает до установившегося движения); б) – при комплексных корнях характеристического уравнения (угловая скорость превышает значения установившегося движения)

По первому варианту угловая скорость не превышает значений ω_0 . По второму варианту угловая скорость может превышать значения ω_0 при любых значениях динамических параметров. Второй вариант пуска машинного агрегата следует признать нерациональным, поскольку при его реализации возникают большие нагрузки и в результате затухающих колебаний, расходуется больше энергии, время переходного процесса в данном случае возрастает. При обосновании энергосберегающих параметров машинных агрегатов следует задавать $\tau_{ма} \geq 4 \cdot t_z$. Из графиков, представленных на Рисунке 1, видно, что с ростом величины $\tau_{ма}$ увеличивается время разгона. Это часто является нежелательным. Для уменьшения времени разгона может быть предложено тривиальное решение – снижать момент инерции агрегата $J_{пр}$. Динамический параметр агрегата можно уменьшить за счет увеличения крутизны статической характеристики двигателя s , либо характеристики рабочего процесса k .

Аналогичные результаты были получены при компьютерном моделировании режимом пуска машинного агрегата с электроприводом [4].

Список литературы

1. Коршун В.Н. Основы теории функционирования механической энергии в технологических машинах // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 8. С. 5-8.
2. Коршун В.Н. Энергосберегающие параметры и режимы функционирования рабочих органов полевых машин // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 7. С. 24-28.
3. Коршун В.Н. Проектирование роторных рабочих органов с учетом параметров привода //Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. №9. С. 34-36.
4. Коршун В.Н. Обоснование энергосберегающих параметров машинных агрегатов с электроприводом //Вестник Красноярского государственного университета. 2015. № 5. С. 188-193.

List of references

1. Korshun V.N. Bases of the Theory of Mechanical Energy Functioning in Technological Machines. Traktory i selkhoz mashiny, 2013, N 8, p. 5-8.
2. Korshun V.N. Energy-saving Parameters and Operat-ing Regimes in Field Machine Tools. Traktory i selkhoz mashiny, 2010, N 7, p. 24-28.
3. Korshun V.N. Rotary Working Design with Considering the Drive Parameters. Traktory i selkhoz mashiny, 2008, N 9, p. 34-36.
4. Korshun V.N. The Energy Conservation Parameters Development of the Electric Machines. Vestnik KrasGau, 2015, N 5, p. 188-193.

РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Филиппов А.В., Школьников М.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г.Москва

Непрерывные процессы прокатки труб на длинной оправке до настоящего времени не нашли большого применения в отечественной промышленности для изготовления стальных труб малого диаметра. Между тем высокая производительность непрерывных процессов и другие их преимущества являются основанием для их использования, особенно для изготовления крупных партий труб из углеродистых сталей одного или близких типоразмеров, потребность в которых возрастает.

Работа над созданием высокопроизводительных непрерывных процессов получения точных труб малого диаметра началась еще в конце пятидесятых - начале шестидесятых годов под руководством академика Александра Ивановича Целикова. Именно тогда были сформулированы основные требования к станам, получившим название НХПТ, и непрерывным волочильным станам. Исследования проводились в МВТУ им Н.Э. Баумана по заданию и совместно с ВНИИМЕТМАШ. Одной из первых следует отметить работу по непрерывной холодной прокатке конденсаторных труб из медных и латунных пресованных заготовок. Опыты проводились в лаборатории кафедры "Машины- автоматы и прокатное производство" на стане ЦКБ ММ-2. Прокатка велась в четырех калибрах, однако число пропусков при этом составляло 20. Были определены основные технологические параметры процесса прокатки на длинной оправке с коэффициентом вытяжки для медных труб - 8, а для латунных - 5, предложен способ прокатки на неподвижных ступенчатых оправках, проведены замеры усилия и момента прокатки. Опытная прокатка труб на непрерывном 12-ти клетевом стане была проведена по заказу института "Гипроцветметобработка" на заводе "Электросталь" в начале шестидесятых годов. Был реконструирован непрерывный проволочный стан, создано устройство для удержания и регулирования положения неподвижной оправки, мерилось осевое усилие на оправку. Использовалась та же латунная заготовка, что и при прокатке на длинной оправке. Исследования подтвердили жизнеспособность указанного способа. На этом же стане были прокатаны стальные трубы диаметром 10 мм толщиной стенки 1мм из стали 20 из заготовки 20 мм с той же толщиной стенки. Задачей данных экспериментов являлось осуществить значительное редуцирование труб без увеличения толщины стенки. Компенсировать значительное утолщение стенки при холодном редуцировании предполагалось обжатием последней на ступенчатых неподвижных оправках. Обжатие стенки происходило за счет того, что в каждом калибре кольцевой зазор между оправкой и валами сохранялся постоянным от первого до последнего - двенадцатого калибра. Во время прокатки производились замеры основных технологических параметров. Результаты исследования и рекомендации были использованы при создании непрерывного стана холодной прокатки труб из цветных металлов НХПТ - 40 конструкции ВНИИМЕТМАШ.

На стане НХПТ - 40 был произведен комплекс работ по исследованию нового технологического процесса, в результате которых была освоена технология прокатки труб диаметром 25-40 мм. толщиной стенки 0,8-2,5 мм из стали и медных сплавов. Сейчас стан успешно эксплуатируется на Артемовском заводе (Украина) для прокатки латунных труб.

Необходимо отметить следующие особенности созданного в СССР нового технологического процесса и оборудования:

- при непрерывной прокатке труба одновременно деформируется не более, чем в трёх клетях стана;
- при шаге клетей 1400мм возникают значительные продольные усилия подпора в трубе между клетями, которые приводят к увеличению нагрузок;
- применение трёхвалковых регулируемых клетей с опорными валами для увеличения жесткости;
- процесс промышленно освоен для изготовления труб из цветных металлов. Успешная эксплуатация стана для прокатки труб из цветных металлов и сплавов и положительные результаты лабораторных исследований позволили перейти к разработке непрерывного стана для прокатки стальных труб. Использование одного такого стана смогло бы заменить 10-15 станом ХПТ аналогичного сортамента. Исследования при участии сотрудников кафедры были продолжены в лаборатории трубных станом ВНИИМЕТМАШ сначала на редуционно-растяжном стане 6-30, а затем на специально созданном 16-ти клетевом лабораторном стане. Были сделаны выводы, что качество труб во многом зависит от технологической смазки, геометрии калибров, точности учета при их изготовлении изменения раствора калибра под нагрузкой в стане, от отклонения оси калибров от оси прокатки и др. Проведенные работы подтвердили принципиальную возможность осуществления высокопроизводительного процесса непрерывной прокатки холоднодеформированных труб из углеродистых сталей и явились основой для

создания первого опытного стана. Кроме того, были сделаны важные выводы о возможности одновременной деформации трубы во всех клетях обжимного стана и прокатки в клетях с нерегулируемым раствором валков. Лабораторные условия оставили неразрешенными ряд важных вопросов, от которых в конечном счете зависит целесообразность промышленного использования новой технологии. К этим вопросам относятся прежде всего стабильность процесса, стойкость дорогостоящего инструмента, технологическая смазка, допустимые деформации по толщине стенки, максимальная длина прокатываемых труб, надежное извлечение оправки после прокатки. Эти исследования проводились на промышленном стане НХПТ 15-38, изготовленном в России и установленном на VEB Rohrkombinat г. Риза (Германия). При создании стана были проведены исследования с целью промышленного применения процесса для изготовления стальных труб. Проведенные исследования позволили получить новые важные результаты:

-процесс возможен при одновременной деформации трубы во всех обжимных клетях стана;

-процесс прокатки возможен в клетях с нерегулируемым раствором валков;

В заключение отметим что, сочетание указанных непрерывных процессов прокатки обеспечивает:

а) высокую степень деформации, которая составляет до 65-70% по толщине стенки и до 50% по наружному диаметру при коэффициенте вытяжки до 5,0;

б) прокатку труб всего сортамента из заготовок одного - двух размеров по диаметру;

в) прокатку в непрерывном стане труб двух размеров по диаметру, что позволяет сократить число дополнительных клетей и простой при смене сортамента труб.

Таким образом впервые в мире в России были созданы агрегаты непрерывной холодной прокатки труб, позволяющие производить холоднокатаные трубы в условиях массового производства.

Список литературы

1. Соколова, О.В. История создания станов для производства холоднодеформированных труб/ О.В. Соколова, Т.Ю. Комкова, А.П. Молчанов. – Москва: Заготовительное производство №6, 2010.
2. Соколова, О.В. Особенности процесса волочения труб на длинной оправке/ О.В. Соколова, Т.Ю. Комкова. – Москва: Учебное пособие - М, 2013.
3. Соколова, О.В. Способы производства прецизионных труб/ О.В. Соколова, А.Е. Комков. – Москва: Электронное научно-техническое издание «Наука и образование» №6, июнь 2011.
4. Соколова, О.В. Тенденции развития станов холодной прокатки труб/ О.В. Соколова, И.А. Федорова. – Москва: Сборник трудов второй всероссийской научно-технической конференции «Машиностроительные технологии» - М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.
5. Соколова, О.В. Технология и оборудование производства труб волочением/ О.В. Соколова, А.А. Восканьянц, Т.Ю. Комкова. – Москва: Учебное пособие – М, 2013.
6. Соколова, О.В. Трубное производство/ О.В. Соколова, А.П. Молчанов, Н.А. Целиков. – Москва: Металлургия 21 века. Сборник трудов второй конференции молодых специалистов – М.: ВНИИМЕТМАШ, 2006.

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

SELECTION OF PIPELINES FOR IN-DEPTH INSPECTION WITH THE HELP OF DEFORMATION MODE MATHEMATICAL MODELLING

¹Янчущка А.П., ²Назаров О.Р.

¹Канд.экон.наук, доцент Уфимского государственного нефтяного технического университета, г.Уфа

²Советник по управлению и оптимизации McKinsey&Company

The article considers the problem of modeling different pipeline failures and determining of the possible points of such failures in pipelines. For this purpose the method of mathematical modeling has been used. Having considered many program packages the authors have determined the least time consuming and the most effective of them. Using the failure

parameters as the input data for the program analysis we can determine the exact failure points in pipelines and predict the appearance of the new ones, which leads to great savings in the oil and gas industry.

The value of engineering work in the pipeline transportation becomes relevant with the reduced oil price. Especially taking into consideration that for each 250 thousand kilometers of Russian gas and oil pipelines the average period of operation has exceeded 30 years.

Since the starting of pipeline operation in the USSR not more than 1,5% of the total pipelines' length has been annually renewed. With the total length increasing the absolute value of pipelines to change is also rising as well as the amount of pipes for reconstruction [4]. In addition to this regular integrity inspection is also increasing – so in-depth manual investigation of all the risky pipeline parts becomes now impossible, only automatic internal inspection is available.

Being limited in a budget for pipeline renovation capex and inspection opportunities one of our main capabilities is comprehensive analysis of gas and oil pipelines parts to be rebuilt which has also been deeply investigated.

Based on the hypothesis that the main root cause of pipeline failure is overlimited deformation mode our task is to find an opportunity to build a finite element model for all the gas and pipelines. Thus with the help of real input parameters the deformation mode distribution model will be built and, on the basis of the existing regulation documentation, we'll determine the pipeline points where the risk of designed deformation mode is taking place.

The two main challenges of this approach are the following:

- The finite element analysis is usually a long and complicated process and it can take several days to calculate the deformation mode for a small spare part [3,6,7].

- Creation of the real model, setting up the mesh and placement the input parameters is also a long and complicated process even for simple cylinder [5, 1].

So the creation of a finite element model in such program packages as ANSYS or Autopipe is currently impossible [9, 2]. And, therefore, a special simplified program product, designed especially for deformation long pipelines mode calculation is required.

One of the found program with the described requirements is the Russian program product "START".

During the testing of this program several problems were solved. One of them is comparison of the maximum deflections of pipeline spans in the conditions of a restraining by real ground and the position in anchorage. In addition - the mathematical model of interaction between the pipeline and a ground has been investigated [8]. It represents the reaction of a nonlinear spring, and it should be noticed that an identical model is used in the package ANSYS.

It has been revealed during the statistical analysis that the values of span deflections under both conditions (restraining in ground and the position in anchorage) depend on many parameters: the working pressure, the pipeline diameter, wall thickness and steel mark. But the ratio between the maximum deflections under these two conditions exponentially depends only on the type of a ground and the span length but remains constants at any internal parameters of the pipeline. This dependence could be established analytically by means of interpolation with a method of the least squares. For this purpose the program package MathCAD has been used.

As a result of this work the special coefficient has been received. It allows us to define a pipeline span deflection in the conditions of restraining in real ground if we know the pipeline span deflection in the position in anchorage.

The given program package essentially simplifies the calculation of a large length pipeline. And therefore it could be successfully used for the selection of pipeline points for the potential in-depth "manual" inspection and, as a result, to prevent pipeline failures and increase the pipeline reliability assurance

Список литературы

1. Bikmukhametov D.F., Korobkov G.E., Yanchushka A.P. Features of Aboveground Pipeline Compensation Part Stress-Deformed Study at Permafrost.-Modern Applied Science; Vol. 9, No. 8; 2015. С. 204-212. Published by Canadian Center of Science and Education.
2. Колчин А.В., Янчушка А.П. Математический аппарат нейронных сетей в приложениях. В сборнике: Мировое сообщество: проблемы и пути решения Уфимский государственный нефтяной технический университет. Уфа, 2011. С. 31-32.
3. Коробков Г.Е., Зарипов Р.М., Шаммазов И.А. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния и устойчивости трубопроводов и резервуаров в осложненных условиях эксплуатации. Санкт-Петербург. 2009.- 410 с.
4. Коробков Г.Е., Султангареев Р.Х., Исмаилова Н.А. Выявление потенциально опасных участков на трубопроводах в активных геодинамических зонах. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2009. № 1. С. 3-6.

5. Фатхиева Г.И., Закирьянов М.В., Янчушка А.П. О математическом и физическом моделировании напряженно-деформированного состояния криволинейных участков трубопроводов. В книге: 66-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ. Сборник материалов конференции. 2015. С. 319-320.
6. Шаммазов А.М., Зарипов Р.М., Чичелов В.А., Коробков Г.Е. Расчет и обеспечение прочности трубопроводов в сложных инженерно-геологических условиях. Том 1 Численное моделирование напряженно-деформированного состояния и устойчивости трубопроводов. Москва, 2005.- 706 с.
7. Шаммазов А.М., Зарипов Р.М., Чичелов В.А., Коробков Г.Е. Расчет и обеспечение прочности трубопроводов в сложных инженерно-геологических условиях. Том 2 Оценка и обеспечение прочности трубопроводов в сложных инженерно-геологических условиях. Москва. 2006.- 564 с.
8. Шаммазов А.М., Зарипов Р.М., Коробков Г.Е. Разработка метода расчета напряженно-деформированного состояния газопроводов, проложенных в сложных инженерно-геологических условиях. Нефтегазовое дело. 2004. № 2. С. 119-128.
9. Янгиров Р.А., Янчушка А.П. Особенности применения математического аппарата программных комплексов ANSYS и старт для расчета прочности узлов врезки от давления. В сборнике: Трубопроводный транспорт-2015 Материалы X Международной учебно-научно-практической конференции. 2015. С. 233-234.

ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА АВТОТРАНСПОРТЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Беляев С.В., Давыдков Г.А., Перский С.Н.

ПетрГУ, РФ, г.Петрозаводск

В целях повышения топливной экономичности и существенного уменьшения токсичных выбросов, особенно в условиях крупных городов, в последние годы получили развитие гибридные технологии. Гибридные технологии на ближайшую перспективу [1, 3, 7, 8] могут быть более предпочтительными по сравнению с другими. На конец 2014 года только концерном «Toyota» продано свыше 7 млн. гибридных автомобилей.

Гибридные транспортные системы давно известны. Большинство локомотивов, морские суда, подводные лодки являются дизель-электрическими гибридами. Любой транспорт, сочетающий два или более источников энергии, которые прямым образом или косвенно обеспечивают его движение, называют гибридами. Обычно гибрид состоит из системы хранения энергии, силового агрегата и системы, обеспечивающей движение транспортного средства.

Силовым агрегатом (установкой) может быть: бензиновый или дизельный двигатель, газовая турбина, топливные элементы. Среди носителей энергии рассматривались аккумуляторные батареи, маховики и ультраконденсаторы. Сегодня наиболее широко применяются батареи, однако исследования в поисках новых эффективных накопителей энергии продолжаются. Привод ведущих колес может осуществляется механической трансмиссией или встроенными в колеса электродвигателями (моторколесами).

Конечная суммарная эффективность и уровень эмиссии вредных веществ гибридных автомобилей зависит от комбинации многих факторов: систем и подсистем и способов интеграции их в конечный продукт (автомобиль); от стратегии управления этим сложным техническим комплексом. Например, гибридный автомобиль с силовой установкой на водородных топливных элементах мог бы обеспечивать большую экологическую эффективность, чем электромобиль на аккумуляторных батареях.

Фактически, гибридный автомобиль это компромиссное решение. Это попытка существенно улучшить топливную экономичность и улучшить экологические характеристики бензиновых автомобилей [2], преодолевая недостатки электромобилей.

Чтобы быть конкурентоспособным, любой автомобиль должен отвечать некоторым минимальным требованиям:

- пробег между заправками не меньше 400–500 км;
- достаточно быстрая и легкая заправка;
- не быть помехой в потоке автомобилей.

Обычный бензиновый автомобиль отвечает этим требованиям, но при этом образует достаточно большое количество вредных веществ и обладает относительно невысокой топливной экономичностью. Двигатель имеет

мощность, рассчитанную на максимальную нагрузку, необходимую для достижения заявленной производителем максимальной скорости. Однако большинство водителей очень редко используют полную мощность (около 1–3% всего времени эксплуатации). Мощные двигатели обеспечивают легковым автомобилям высокую разгонную динамику.

С другой стороны, электромобиль [6] почти не образует вредных веществ. Пробег до заряда батареи может составлять более 300 км. Зарядка батарей занимает 6–8 часов.

Особенностью гибридного автомобиля является возможность применения ДВС меньшей мощности, веса и габаритов, чем в обычном автомобиле. Большинство режимов движения автомобиля требуют малых затрат энергии двигателя [4, 5]. Движение легкового автомобиля по шоссе со скоростью около 100 км/ч требует мощности около 15...22 кВт. Для равномерного движения автомобиля мощности ДВС гибридной установки вполне достаточно. При ускорении или преодолении подъема дополнительно используется электрическая энергия, накопленная в тяговой батарее. Таким образом, применив малоразмерный ДВС, мы получаем автомобиль с приемлемой средней мощностью.

Гибридные автомобили кроме малоразмерных двигателей, как правило, имеют дополнительные возможности для повышения топливной эффективности, например:

- рекуперация энергии при торможении;
- отключение ДВС при малых скоростях движения и кратковременных остановках (системы «старт-стоп»).

Аккумуляторные батареи являются важной частью любого гибридного автомобиля. Батарея должна иметь высокую пиковую и удельную мощность, удельную энергию, высокую степень приспособляемости к зарядке, способность максимально регенерировать энергию торможения, высокий ресурс работы.

В современных автомобилях широко используется свинцово-кислотные батареи. Эти батареи относительно недороги и обладают высокой мощностью, надежностью и безопасны. Достаточно развита система обслуживания батарей, их переработки. Однако они имеют низкую удельную энергию, чувствительны к низкой температуре и относительно небольшой ресурс работы, что препятствует их использованию в гибридах.

Никель-кадмиевые батареи, применяемые в современной электронике, имеют высокую удельную мощность, большой ресурс работы, но не позволяют выдавать необходимую энергию для гибридных автомобилей. Никель-водородные батареи имеют более высокий, по сравнению со свинцово-кислотными, ресурс, обладают приемлемой энергией и безопасны. Успешно используются в электромобилях и гибридных автомобилях небольшой мощности. К недостаткам никель-водородных батарей можно отнести их высокую стоимость, саморазряд, тепловыделение при высоких температурах и необходимость контролировать утечки водорода. Литий-ионные и литий-полимерные батареи нашли свое место на рынке мобильной электроники. Имеют высокую удельную энергию, мощность, и низкий саморазряд. Эти характеристики вполне приемлемы для их применения в гибридных автомобилях. Недостатками этого типа аккумуляторов являются пожароопасность при перезаряде и/или перегреве. Для борьбы с этим аккумуляторы снабжаются встроенной электроникой, предотвращающей перезаряд и перегрев во время интенсивного заряда. Кроме того, литиевые батареи имеют относительно малый ресурс по количеству циклов заряд-разряд и склонность к старению. В настоящее время технология литиевых аккумуляторов активно развивается, в т.ч. для применения в гибридных автомобилях.

Список литературы

1. Бахмутов С. В., Карпунин К. Е. "Чистые" автомобили: направления реализации и достигаемые результаты // Журнал автомобильных инженеров. 2012, №6 (77). С. 51–54.
2. Беляев С. В., Давыдов Г. А., Перский С. Н. Биотоплива второго поколения: европейский опыт // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер.: "Ест. и техн. науки". Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. Т. 2, № 8 (129). С. 61–64.
3. Никишин С. В. Новые гибридные силовые агрегаты для автомобилей // Альтернативная энергетика и экология. 2005, №8 (28). С. 48–51.
4. Раков В. А., Смирнов А. В. Определение необходимой мощности ДВС гибридных силовых установок транспортных средств // Вестник машиностроения. 2010, №4. С. 32–35.
5. Сериков С. А., Двандненко В. Я., Бороденко Ю. Н., Серикова Е. А. Анализ результатов испытаний экспериментального гибридного автомобиля в городском ездовом цикле // Автомобильный транспорт. 2014, №34. С. 16–21. Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/at_2014_34_5.pdf
6. Ebehard M., Tarpenning M. The 21 century electric car. Tesla Motors Inc. July19, 2006. P. 9. Available at: http://www.evworld.com/library/Tesla_21centuryEV.pdf

7. Greene D. L., Duleep K. G., W. McMaus. Future potential of hybrid and diesel powertrains in the U.S. light-duty vehicle market. Oak Ridge, TN: Oakridge National Laboratory, August 2004. P. 77. Available at: <http://aprs.ornl.gov/~webworks/cpr/y2004/rpt/121097.pdf>
8. Simpson A. Cost-benefit analyses of plug-in hybrid electric vehicle technology. 22nd international battery, hybrid and fuel cell electric vehicle symposium and exhibition, Yokohama, Japan, October 23-28. 2006. P. 15. Available at: <http://www.nrel.gov/docs/fy07osti/40485.pdf>

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕКУПЕРАТОРОВ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Корнеев С.Д. д.т.н., профессор, Савельев И.Л. ст. преподаватель, Голубев М.И. аспирант

ФГБОУ ВО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», г.Москва

В настоящее время поверхностно-активные вещества (ПАВ) находят все более широкое применение в теплоэнергетике в качестве добавок в теплоноситель с целью защиты от коррозии и образования отложений.

Образование отложений на поверхностях теплообмена увеличивает термическое сопротивление, может вызывать сужение каналов или даже их закупорку что влияет на распределение потоков по каналам, существенно снижая эффективность работы теплоэнергетического оборудования [7].

Последствия коррозии вызывают нарушение герметичности, связанное образованием сквозных отверстий в теплообменных поверхностях, а в результате общего утонения металла и потерю механической прочности. [2].

Как следует из результатов исследования различных авторов [3,4] добавки ПАВ позволяют произвести очистку поверхностей, уменьшить образование отложений и защитить от коррозии поверхности. В некоторых случаях само ПАВ является антикоррозионным средством, в других оно является лишь добавкой, способствующей улучшению адгезии, растворимости и распределению основного компонента [5].

В [3,4] авторы объясняют очищающее действие растворов в присутствии ПАВ тем, что происходит снижение поверхностного натяжения раствора, связанное с наличием в молекулах ПАВ гидрофобных и гидрофильных групп.

В результате снижения поверхностного натяжения, жидкость проникает в тонкие капилляры стенок каналов, по которым движется теплоноситель. Молекулы ПАВ адсорбируются на рабочих поверхностях и частицах загрязнения. По мнению [1] все неполярные гидрофобные поверхности должны хорошо адсорбировать ПАВ из полярных жидкостей (например из водных растворов), и наоборот полярные гидрофильные поверхности хорошо адсорбируют ПАВ из неполярных и слабополярных жидкостей.

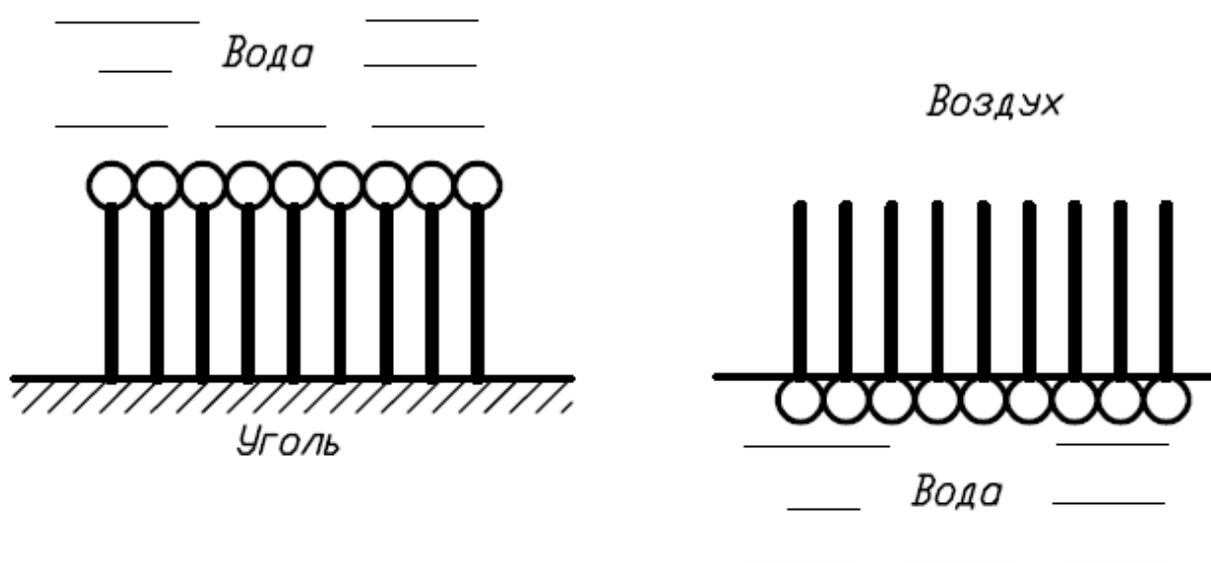


Схема ориентации дифильных молекул на границе раздела фаз разной природы, обозначение дифильной молекулы, кружок обозначает полярную фазу, а черточка - неполярный радикал [1].

Возникающие расклинивающие силы способствуют отрыву этих частиц и переходу их в моющую жидкость. Причем, сами частицы загрязнения покрываются адсорбционными пленками ПАВ, которые препятствуют их повторному прилипанию.

Защитное действие молекул ПАВ обычно связывают с гидрофобизацией поверхностей стенок каналов. По результатам исследований строения и свойств различных ПАВ, следует отметить влияние концентрации ПАВ на степень смачивания рабочих поверхностей.

Добавка ПАВ в поток теплоносителя оказывает не только существенное влияние на загрязнение поверхностей и коррозию, но может заметно влиять на интенсивность теплопередачи. Это относится не только случаю добавки ПАВ в поток жидкости, не изменяющей своего агрегатного состояния, но и когда происходит кипение или конденсация теплоносителя. Применительно к процессу конденсации, такой вывод справедлив, когда ПАВ обладает летучестью и его пары смешиваются с парами теплоносителя. В результате ПАВ может оказывать влияние на степень очистки поверхности теплообмена и условия самого процесса конденсации.

Следует отметить, что в некоторых случаях само ПАВ может разлагаться при повышении температуры, в результате чего в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования концентрация ПАВ может изменяться. Также возможно изменение концентрации ПАВ вследствие адсорбции части его молекул на поверхностях. [4]

В настоящее время существуют различные ПАВ для очистки поверхностей теплообмена и защиты от коррозии теплотехнического оборудования, но, к сожалению, производители, как правило, не раскрывают состав и свойства ПАВ. Поэтому основные вопросы, связанные с использованием ПАВ в теплотехническом оборудовании рассмотрим на примере октадециламина (ОДА).

ОДА ($C_{18}H_{37}NH_2$) является одним из наиболее эффективных пленкообразующих аминов, представляет собой белое воскообразное вещество, температура плавления $52,50\text{ }^\circ\text{C}$, практически не растворимое в воде, но при повышении температуры и интенсивном перемешивании образует устойчивую эмульсию. ОДА [4].

При исследовании адсорбции ОДА на оксидированной поверхности можно сделать вывод, что адсорбция начинается с физической адсорбции, которая переходит в хемосорбцию. Причем было замечено, что при повышении температуры этот процесс ускоряется. Происходит ориентированная адсорбция ОДА на рабочих поверхностях, при которой полярная группа направлена в сторону более полярной, твердой фазы, а углеводородный радикал ориентирован в водную фазу. В результате на поверхности формируется адсорбционный слой, который благодаря своей поверхностной активности вытесняет с поверхности молекулы воды и предохраняет поверхность металла от воздействия кислорода, углекислоты и других агрессивных веществ [4].

В результате анализа исследований влияния ОДА на интенсивность теплообмена при кипении было замечено, что при определенной концентрации ОДА в некоторых случаях повышался коэффициент теплоотдачи [4].

При введении ОДА в паровой контур возможна интенсификация теплообмена путем получения на теплообменной поверхности капельной конденсации, при которой коэффициент теплоотдачи в несколько раз выше, чем при пленочной конденсации [4].

На основании исследования термостойкости ОДА в водных эмульсиях и распределению его между кипящей водой и паром установлено, что уже при температуре $95\text{ }^\circ\text{C}$ начинается термолиз ОДА. В результате анализа разницы между концентрацией ОДА в питательной воде и паре, было ориентировочно оценено, что разложение ОДА не превышает 10 % исходной концентрации [4].

Опыт промышленного применения ОДА, где он вводился в водяной пар турбин, отбираемый на нужды производства, показал существенное снижение концентрацию железа в питательной воде. Также отмечено значительное повышение эффективности отмытки рабочих поверхностей контура движения теплоносителя от отложений и продуктов коррозии. В результате анализа отбора проб доказано очищающее действие ОДА от оксидных отложений [4].

Выводы:

1. Одним из вариантов защиты рабочих поверхностей теплотехнического оборудования от отложений и коррозии может являться использование ПАВ в качестве добавок в теплоноситель.
2. В ряде случаев введение ПАВ в теплоноситель оказывает существенное влияние на характеристики теплообмена в рекуператоре.
3. Степень указанного влияния зависит от вида теплоносителя, наличия изменения его агрегатного состояния, геометрии поверхности теплообмена и концентрации ПАВ.

Список литературы

1. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Химия», 1975. 512 с.
2. Гаммер П., Джексон Д., Серстон И. Очистка воды для промышленных предприятий / Пер. с англ. М. «издательство литературы по строительству» 1968. 416 с.
3. Файнгольд С. И., Кууск А. Э., Кийк Х. Э. Химия анионных и амфолитных азотсодержащих поверхностно-активных веществ. Таллин :Валгус, 1984. 292 с.
4. Филиппов Г. А., Салтанов Г. А. Кукушкин А. Н. Гидродинамика и тепломассообмен в присутствии поверхностно-активных веществ. М.: Энергоатомиздат 1988, 184 с.
5. Шварц А., Перии Дж, Поверхностноактивные вещества их химия и технические применения. Пер. с англ. М.: Иностранной литературы 1953. 544 с.
6. Справочник по теплообменникам: В 2 т. Т. 1/ Пер. с англ., под ред. Б. С. Петухова, В. К. Шикова. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 560 с.
7. Справочник по теплообменникам: В 2 т. Т. 2/ Пер. с англ., под ред. О. Г. Мартыненко и др. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 352 с.

ОНТОЛОГИЯ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ»

Силич М.П., Гуцалова Т.

ТУСУР, РФ, г.Томск

Основной областью применения интеллектуальных систем являются неформализованные и слабоформализованные проблемы и задачи. Одним из самых трудоемких этапов при разработке таких программных систем является этап формализации данных и знаний. При этом необходимо учитывать то, что для задач, решаемых методами искусственного интеллекта основным, а часто единственным источником знаний являются эксперты, которые могут иметь различные точки зрения на методы и способы решения задач предметной области, а их знания имеют индивидуальный характер, затрудняющие процесс формализации. Информационные системы, предназначенные для автоматизации интеллектуального анализа, как правило, строятся по типу систем поддержки. Такая система имеет ядро, реализующее инвариантный базовый набор функций, и библиотеку разнообразных программно реализованных методов

Основная проблема при проектировании информационной системы со "скелетной" архитектурой заключается в многообразии задач, которые могут быть востребованы пользователем, и методов решения задач. Один из путей решения данной проблемы – построение онтологии, позволяющей структурировать все множество задач и методов. Онтология задач должна стать основой для формирования библиотеки процедур. Конкретные программные приложения могут иметь различную конфигурацию в зависимости от требований пользователя и соответственно использовать конкретный набор процедур [1].

В последнее время использование онтологий для моделирования предметных областей автоматизированных информационных систем получает все более широкое распространение, наиболее часто такой подход применяется для интеллектуальных систем, в том числе при разработке интеллектуальных систем поддержки принятия решений [2, 3], как для описания предметной области, так и для описания функций информационной системы.

В данной статье рассматривается онтология, предназначенная для проектирования информационной системы факторно-целевого анализа сложной ситуации. Методологической основой проектируемой системы является подход, описанный в работах [4 - 6] и заключающийся в построении и анализе гибридной когнитивной карты. Предлагаемый подход позволяет не просто оценить уровень энергоэффективности в территориальных образованиях, но и проанализировать причины сложившейся ситуации и определить основные направления проведения энергосберегающей политики. Использование иерархических гибридных когнитивных карт дает следующие преимущества: возможность детального рассмотрения отдельных подсистем, каждой из которых может быть поставлена в соответствие своя карта; повышение обоснованности выбора индикаторов за счет явного выделения концептов-факторов и концептов-индикаторов и отображения связей между факторами и индикаторами; сочетание различных способов оценивания факторов (фазификации, кластеризации, нечеткого продукционного вывода и др.); учет внешних (природно-климатических, социально-экономических, инфраструктурных и др.) особенностей территориальных образований. Результаты анализа могут быть

представлены в виде дерева причин, демонстрирующего причинно-следственные цепочки между состояниями различных факторов. Дальнейшие исследования связаны с разработкой процедур преобразования лингвистических переменных в нечеткие величины, автоматического выявления силы влияния факторов друг на друга, оценки динамики изменения состояния факторов. Этот подход использовался для анализа энергетической эффективности территориальных образований (субъектов РФ, муниципальных образований, домохозяйств и др.), однако его можно применять и для других предметных областей.

Онтология для разрабатываемой ИС состоит из двух частей – онтологии модели предметной области и онтологии задач. Необходимо уточнить, что речь идет не о конкретной предметной области, а о модели предметной области, представленной в виде когнитивной карты. Соответственно онтология описывает типы сущностей, используемых при когнитивном моделировании, а не сами моделируемые сущности. Например, онтология включает описание типов концептов когнитивной карты – факторов и индикаторов, но не содержит описание конкретных факторов и индикаторов, скажем из области энергетической эффективности. В этом смысле формируемая онтология является не предметно ориентированной, а методологически ориентированной.

1 Онтология модели предметной области

В тезаурус онтологии включаются основные понятия, используемые в методологии гибридных когнитивных карт. Тезаурус представлен в виде иерархии наследования, в которой отношения между элементами имеют смысл "общее - частное".

Все понятия являются наследниками абстрактного класса "Понятие ГКК". Понятие гибридной когнитивной карты состоит из отношений, концепта (фактора, индикатора), свойства (сила влияния, коэффициент соответствия, значение индикатора, оценка фактора), объектов (территориальные образования), времени (интервал времени), гибридной когнитивной карты (подкарта гибридной когнитивной карты) и т.д.. Гибридная когнитивная карта (ГКК) предназначена для оценки состояния целевого фактора, характеризующего уровень развития системы, и анализа причин достигнутого состояния, сложившегося под влиянием множества разнообразных внешних и управляемых факторов. Гибридная карта называется потому что использует разные типы концептов и позволяет применять различные методы для оценки состояния факторов и силы влияния факторов.

Гибридная когнитивная карта представляет собой граф, вершинами которой являются концепты двух видов: факторы и индикаторы. Фактор – это некоторое свойство системы, оцениваемое на качественном уровне, например: "Уровень энергопотребления", "Уровень благоустройства", "Тип климатических условий", "Качество жилья". Каждому фактору сопоставляется лингвистическая переменная, термы которого представляют собой нечеткие оценки состояния фактора, например, "низкий", "средний", "высокий". Индикатор – это измеримый показатель, характеризующий тот или иной фактор, например, "Энергоемкость валового регионального продукта, т.у.т./руб.", "Удельная величина потребления тепловой энергии в многоквартирных домах, Гкал/м²", "Градусосутки отопительного периода, °С·сутки". Между фактором и индикатором может быть установлено отношение ассоциации, которому сопоставляется коэффициент соответствия – число от 0 до 1. Значение коэффициента тем выше, чем точнее индикатор характеризует связанный с ним фактор. Между факторами устанавливаются отношения влияния. Каждому отношению влияния сопоставляется число в интервале от -1 до +1, характеризующее как направление влияния (положительное или отрицательное), так и силу влияния [1].

Диаграммы семантических отношений связывают: задачи с возможными методами их решения; задачи с ситуациями, являющимися условиями для их решения; задачи и методы с другими задачами, решаемыми до или после решения текущей задачи и т.д. Между понятиями могут быть установлены разнообразные бинарные отношения, имеющие различную семантику. Семантическое отношение может иметь имя и кратность. Имя отношения представляет собой предикат, например, "содержит", "имеет", "характеризует". Кратность – это два символа, показывающих сколько экземпляров каждого из понятий может участвовать в отношении. Например, отношение "Когнитивная карта содержит Фактор" имеет кратность "1..*" ("один ко многим"), т.к. одна когнитивная карта может содержать множество факторов.

2 Онтология задач

Онтология задач связывает: задачи с возможными методами их решения; задачи с ситуациями, являющимися условиями для их решения; задачи и методы с другими задачами, решаемыми до или после решения текущей задачи и т.д. Фрагмент онтологии задачи обхода когнитивной карты представлен на Рисунке 1.

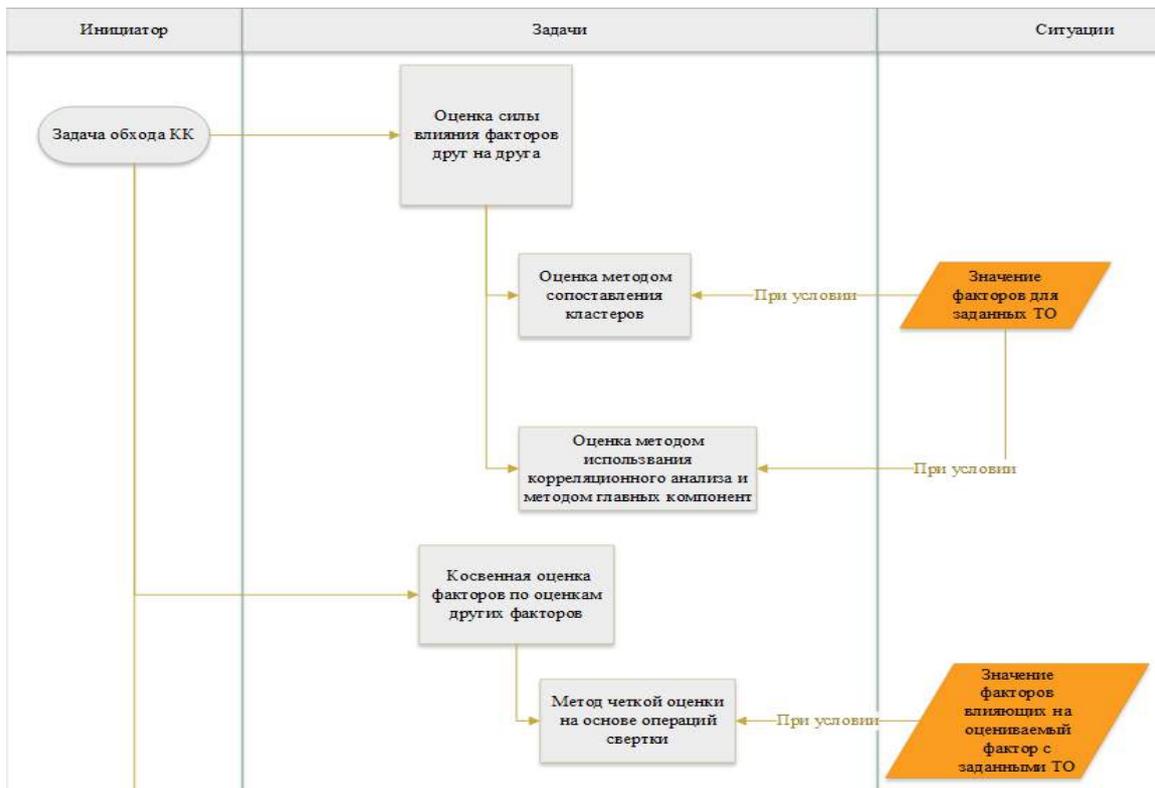


Рис.1. Онтология задачи обхода когнитивной карты

Онтология задачи разделена на несколько дорожек с определенными понятиями:

"задача" — выполнение задачи с указанием методики;

"ситуация" – условия, при которых выполняется задача;

"инициатор" – кто запускает задачу (другая задача, пользователь);[1].

3 Формирование диаграммы Use Case на основе онтологии задач

На основе онтологии задач необходимо сформировать связи между модулями информационной системы с помощью диаграммы Use Case. На рисунке 4 представлен фрагмент связей между модулями в информационной системы «Анализ энергоэффективности территориальных образований».

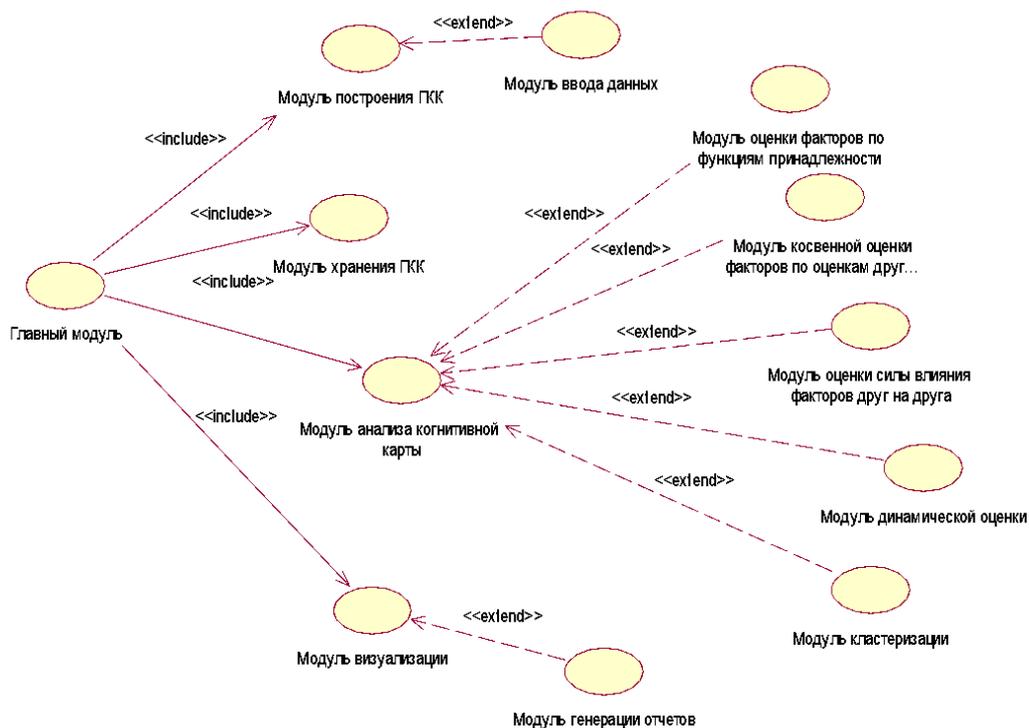


Рис.2. Диаграмма связей модулей информационной системы

Главный модуль информационной системы включает («include») четыре модуля (модуль визуализации, модуль анализа когнитивной карты, модуль хранения гибридной когнитивной карты, модуль построения гибридной когнитивной карты). Модуль построения гибридной когнитивной карты зависит от модуля ввода данных, модуль визуализации зависит от модуля генерации отчетов, модуль когнитивной карты зависит от нескольких модулей (модуль кластеризации, модуль динамической оценки, модуль оценки силы влияния факторов друг на друга, модуль косвенной оценки факторов по оценкам других факторов, модуль оценки факторов по функциям принадлежности).

Заключение

Предложенный в работе онтологический подход к проектированию информационных систем позволяет получать структурированные описания как предметной области, так и возможных задач и методов их решения. Онтология модели предметной области может использоваться в качестве основы при проектировании диаграммы концептуальных классов разрабатываемой системы. На основе онтологии задач может определяться набор модулей проектируемой системы и функциональных компонент. Преимуществом данного подхода является полнота и структурированность декларативного и операционного знания об используемой методологии, гибкость процесса конфигурирования системы. Подход лег в основу разрабатываемой системы анализа энергоэффективности территориальных образований, использующей методологию гибридных когнитивных карт.

Список литературы

1. Силич М.П., Осипова В., Грибков Е.И., Силич В.А. Применение онтологического подхода для проектирование информационной системы факторно - целевого анализа // Международная IEEE-Сибирская конференция по управлению и связи, Омск, 2015 – Омск: Издательство Омский государственный технический университет, 2015. – Т.2. – С. 96
2. Загоруйко Г.Б. Разработка онтологии задач и методов для инструментария построения интеллектуальных СППР // Информационные Информационные и математические технологии в науке и управлении: труды XVII Байкальской Всерос. конф. Часть III. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2012. – С. 43-49.
3. Dillon T.S., Chang E., Wongthongtham P. Ontology-Based Software Engineering- Software Engineering 2.0 // Software Engineering, 2008. ASWEC 2008. 19th Australian Conference on, 2008. – С. 13-23

4. Силич М.П., Силич В.А., Аксенов С.В. Анализ энергетической эффективности территорий на основе иерархии гибридных когнитивных карт // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – №5. – С. 26-32.
5. Аксенов С.В., Силич В.А., Силич М.П. Оценка степени влияния различных факторов на энергетическую эффективность территориальных образований // Промышленная энергетика. – 2015. – №2. – С.2-7.
6. Силич М.П., Силич В.А., Аксенов С.В. Когнитивный подход к интеллектуальному анализу энергоэффективности региона // Materiály IX mezinárodní vědecko - praktická konference «Aplikované vědecké novinky – 2013». - Díl 13. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o., 2013. – stran. 11-15.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Сайфутдинов А.М., аспирант, Коробков Г.Е., д.т.н., профессор, Янчушка А.П., к.э.н., доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Сжиженный природный газ (СПГ) – очень удобная и относительно безопасная форма для перевозки и хранения газа. Отрасль СПГ за 60 лет своего существования зарекомендовала себя как мало аварийная, однако аварии и инциденты имели место быть. Первые патенты, связанные с криогенными жидкостями, были получены ещё в середине XIX века. Первый патент по технологии производства СПГ был получен в 1914 г. В 1939 г. была построена первая станция по сглаживанию неравномерности потребления газа. Сегодня в мире около 120 таких станций с установками по сжижению и хранению криопродукта, некоторые из которых функционируют с середины 60-х годов 20 века. Кроме того, на сегодняшний день в мире работает 27 заводов по производству СПГ на экспорт и 68 приёмных регазификационных терминалов. Для транспортировки СПГ по морю используется более 350 танкеров.

За время существования отрасли СПГ на её объектах произошло гораздо меньше аварий и погибло меньше людей по сравнению с нефтяной индустрией. За исключением катастрофы в г. Кливленде в 1944 г., все случаи получения травм и гибели людей были связаны с персоналом предприятий и подрядных организаций, а не гражданских лиц, несмотря на значительные разрушения объектов. Не было смертельных исходов, связанных с СПГ на танкерах. В случаях аварийных выбросов паров и возгораний ущерб был нанесён только имуществу и персоналу предприятий.

Общий уровень безопасности морских перевозок с 1964 по 2015 г. считается очень высоким. За этот период флот СПГ танкеров совершил более 30000 рейсов по доставке СПГ и преодолел более 200 млн. км при полной загрузке.

Известно, что за время существования танкерного флота СПГ было 8 утечек СПГ с нарушением целостности оболочек танков, но без возгораний. Без утечки СПГ было зафиксировано 7 инцидентов и два случая посадки танкеров на мель.

Сегодняшний мировой опыт показывает, что СПГ может храниться в морских хранилищах, расположенных непосредственно на водной поверхности. При этом в зарубежных работах [1,2,3,4] показана необходимость учёта возможности разгерметизации морской ёмкости и выхода СПГ на морскую поверхность для определения влияния мощных тепловых потоков, возникающих при горении пролива, на прилегающие объекты. Ввиду того, что в России такие теоретические и экспериментальные работы отсутствуют, представляется целесообразным изучить зарубежный опыт.

В 1980 г. Опшур разработал модель распространения и испарения СПГ с открытой спокойной замкнутой по периметру водной поверхности. При расчёте неограниченной поверхности модель предполагает режим кипения плёночным и без образования ледяной корки. Результаты расчётов были сравнены с экспериментами Бойля и Нибона (1973 г.), и обнаружилось их хорошее согласование для разлива 38 кг СПГ. Но при сравнении с экспериментами Американского Горного Бюро, проведёнными в 1970 г. при проливе 163 кг СПГ модель определила меньший радиус, чем он был на самом деле.

В работе Уэйта и др., проведённой в 1983 г., учитывались теплоперенос между СПГ и водой, преимущественное выкипание 90 % метана, а потом 10% этана, растекание за счёт силы тяжести. Предполагалось, что при плёночном кипении тепловой поток равен 25 кВт/м^2 , и в таком случае разница в результатах расчёта радиуса разлива по модели и результатах экспериментов Американского Горного Бюро и

Бойля и Нибона была порядка 20 %. Такая величина теплового потока позволила получить наиболее точный результат, по сравнению с часто используемым значением в 100 кВт/м².

Брандис и Эрмак в 1983 г. разработали численную модель, основанную на решении уравнений для мелководья. Она способна моделировать процессы мгновенного разлива и пролива с конечным расходом, при этом учитывает тепло- и массоперенос, сдвиговое усилие при течение слоя СПГ по воде, а также поверхностное натяжение слоя СПГ. Разделение «бассейна» на отдельные «лужи» учитывается как эффект от действий сдвигового усилия и поверхностного напряжения. Было получено, что для достижения установившегося радиуса разлива при истечении с конечным расходом требуется времени тем больше, чем выше значение поверхностного напряжения. Результаты сравнивали с экспериментами Бойля и Нибона при разливе 0,0817 м³ СПГ и получили хорошее согласование.

Кавано и др. в 1994 г. разработали компьютерную программу LSM90, которая рассчитывает разливы многокомпонентных смесей на грунте и на водной поверхности. В ней также предполагается растекание под действием силы тяжести, влияние волн не учитывается. Результаты расчётов сравнивались с данными экспериментов Esso (1972-1973 г., США) и Vurgo (1982 г., США). Отличие в результатах по испарению было до 48%, а по радиусу разлива – порядка 12%. К сожалению, объём моделируемого пролива не был опубликован.

Большинство работ, направленных на изучение скорости испарения СПГ с водной поверхности и процесса растекания, были проведены в полевых условиях в 1970-80-е годы. Некоторые данные об этих процессах были получены в экспериментах, имеющих своей направленностью изучение поведения облака ГВС и его возгорание. В таблице представлены эксперименты, в которых непосредственно изучались процессы испарения и растекания.

В экспериментах использовались маркеры на воде и видеосъёмка над местом пролива, фиксирующих скорость растекания и радиус «бассейна». Исходя из расхода истечения СПГ на воду и площади «бассейна», рассчитывалась средняя скорость испарения. При этом такой метод измерений является субъективным, ввиду того, что при наличии ветра форма «бассейна» не будет симметричной, что осложняет определение площади разлива, а соответственно и площади испарения.

Таблица 1

Эксперименты по исследованию растекания СПГ на водной поверхности

| Эксперимент | Объём пролива, м ³ | Радиус «бассейна», м | Массовая скорость испарения, кг/(м ² с) |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------|--|
| Бойля и Нибона (1973) | 0,023-0,093 | 1,97-3,63 | 0,029 |
| Бургесса (1970) | 0,0055-0,36 | 0,75-6,06 | 0,181 |
| Фелдбауэра (Эссо) [1972] | 0,73-10,2 | 7-14 | 0,195 |
| Маплинские отмели [1982-1983] | 5-20 | 10 | 0,085 |
| Купмэна (Лаборатория Avocet) [1987] | 4,2-4,52 | 6,82-7,22 | 0,12 |

К тому же, фиксирование радиуса разлива с помощью видеосъёмки тоже не даёт точного результата, т.к. видимость ограничивается облаком паров СПГ над проливом. Поэтому сравнение результатов экспериментов и моделирования можно проводить лишь условно.

Основываясь на вышеуказанных экспериментах, проведённых в 1970-80 годах, позднее были разработаны модели, описывающие процесс распространения СПГ по воде. Следует выделить работы Оттермана (1989 г.) и коллектив Бриско и Шо (1993 г.), в которых проводились расчёты для крупномасштабных разливов СПГ объёмом 1000-10000 м³ (истечение таких объёмов может быть следствием повреждения танкера-метановоза). В большинстве моделей предполагается, что форма «бассейна» круглая, растекание обусловлено силой тяжести, и не учитывается действие волн и течений, а также не берётся в расчёт «выветривание» СПГ и разделение «бассейна» на отдельные лужи.

В отечественной практике оценка поведения СПГ на водной поверхности при разгерметизации емкостей показана в работах [8, 9].

Следует отметить, что с учетом международного опыта для оценки степени безопасности объектов СПГ следует использовать качественные и полуколичественные показатели риска (имеющие, соответственно, либо качественные градации типа «очень высокий», «значительный», «средний», «низкий», «ничтожно малый», либо измеряемых в баллах в выбранной балльной шкале).

При этом для их определения рекомендуется применять такие широко известные качественные и полуколичественные методы анализа риска [5,6], как:

- метод предварительного анализа опасностей;

- анализ видов отказов и последствий;
- метод перебора аварийных ситуаций;
- метод анализа с построением дерева отказов;
- метод анализа с построением дерева событий;
- метод причинно-следственного анализа.

При этом основными расчетными составляющими риска являются:

- ожидаемая частота аварий различных типов;
- размеры и локализация зон негативного воздействия поражающих факторов аварии при реализации каждого конкретного сценария аварии;
- пространственные распределения условной вероятности поражения реципиентов на территории объектов СПГ и прилегающей территории при каждом конкретном сценарии аварии с учетом локализации зон негативного воздействия поражающих факторов аварии, условных вероятностей их реализации;
- количество пострадавших от аварии людей (в том числе погибших и раненых) при реализации каждого конкретного сценария аварии;
- количество уничтоженных и поврежденных компонентов имущества и природной среды при реализации каждого конкретного сценария аварии;
- ущерб от аварии (при реализации каждого конкретного сценария аварии).

В настоящее время проведение детального анализа рисков возможно с использованием статистических [5,6], численных методов, с применением нейронных сетей [7], фрактального метода.

Ввиду того, что с 2009 г. осуществляется экспорт СПГ из России, и в дальнейшем планируется развитие данной отрасли у нас в стране, то проведение экспериментальных и теоретических работ, связанных с изучением особенностей СПГ, а также разработка нормативно-технической базы является задачей актуальной и представляющей интерес для топливно-энергетического комплекса.

Список литературы

1. .Consequence assessment methods for the incidents involving releases from liquefied natural gas carriers // ABS Consulting Inc. for the Federal Energy Regulatory Commission under contract number FERC04C40196. - USA.: FERC, 2004. - P. 58.
2. Consequences of LNG marine incidents / R.M. Pitblado, J. Baik, G.j. Hughes [etc.] // Center for Chemical Process Safety (CCPS) Conference. - Orlando, June 29 – July 1. - 2004.
3. Johnson, D. W. Modeling the release, spreading and burning of LNG, LPG and gasoline on water / D. W. Johnson, J. B. Cornwell // Journal of Hazardous Materials. - 2007. – V. 140. – P. 535-540.
4. Methods for the calculation of physical effects due to releases of hazardous materials (liquids and gases) / C.J.H. van den Bosch, R.A.P.M. Weterings // The Netherlands.: TNO, 2005. - P.870.
5. Акмадиева Т.Р., Учебно-методический комплекс дисциплины "Математика". Математическая статистика. Теоретические основы. Методические указания для студентов. Материалы для самостоятельной работы студентов. Раздел 14. Т.Р. Акмадиева [и др.]. - Уфа: Издательство УГНТУ, 2008. - 95 с
6. Акмадиева Т.Р., Учебно-методический комплекс дисциплины "Математика". Элементы дискретной математики. Теоретические основы. Методические указания для студентов. Материалы для самостоятельной работы студентов. Раздел 12. Т.Р. Акмадиева [и др.]. - Уфа: Издательство УГНТУ, 2014. - 57 с
7. Колчин А.В., Янчушка А.П. Математический аппарат нейронных сетей в приложениях. В сборнике: Мировое сообщество: проблемы и пути решения Уфимский государственный нефтяной технический университет. Уфа, 2011. С. 31-32.
8. Рахимов В.О. Определение радиуса аварийного разлива сжиженного природного газа на водной поверхности / В.О. Рахимов, Г.Е. Коробков // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. - 2011. - №3 – С.21-24.
9. Рахимов В.О. Определение теплогидравлических параметров процессов при транспорте и хранении сжиженного природного газа / В.О. Рахимов, Г.Е. Коробков // Нефтегазовое дело. – 2012. - том 10, №1. – С.54-58.

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

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА НА СКВАЖИНЕ 53
ВУКТЫЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ГАЗОВОГО ФАКТОРА**

Коротченко Р.К., Максимова Ю.А.

Научный руководитель, старший преподаватель Максимова Ю.А.
НИ ТПУ, г.Томск

Введение

На данный момент в Российской Федерации многие месторождения находятся на поздних и завершающих этапах разработки в условиях нехватки пластовой энергии, в связи с чем, возникает вопрос о целесообразности продления сроков их эксплуатации, возможных способах повышения коэффициента извлечения нефти. К таким месторождениям относится Вуктыльское нефтегазоконденсатное месторождение. Данное месторождение введено в эксплуатацию в 1968 г. и в настоящее время находится на завершающей стадии разработки, характеризующейся целым рядом проблем, связанных, прежде всего, с низким энергетическим потенциалом пласта. Разработка месторождения в режиме истощения пластовой энергии привела к значительным (до 100 млн. т) потерям в пласте конденсата и растворенного в нем газа[2]. Вскоре пластовой энергии стало недостаточно для фонтанной эксплуатации скважин, в связи с чем часть скважин была переведена на эксплуатацию с помощью искусственного газлифта, то есть подъем газожидкостной смеси осуществлялся путем нагнетания газа высокого давления с помощью компрессора в затрубье. Использование иного механического способа добычи на данных скважинах крайне затруднено вследствие высокого газового фактора, больших глубин скважин и прочих осложнений. Многолетний опыт эксплуатации газлифтных установок показал неэффективность газлифта в данных условиях. В качестве решения проблемы было предложено попробовать перевести одну из скважин с газлифтного способа эксплуатации на эксплуатацию с помощью установки электроцентробежного насоса (УЭЦН). Описание хода работы, принятых технологических решений и полученных результатов и будет представлено в данной статье. Проблема высокого газосодержания в пластовых флюидах характерна для многих скважин эксплуатируемых погружными насосами, поэтому ее решение является важной задачей.

Характеристика скважин

Пробную эксплуатацию УЭЦН было решено провести на скважине номер 53 Северо-Вуктыльской нефтяной залежи. Основные данные о скважине приведены в Табл.1.

Таблица 1

Основные данные по скважине 53 Вуктыльского месторождения

| Длина до отверстий перфорации, м | Искусственный забой, м | Газовый фактор, м ³ /м ³ | Приток из пласта (2012 г), м ³ /сут |
|---|----------------------------|--|--|
| 3396 | 3422 | 184 | 16 |
| Плотность нефти дегазированной, кг/м ³ | Механические примеси, мг/л | Динамическая вязкость Нефти, мПа*с | Объемный коэффициент Нефти |
| 839 | 612 | 10,8 | 1.440 |
| Температура пласта, °С | Пластовое давление, Атм. | Давление насыщения, Атм | |
| 66,4 | 226 | 122 | |
| Обводненность жидкости | Режим работы залежи | Тип коллектора | |
| 0.03 | Растворенного газа | Карбонатный, трещинно-поровый | |

Что касается нефти, по физико-химическим свойствам дегазированная нефть характеризуется как: легкая по плотности 839 кг/м³, по массовому содержанию парафина 5,4 % – среднепарафинистая. По массовому содержанию смол 1,4 % нефть является малосмолистой, асфальтенов 0,07 % – малоасфальтенистой. Объемное содержание выхода светлых фракций, выкипающих до 300 °С, составляет 50 %. Температура застывания нефти минус 5 °С.

Анализируя вышеизложенные данные, можно заключить, что скважина имеет следующие осложнения:

1 Высокий газовый фактор;

2 Большое количество механических примесей;

3 Разгазация нефти в пласте. Интенсивность разгазации нефти на забое определяется отношением $R_{заб}/R_{нас}$. Вследствие того что скважина имеет низкий приток из пласта, создать большие значения $R_{заб}$ не удастся, одновременно значение $R_{нас}$ высоки, вследствие этого давление насыщения будет превышать забойное давление и нефть будет разгазироваться в призабойной зоне пласта. Это в свою очередь приведет к высокому значению газосодержания даже на больших глубинах

4 большая глубина скважины в совокупности с низкой температурой пласта и карбонатным типом коллектора будут приводить к отложению солей по ходу движения жидкости.

Специалистам было необходимо подобрать оборудование, которое бы могло работать оптимально в данных условиях. Планировалось эксплуатировать скважину на постоянном режиме работы как наиболее эффективном.

Подбор оборудования и режима его работы.

Расчет оборудования для данной скважины осуществлялся с помощью специальной компьютерной программы по подбору УЭЦН NovometSel-Pro (Рисунок 1). Кратко опишем процесс подбора: Первым делом специалисты отсылают заказчику опросный лист, в который необходимо ввести имеющиеся данные о пласте, скважине, инклинометрии, физических свойствах флюида, работавшей на скважине установке. Далее полученные данные вводят в поля программы. На Рисунке 1 показано окно ввода данных о пласте.

The screenshot shows a software window titled "краснодар, С2М" with a menu bar at the top containing "Вывод на режим", "Система единиц", "Switch to English", "Помощь", and "Выход". The main area is a form for data entry with the following fields and options:

- Месторождение: [input field]
- Пласт: [input field]
- Давление насыщения: [input field] atm
- Плотность сеп. нефти: [input field] кг/м3
- Температура пласта или геотермический градиент, °С/м: [input field] °С
- Дин. вязкость сеп. нефти при Tлабор.: [input field] мПа*с
- Расч. вязк. сеп. нефти через плотн.: [input field]
- Газовый фактор: [input field] м3/м3
- Расчет по номограмме для Tлабор.: [input field]
- Дин. вязкость сеп. нефти при T2: [input field]
- Расчет по номограмме для T2=50 °С: [input field]
- Степень кривой разгазирования: [input field]
- Объемный к. нефти: [input field]
- Расчет через процент азота в газе: [input field]
- Расчет через газовый фактор: [input field]
- Плотность газа: [input field] кг/м3
- Плотность пласт. воды: [input field] кг/м3
- Дин. вязкость пластовой воды: [input field] мПа*с

Buttons on the right side include "OK", "Отмена", "Помощь", and "Экспорт".

Рис.1. Окно ввода данных о пласте в программе NovometSel-Pro

После ввода данных производится их анализ компьютером и подбор наиболее подходящей установки из числа имеющихся. Определяются параметры работы установки, ее компоновка, глубина спуска, выводится графическая характеристика работы насоса (Рисунок 3). Вообще данная программа способна выдавать огромное количество текстовой и графической информации, возможно трехмерное построение модели скважины с указанием ее кривизны [1].

В ходе расчета данных по скважине 53, к ней был подобран электроцентробежный насос УВНН5А-35-2600 с диапазоном работы 20-60 м3/сут., компоновка которого представлена на Рисунке 2.



Рис.2. Компоновка УВНН5А-35-2600

Глубина подвески насоса составляла 3366. Насос управлялся станцией управления СУ Электрон-05-250, что позволяло с помощью регулирования частоты добиться необходимого напора и подачи, также использовался штуцер на устье. Характеристики насоса даны на Рисунке 3. При подборе специалисты исходили из следующих соображений:

По результатам исследования 2012 г приток из пласта на данной скважине составлял около 16 м³/сут, однако подобранный насос имел номинал 30 м³/сут. Такое значение подачи насоса было выбрано с целью проведения свабирования скважины путем создания больших депрессий на пласт, чтобы запустить пласт в работу. Также предполагался большой вынос механических примесей после капитального ремонта скважины. Понятно, что такой насос будет работать на данной скважине не оптимально, с низкими значениями КПД, что можно видеть из Рисунка 3, однако данное оборудование должно было справиться с частью осложняющих факторов. Другим важным решением было использование штуцера на устье и спуск насоса на большую глубину. Это решение наиболее значимо, так как должно было помочь бороться с главными осложняющими факторами: высоким газовым фактором и разгазацией нефти на большой глубине. Спуск насоса на 3366 м был необходим для уменьшения количества свободного газа у приемного модуля, чтобы в насос увлекался не свободный газ, а именно газожидкостная смесь.

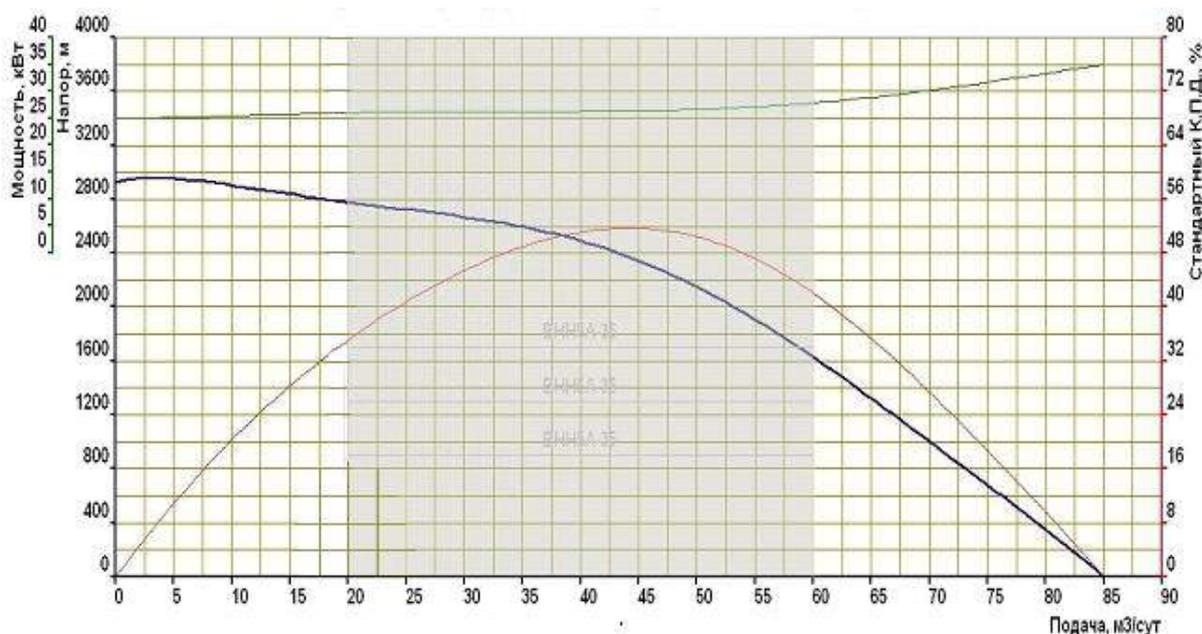


Рис.3. Характеристика работы насоса УВНН-5А-35-2600

Газосепаратор использовался для отделения попутного газа от жидкости и уменьшения газовой составляющей при движении нефти далее по секциям насоса. Штуцер планировали установить на минимальное значение проходного канала, с целью создания высокого давления жидкости в рабочих узлах УЭЦН и подвеске НКТ, что необходимо для предотвращения разгазации нефти по ходу ее движения на устье.

Вывод установки на режим

Итак, установка была запущена в работу 03.04.2014. Первоначально была произведена откачка раствора глушения, произведено свабирование скважины, после чего 08.04.2014 скважину перевели в накопление на приток. Результат анализа устьевых проб показал, что содержание механических примесей оказалось значительно ниже прогнозируемого значения. Приток из пласта за данный период работы составил всего 4 м³/сут, что значительно ниже прогнозируемого притока (16 м³/сут). Несоответствие полученных значений притока и выноса примесей, прогнозируемым значениям, позволили сделать вывод о неправильном глушении скважины, которое привело к ухудшению ФЕС коллектора. Именно из-за этого значительно снизился приток из пласта и вынос примесей был меньше расчетного. Впоследствии данные выводы были подтверждены. В процессе дальнейшей работы так и не удалось вызвать оптимальный приток из пласта и вывести установку на стабильный постоянный режим.

Тем не менее, 09.04.2014 установка повторно была запущена на постоянном режиме работы. На данном режиме принимались основные меры по борьбе с высоким газосодержанием. Помимо спуска насоса на большую глубину было принято решение увеличить забойное давление с целью уменьшения интенсивности разгазации нефти на забое. При этом отношение $P_{зab}/P_{нас}$ увеличивали до значений больших единицы. Давление увеличивали путем удержания высокого динамического уровня жидкости над приемом насоса в затрубье (около 1200 м) в совокупности с газом под давлением (20 атм) (рисунок 4). В итоге давление на забое составляло примерно 123 атм, соотношение $P_{зab}/P_{нас}$ выходило больше 1. Для создания давления газа задвигки из затрубья в линию были закрыты.

С 09.04.2014 по 11.04.2014 установка проработала стабильно, однако 11.04.2014 была остановлена из-за низкого входного напряжения. Далее с 11.04.2014 по 21.04.2014 происходили постоянные остановки насоса в связи с несоответствием наземного электрохозяйства заявленным требованиям, к тому же происходили отключения электроэнергии.

21.04.2014 установка вновь была запущена в работу на том же режиме и проработала стабильно до 05.05.2014. Основные параметры в этот период: буферное давление = 23 – 30 атм; затрубное давление = 30; линейное давление = 10 – 9 атм; штуцер 3 мм, уровень жидкости над приемом насоса около 1140 м, совокупное давление на забой в этот период 115-130 атм, что является оптимальным для данных условий. В данный период установка работала стабильно наиболее продолжительный срок.

Далее в период с 05.05.2014 по 01.06.2014 не удавалось добиться стабильного режима работы. Помимо проблем с наземным электрооборудованием наблюдались частые срывы подачи насоса. Срыв подачи насоса происходил из-за несоответствия расчетного притока из пласта, под который подбирался насос, действительному притоку. Таким образом, неправильное глушение скважины и проблемы с наземным оборудованием не позволили добиться стабильной работы установки на постоянном режиме.

Однако стоит заметить, что подобранное оборудование и выбранный режим работы позволили справиться с основными осложняющими факторами, позволили добиться работы установки без “прогазовок”. Этот результат является ключевым, так как опираясь на полученный опыт, возможно дальнейшее совершенствование технологии добычи нефти на скважинах со схожими геологическими условиями.

Из-за невозможности добиться стабильной работы насоса на постоянном режиме, были приняты следующие решения:

- 1) Перевести данную скважину на периодический режим работы и временно эксплуатировать текущим оборудованием;
- 2) Провести интенсификацию пласта с целью увеличения притока нефти;
- 3) Привести в порядок наземное электрооборудование;
- 4) Подобрать новое, более оптимальное оборудование. Новое оборудование планируется эксплуатировать на постоянном режиме, опробованном в ходе проведенной эксплуатации. Спуск оборудования планируется произвести после интенсификации пласта.

С 01.06.2014 специалисты пытались найти наиболее оптимальный периодический режим работы. Под периодическим режимом работы понимается чередование циклов откачки жидкости и циклов ее накопления. Во время накопления насос остановлен, происходит приток флюида из пласта. Существенным недостатком такого режима является быстрый износ оборудования вследствие периодических включений и отключений установки, а так же засорение призабойной зоны пласта и отверстий перфорации из-за осаждения взвешенных в растворе частиц после остановки насоса.

Итак, в ходе испытаний прделанных с 01.06.2014 по 21.08.2014 был найден эффективный периодический режим. На данном режиме количество отбираемой жидкости из скважины во время цикла откачки 6 часов, было равно объему жидкости притока из пласта в период накопления 18 часов. На данном режиме работы установка работала стабильно вплоть до 21.08.2014, когда была остановлена по причине нарушения изоляции кабеля. С

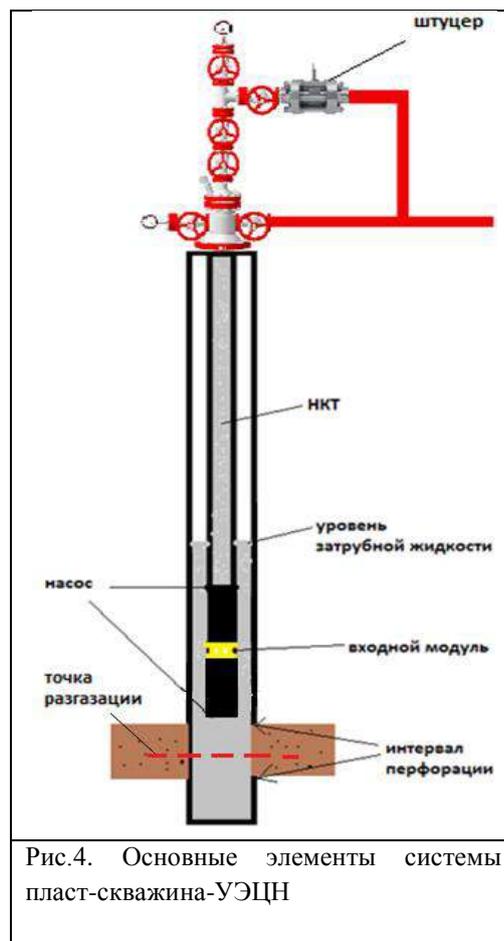


Рис.4. Основные элементы системы пласта-скважина-УЭЦН

этого момента скважина находится в простое, в ожидании дальнейших решений.

Для дальнейшей эксплуатации скважины к ней был рекомендован новый насос ЭЦНДИ-5-20-2450 с двойным газосепаратором-диспергатором и глубиной спуска 2700 м. Данное оборудование имеет меньшее значение номинальной подачи, что позволит обеспечить отбор жидкости на постоянном режиме даже при низком притоке из пласта. Также, насос будет работать с приемлемыми значениями КПД. Двойной газосепаратор-диспергатор позволит работать насосу при очень высоком содержании газа на его приеме (до 90 %) [3]. Борьба с преждевременной разгазаей нефти планируется уже опробованным способом: увеличением забойного давления и ограничением подачи нефти штуцером на устье.

Заключение

Итак, в данный момент решить окончательно поставленную задачу не удалось. Однако вышеперечисленные рекомендации должны способствовать ее решению. Вместе с тем, полученный опыт и сделанные выводы могут быть использованы и на других скважинах со сходными условиями. Эксперименты подобные данному, проводились на Росташинском и Зайкинском месторождениях. Там были осуществлены промысловые испытания работы УЭЦН ряда скважин с высоким газовым фактором. Применялись насосы схожей комплектацией с УВНН-5А-35-2700, спущенные на глубины близкие к глубинам скважин. Однако большинство установок вышли из строя после непродолжительной работы (до 72 сут. Безаварийной работы). Причиной отказов установок являлась “большое значение расходного газосодержания на приеме (0,64-0,79), возникающие из-за низких давлений на приеме ПЭЦН” [4]. Очевидно, на данных месторождениях удалось добиться определенных результатов, но окончательно решить проблему тоже не удалось.

Можно заключить, что экономически эффективная эксплуатация скважин в условиях высокого газового фактора, низкого пластового давления и больших глубин посредством УЭЦН возможна. Однако для этого требуются дополнительные исследования и затраты. Эксперименты подобные описанным позволяют накапливать научные данные и опыт промысловых исследований, расширять фонд добывающих скважин.

Список литературы

1. Агеев Ш.Р. Программные продукты «NovometSel-Pro», «Калькулятор ЭЦН», «Программа расчета энергоэффективности»/ Ш.Р. Агеев, А.М. Джалаев, И.В. Золотарев, А.С. Ермакова, Е.В. Пошвин// Бурение и нефть. – М, 2013 № 10. – С. 36–40.
2. Вуктыльское нефтегазоконденсатное месторождение – полигон для испытания новых технологий воздействия на пласт/ А. А. Захаров, В. В. Иванов, Р. М. Тер-Саркисов, Е. М, Гурленов// Горный журнал. – М, 2007 № 3.
3. Газосепараторы диспергаторы [электронный ресурс]: сайт компании НОВОМЕТ – Электрон. дан. URL: <https://www.novomet.ru/rus/products/esp-systems-for-oil-production/downhole/intake/gas-separator-dispersant/>, свободный.
4. Пути повышения эффективности эксплуатации скважин [электронный ресурс] – Электрон. дан. URL: <http://neftandgaz.ru/?p=237>, свободный.

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

СИЛА ДАВЛЕНИЯ РОЛИКОВ НА ЛИСТ ПРИ ПРАВКЕ НА ВОСЬМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ

Шинкин В.Н.

НИТУ «МИСиС», РФ, г.Москва

Введение. Ранее автором работы была предложена методика определения формы и кривизны ϵ (радиуса кривизны ρ) стального листа при правке в листопрямительной машине. Поэтому далее будем считать, что при правке листа кривизна листа, радиус кривизны листа, углы и координаты точек касания листа с роликами нам уже известны. В данной работе мы рассмотрим методику определения силовых факторов, действующих на стальной лист при правке в листопрямительной машине.

Пусть t – шаг между нижними правильными роликами; H_i – величина обжатия срединной поверхности стального листа на i -ом правильном ролике (для нижних роликов положительным направлением обжатия считается направление вверх, для верхних роликов – вниз), h – толщина стального листа, R – радиус рабочих роликов, $R_0 = R + h/2$; σ_T , E , Π_p и Π_c – предел текучести, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии; ρ_i и $\varepsilon_i = 1/\rho_i$ – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с роликами, φ_i – углы точек касания листа и роликов ($i = 1 \dots 8$) (рис. 1). Неограничивая общности будем считать, что нижние правильные ролики лежат на одном уровне ($H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$ м).

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

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

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

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

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

$$M = \int_{-h/2}^{h/2} y \sigma(y) b dy = 2b \int_0^{h/2} y \left(\frac{E}{\rho} y\right) dy = \frac{2bE}{\rho} \int_0^{h/2} y^2 dy = \frac{bh^3E}{12\rho}.$$

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

$$M_1 = 0; \quad M_i = M(\rho_i), \quad i = 2 \dots 7; \quad M_8 = 0.$$

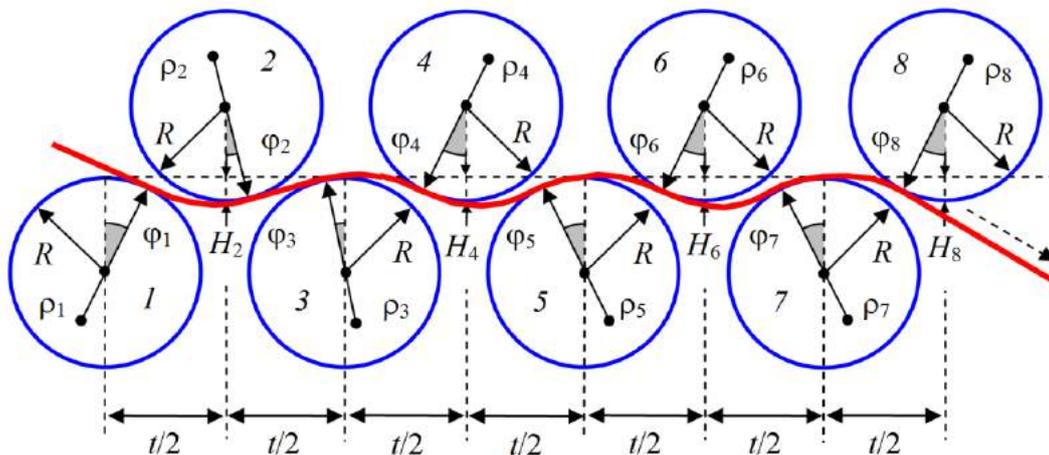


Рис. 1. Форма листа между восьмью рабочими роликами

Расчет силовых параметров восьмироликовой листопрямильной машины. Пусть N_i , M_{pi} и F_{ni} ($F_{ni} = M_{pi}/R$) – соответственно реакция опоры, вращательный момент (передаваемый от редуктора) и подающее усилие (сила подачи) i -го ролика ($i = 1 \dots 8$) (Рисунок 2).

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

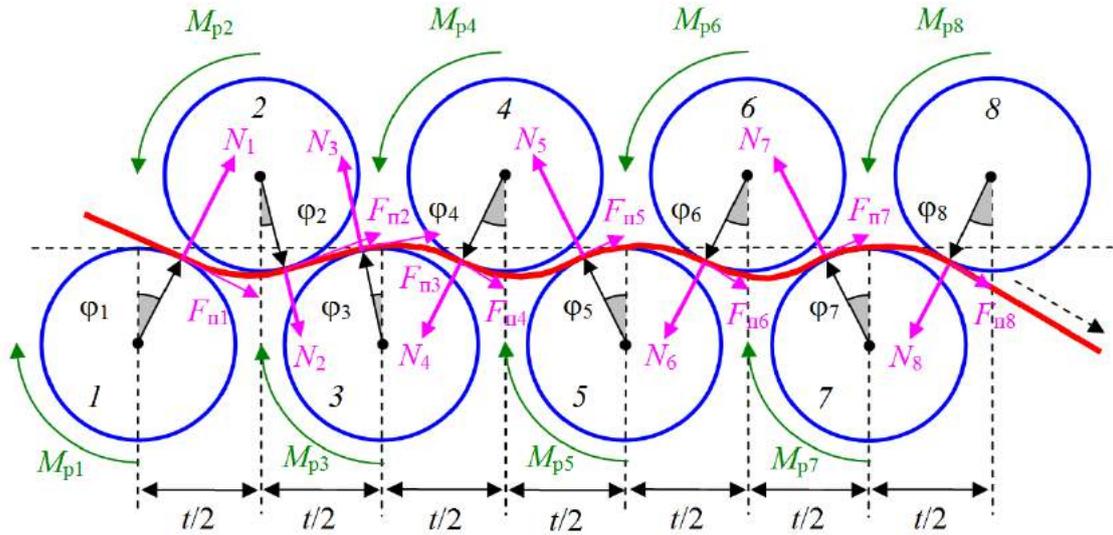


Рис.2. Силловые факторы, действующие на лист

$$z_{21} = \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \sin \varphi_2 \right) \cos \varphi_1 - [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \sin \varphi_1,$$

$$y_{21} = \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \sin \varphi_2 \right) \sin \varphi_1 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \cos \varphi_1,$$

$$z_{31} = (t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_3) \cos \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_1,$$

$$y_{31} = -(t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_3) \sin \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_1,$$

$$z_{41} = \left(\frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \cos \varphi_1 - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_1,$$

$$y_{41} = \left(\frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \sin \varphi_1 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_1,$$

$$z_{51} = (2t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_5) \cos \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_1,$$

$$y_{51} = -(2t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_5) \sin \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_1,$$

$$z_{61} = \left(\frac{5t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \cos \varphi_1 - [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_1,$$

$$y_{61} = \left(\frac{5t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \sin \varphi_1 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_1,$$

$$z_{71} = (3t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_7) \cos \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_1,$$

$$y_{71} = -(3t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_7) \sin \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_1,$$

$$z_{81} = \left(\frac{7t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \cos \varphi_1 - [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_1,$$

$$y_{81} = \left(\frac{7t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \sin \varphi_1 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_1;$$

$$z_{32} = \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3 \right) \cos \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_2,$$

$$y_{32} = - \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3 \right) \sin \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_2,$$

$$z_{42} = (t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_4) \cos \varphi_2 + [H_2 - H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_2,$$

$$y_{42} = -(t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_4) \sin \varphi_2 + [H_2 - H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_2,$$

$$z_{52} = \left(\frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_5 \right) \cos \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_2,$$

$$y_{52} = - \left(\frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_5 \right) \sin \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_2,$$

$$z_{62} = (2t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_6) \cos \varphi_2 + [H_2 - H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_2,$$

$$y_{62} = -(2t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_6) \sin \varphi_2 + [H_2 - H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_2,$$

$$z_{72} = \left(\frac{5t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \cos \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_2,$$

$$y_{72} = - \left(\frac{5t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \sin \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_2;$$

$$z_{82} = (3t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_8) \cos \varphi_2 + [H_2 - H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_2,$$

$$y_{82} = -(3t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_8) \sin \varphi_2 + [H_2 - H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_2,$$

$$z_{43} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \cos \varphi_3 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_3,$$

$$y_{43} = - \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \sin \varphi_3 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_3,$$

$$z_{53} = (t + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_5) \cos \varphi_3 - [-R_0(1 - \cos \varphi_3) + R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_3,$$

$$y_{53} = (t + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_5) \sin \varphi_3 + [-R_0(1 - \cos \varphi_3) + R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_3,$$

$$\begin{aligned}
z_{63} &= \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \cos \varphi_3 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_3, \\
y_{63} &= - \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \sin \varphi_3 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_3, \\
z_{73} &= (2t + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_7) \cos \varphi_3 - [-R_0(1 - \cos \varphi_3) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_3, \\
y_{73} &= (2t + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_7) \sin \varphi_3 + [-R_0(1 - \cos \varphi_3) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_3, \\
z_{83} &= \left(\frac{5t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \cos \varphi_3 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_3, \\
y_{83} &= - \left(\frac{5t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \sin \varphi_3 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_3; \\
z_{54} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_5 \right) \cos \varphi_4 - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_4, \\
y_{54} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_5 \right) \sin \varphi_4 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_4, \\
z_{64} &= (t + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_6) \cos \varphi_4 - \\
&\quad - [H_4 - H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_4) + R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_4, \\
y_{64} &= (t + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_6) \sin \varphi_4 + \\
&\quad + [H_4 - H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_4) + R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_4, \\
z_{74} &= \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \cos \varphi_4 - \\
&\quad - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_4, \\
y_{74} &= \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \sin \varphi_4 + \\
&\quad + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_4; \\
z_{84} &= (2t + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_8) \cos \varphi_4 - \\
&\quad - [H_4 - H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_4) + R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_4, \\
y_{84} &= (2t + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_8) \sin \varphi_4 + \\
&\quad + [H_4 - H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_4) + R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_4, \\
z_{65} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_5 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \cos \varphi_5 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_5) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_5, \\
y_{65} &= - \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_5 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \sin \varphi_5 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_5) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_5, \\
z_{75} &= (t + R_0 \sin \varphi_5 - R_0 \sin \varphi_7) \cos \varphi_5 - [-R_0(1 - \cos \varphi_5) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_5, \\
y_{75} &= (t + R_0 \sin \varphi_5 - R_0 \sin \varphi_7) \sin \varphi_5 + [-R_0(1 - \cos \varphi_5) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_5,
\end{aligned}$$

$$z_{85} = \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_5 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \cos \varphi_5 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_5) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_5,$$

$$y_{85} = - \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_5 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \sin \varphi_5 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_5) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_5;$$

$$z_{76} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_6 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \cos \varphi_6 - [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_6) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_6,$$

$$y_{76} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_6 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \sin \varphi_6 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_6) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_6;$$

$$z_{86} = (t + R_0 \sin \varphi_6 - R_0 \sin \varphi_8) \cos \varphi_6 - [H_6 - H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_6) + R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_6,$$

$$y_{86} = (t + R_0 \sin \varphi_6 - R_0 \sin \varphi_8) \sin \varphi_6 + [H_6 - H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_6) + R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_6,$$

$$z_{87} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_7 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \cos \varphi_7 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_7) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_7,$$

$$y_{87} = - \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_7 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \sin \varphi_7 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_7) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_7;$$

$$z_{78} = \left(-\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_7 + R_0 \sin \varphi_8 \right) \cos \varphi_8 - [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_7) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_8,$$

$$y_{78} = \left(-\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_7 + R_0 \sin \varphi_8 \right) \sin \varphi_8 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_7) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_8;$$

Вычислим силовые факторы – реакции опор роликов на стальной лист.

$$N_1 = \frac{M_2 - F_{п1}y_{21}}{z_{21}}, \quad N_8 = -\frac{M_7 + F_{п8}y_{78}}{z_{78}},$$

$$N_2 = -\frac{M_3 - N_1z_{31} - F_{п1}y_{31} + F_{п2}y_{32}}{z_{32}},$$

$$N_3 = \frac{M_4 - N_1z_{41} - F_{п1}y_{41} + N_2z_{42} + F_{п2}y_{42} - F_{п3}y_{43}}{z_{43}},$$

$$N_4 = -\frac{M_5 - N_1z_{51} - F_{п1}y_{51} + N_2z_{52} + F_{п2}y_{52} - N_3z_{53} - F_{п3}y_{53} + F_{п4}y_{54}}{z_{54}},$$

$$N_5 = \frac{\left(M_6 - N_1z_{61} - F_{п1}y_{61} + N_2z_{62} + F_{п2}y_{62} - \right. \\ \left. - N_3z_{63} - F_{п3}y_{63} + N_4z_{64} + F_{п4}y_{64} - F_{п5}y_{65} \right)}{z_{65}},$$

$$N_6 = - \frac{\left(M_7 - N_1 z_{71} - F_{п1} y_{71} + N_2 z_{72} + F_{п2} y_{72} - N_3 z_{73} - F_{п3} y_{73} + \right. \\ \left. + N_4 z_{74} + F_{п4} y_{74} - N_5 z_{75} - F_{п5} y_{75} + F_{п6} y_{76} \right)}{z_{76}},$$

$$N_7 = \frac{\left(M_8 - N_1 z_{81} - F_{п1} y_{81} + N_2 z_{82} + F_{п2} y_{82} - N_3 z_{83} - F_{п3} y_{83} + \right. \\ \left. + N_4 z_{84} + F_{п4} y_{84} - N_5 z_{85} - F_{п5} y_{85} + N_6 z_{86} + F_{п6} y_{86} - F_{п7} y_{87} \right)}{z_{87}}.$$

Давление верхних рабочих роликов на стальной лист равно

$$N_{\Sigma_{вр}} = N_2 \cos \varphi_2 - F_{п2} \sin \varphi_2 + N_4 \cos \varphi_4 + F_{п4} \sin \varphi_4 + \\ + N_6 \cos \varphi_6 + F_{п6} \sin \varphi_6 + N_8 \cos \varphi_8 + F_{п8} \sin \varphi_8.$$

Давление нижних рабочих роликов на стальной лист равно

$$N_{\Sigma_{нр}} = N_1 \cos \varphi_1 - F_{п1} \sin \varphi_1 + N_3 \cos \varphi_3 + F_{п3} \sin \varphi_3 + \\ + N_5 \cos \varphi_5 + F_{п5} \sin \varphi_5 + N_7 \cos \varphi_7 + F_{п7} \sin \varphi_7.$$

Закключение.

Получен метод расчета силовых параметров правки стального листа на восьмироликовой листопривальной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству широкого толстого стального листа [1–72].

Список литературы

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопривальной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатирроликовой листопривальной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатирроликовой листопривальной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопривальной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Уругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопривальной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонептепроводов при частичном расплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.

16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с рисккой» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопрямительной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.
23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.
27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.
28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.
29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.
30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
31. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
34. Шинкин В.Н., 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.
35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. С. 25–29.
36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. С. 21–26.
37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с рисккой» // Производство проката. 2012. № 12. С. 19–24.
38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.

39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. С. 64–67.
40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 114–119.
41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. С. 96–99.
42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. С. 115–118.
43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. С. 74–78.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. С. 78–83.
45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. С. 73–77.
46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10–1. С. 153–157.
47. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 252–257.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямляющей машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 257–262.
49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатироликовой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 246–251.
50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 251–258.
51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямляющей машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.
52. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
53. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 145–151.
54. Шинкин В.Н., 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.
55. 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.
56. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного пресса SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.
57. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликовой листопрямляющей машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
58. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.
59. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямляющей машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.

60. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатиролковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
61. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
62. 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.
63. 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.
64. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.
65. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семиролковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
66. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
67. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом изгибе. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 141–149.
68. Шинкин В.Н. К вопросу о правке листа на семиролковой машине // В сборнике: Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. № 3. С. 64–70.
69. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения при упругопластическом изгибе круглого бруса // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 49–56.
70. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения круглого бруса при упругопластическом изгибе // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 56–63.
71. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60–76.
72. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.

УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЙ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫЙ ИЗГИБ ЛИСТА ПРИ ПРАВКЕ НА ВОСЬМИРОЛКОВОЙ МАШИНЕ

Шинкин В.Н.

НИТУ «МИСиС», РФ, г.Москва

Введение.

Полностью гидравлическая восьмиролковая правильная машина предназначена для холодной правки листа шириной 1500÷4850 мм, толщиной 7÷50 мм, длиной до 40 м, с пределом текучести металла до 1000 МПа при температуре листа до 150°. Максимальное усилие правки 4000 т.

Правка стального листа осуществляется восьмью приводными правильными роликами – 4-мя верхними правильными роликами и 4-мя нижними правильными роликами. Нижние входные и выходные правильные ролики снабжены отдельными системами настройки их вертикального положения с помощью клиновых пар и гидроцилиндров с позиционным управлением [1–6].

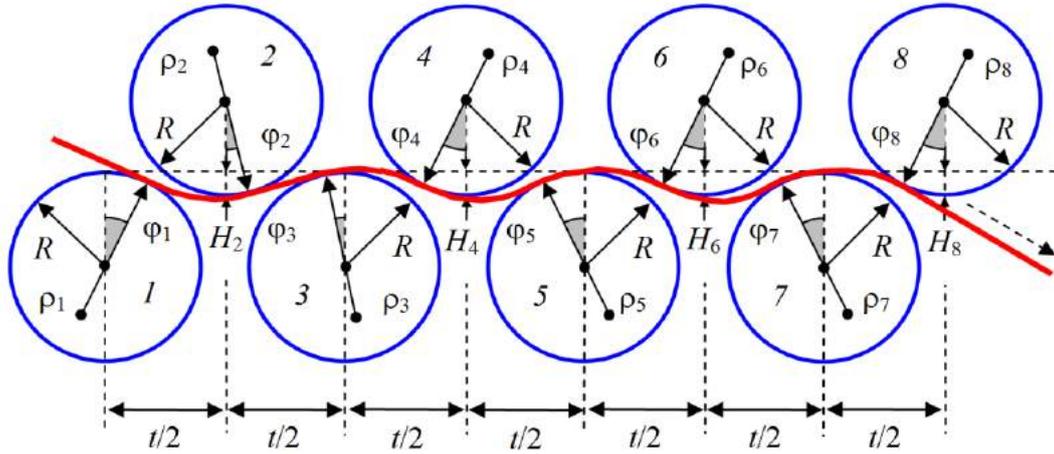


Рис.1. Правка листа восьмью роликами листопрямляющей машины

Правка листа на восьмироликовой листопрямляющей машине. Пусть t – шаг между нижними правильными роликами; H_i – величина обжатия срединной поверхности стального листа на i -ом правильном ролике (для нижних роликов положительным направлением обжатия считается направление вверх, для верхних роликов – вниз), h – толщина стального листа, R – радиус рабочих роликов, $R_0 = R + h/2$; σ_T , E , Π_p и Π_c – предел текучести, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии; ρ_i и $\varepsilon_i = 1/\rho_i$ – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с роликами, φ_i – углы точек касания листа и роликов ($i = 1 \dots 8$) (Рисунок 1).

Далее будем считать, что нижние правильные ролики лежат на одном уровне ($H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$ м). Коэффициент пружинения нейтральной линии листа при радиусе кривизны ρ равен [3–6]

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

Введем восемь локальных декартовых прямоугольных систем координат $y-z$ в точках касания листа с рабочими роликами. Оси z направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси y – перпендикулярно к оси z в сторону центров соответствующих роликов. Будем аппроксимировать в этих системах координат нейтральную линию листа (между соседними точками касания листа и роликов) с помощью кубических полиномов вида $y(z) = a z^2 - b z^3$ (метод Шинкина [5, 6]).

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

Первый и второй ролики

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

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

Второй и третий ролики

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

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

(2j - 1)-ый и 2j-ый ролики (j = 2, 3, 4)

$$\begin{aligned} z_{2j} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j-1} + R_0 \cos \varphi_{2j}\right) \cos \varphi_{2j-1} - \\ &- [H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j-1}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j})] \sin \varphi_{2j-1}, \\ y_{2j} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j-1} + R_0 \cos \varphi_{2j}\right) \sin \varphi_{2j-1} + \\ &+ [H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j-1}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j})] \cos \varphi_{2j-1}, \\ a_{2j-1} &= \frac{3y_{2j} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j-1} + \varphi_{2j})z_{2j}}{z_{2j}^2}, \end{aligned}$$

$$b_{2j-1} = \frac{2y_{2j} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j-1} + \varphi_{2j})z_{2j}}{z_{2j}^3}, \quad \varepsilon_{2j-1,2j} = 2a_{2j-1},$$

$$\varepsilon_{2j,2j-1} = \frac{2a_{2j-1} - 6b_{2j-1}z_{2j}}{\left[1 + (2a_{2j-1}z_{2j} - 3b_{2j-1}z_{2j}^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}},$$

$$\rho_{2j-1,2j} = \frac{1}{2a_{2j-1}}, \quad \rho_{2j,2j-1} = \frac{1}{\varepsilon_{2j,2j-1}};$$

2j-ый и (2j + 1)-ый ролики (j = 2, 3, 4)

$$\begin{aligned} z_{2j+1} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j} + R_0 \cos \varphi_{2j+1}\right) \cos \varphi_{2j} - \\ &- [H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j+1})] \sin \varphi_{2j}, \end{aligned}$$

$$y_{2j+1} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j} + R_0 \cos \varphi_{2j+1} \right) \sin \varphi_{2j} +$$

$$+ [H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j+1})] \cos \varphi_{2j},$$

$$a_{2j} = \frac{3y_{2j+1} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j} + \varphi_{2j+1})z_{2j+1}}{z_{2j+1}^2},$$

$$b_{2j} = \frac{2y_{2j+1} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j} + \varphi_{2j+1})z_{2j+1}}{z_{2j+1}^3}, \quad \varepsilon_{2j,2j+1} = 2a_{2j},$$

$$\varepsilon_{2j+1,2j} = \frac{2a_{2j} - 6b_{2j}z_{2j+1}}{\left[1 + \left(2a_{2j}z_{2j+1} - 3b_{2j}z_{2j+1}^2 \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}},$$

$$\rho_{2j} = \rho_{2j,2j+1} = \frac{1}{2a_{2j}}, \quad \rho_{2j+1} = \rho_{2j+1,2j} = \frac{1}{\varepsilon_{2j+1,2j}}.$$

Граничные условия задачи имеют вид

$$\rho_{1,2} = \rho_1, \quad \rho_{2,1} = -\rho_{2,3}, \quad \rho_{3,2} = -\rho_{3,4}, \quad \rho_{4,3} = -\rho_{4,5},$$

$$\rho_{5,4} = -\rho_{5,6}, \quad \rho_{6,5} = -\rho_{6,7}, \quad \rho_{7,6} = -\rho_{7,8}, \quad \rho_{8,7} = \beta(\rho_{7,8})\rho_{7,8}.$$

Результаты расчетов. Решая систему уравнений при $t = 0,27$ м, $R = 0,125$ м, $h = 0,01$ м, $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па, $\sigma_T = 500 \cdot 10^6$ Па, $H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$ м, $H_2 = 0,012$ м, $H_4 = 0,006$ м, $H_6 = 0,003$ м, $H_8 = -0,001$ м и $\rho_1 = -1$ м, получаем $\rho_2 = 0,320$ м, $\rho_3 = -0,355$ м, $\rho_4 = 0,490$ м, $\rho_5 = -0,675$ м, $\rho_6 = 1,042$ м, $\rho_7 = -2,524$ м, $\rho_8 = -1000$ м, $\varphi_1 = 6,60^\circ$, $\varphi_2 = 1,16^\circ$, $\varphi_3 = 2,29^\circ$, $\varphi_4 = 0,75^\circ$, $\varphi_5 = 1,37^\circ$, $\varphi_6 = 0,67^\circ$, $\varphi_7 = 1,48^\circ$, $\varphi_8 = 0,09^\circ$, $\varepsilon_1 = -1$, $\varepsilon_2 = 3,127$, $\varepsilon_3 = -2,817$, $\varepsilon_4 = 2,040$, $\varepsilon_5 = -1,481$, $\varepsilon_6 = 0,959$, $\varepsilon_7 = -0,396$, $\varepsilon_8 = 0$ (Рисунок 2).

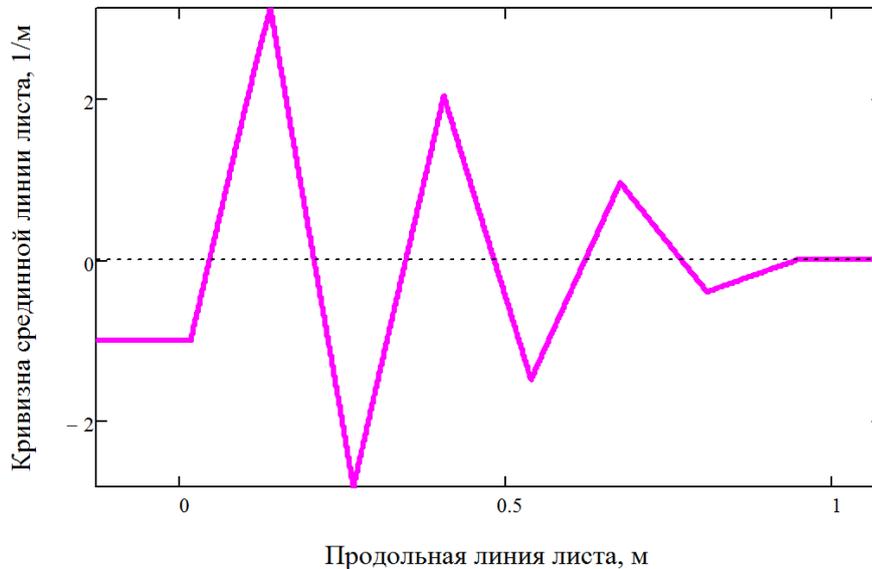


Рис.2. Кривизна листа между восьмью роликами машины

Заключение. Получен метод расчета технологических параметров правки стального листа на восьмироликовой листопрямительной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству широкого толстого стального листа [1–72].

Список литературы

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Agrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Agrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Agrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Agrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с рисксой» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопрямильной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.
23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие

- возникновение гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.
27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.
28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.
29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.
30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
31. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
34. Шинкин В.Н., 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.
35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. С. 25–29.
36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. С. 21–26.
37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // Производство проката. 2012. № 12. С. 19–24.
38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. С. 64–67.
40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 114–119.
41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. С. 96–99.
42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. С. 115–118.
43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. С. 74–78.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. С. 78–83.
45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. С. 73–77.
46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10–1. С. 153–157.
47. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы

- гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 252–257.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямильной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 257–262.
 49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатироликовой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 246–251.
 50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 251–258.
 51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямильной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.
 52. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
 53. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 145–151.
 54. Шинкин В.Н., 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.
 55. 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.
 56. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного прессы SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.
 57. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
 58. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.
 59. 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.
 60. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
 61. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессы при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
 62. 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.
 63. 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.
 64. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.
 65. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
 66. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
 67. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом изгибе. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 141–149.
 68. Шинкин В.Н. К вопросу о правке листа на семироликовой машине // В сборнике: Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. № 3. С. 64–70.

69. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения при упругопластическом изгибе круглого бруса // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 49–56.
70. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения круглого бруса при упругопластическом изгибе // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 56–63.
71. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60–76.
72. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА ЗА СЧЁТ УСТАНОВКИ КОРРИГИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Кузнецов Е.Е., Кузнецов К.Е., Кузнецова О.А.

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

Выполнение мероприятий транспортного обеспечения агропромышленного комплекса, в частности в условиях Амурской области Дальнего Востока России, производится в довольно сложных почвенно-климатических условиях. В зависимости от времени года обусловленных повышенной влажностью почв, наличием подстилающего мерзлотного слоя, обледенением дорог, высоким уровнем снежных заносов. Использование тракторно-транспортных агрегатов (ТТА) для нужд организаций сельскохозяйственного профиля с невысоким уровнем механизации и технической оснащённости является наиболее рациональным решением более качественного использования имеющихся транспортных и энергетических средств. Наиболее часто используемой транспортной единицей в качестве энергетического средства в этих условиях обычно являются энергонасыщенные колёсные тракторы, наиболее распространённым классом которых является 1,4-2.

Мощность этих тракторов в составе ТТА часто реализуется не полностью вследствие невысоких тягово-сцепных свойств, развиваемых колёсным двигателем и особенностей движения ТТА с прицепом общего назначения, выражающихся в неравномерном характере нагружения сцепного устройства энергетического средства и нестабильных скоростных изменениях движения прицепа, что снижает агротехнические скорости движения, влияя на общую производительность ТТА и эффективность его использования [1,2].

Также причиной снижения эффективности прицепных ТТА является отсутствие возможности корригирования (перераспределения) веса между ходовыми системами в звене «энергетическое средство-прицеп» в целях снижения буксования двигателей, выравнивания скоростных, импульсных и нагружающих характеристик ТТА.

Для выполнения поставленной задачи по более полной реализации эксплуатационных и мощностных возможностей колёсных энергетических средства коллективом учёных Дальневосточного ГАУ предлагается ряд конструкторских решений, а именно корригирующих устройств (Рисунок 1, Рисунок 2,) обладающих высокой надёжностью, низкой себестоимостью, удобством в обслуживании и эксплуатации при достаточно несложной конструкции, низкой материалоемкости и простоте изготовления, использование которых позволит снизить буксование агроагрегата, уменьшить техногенное воздействие двигателей на почвы, повысить тягово-сцепные свойства, проходимость ТТА по слабонесущим грунтам, увеличить скорость движения и производительность ТТА, что приведёт к экономии энергозатрат и увеличит экономический эффект от их применения в сельском хозяйстве.

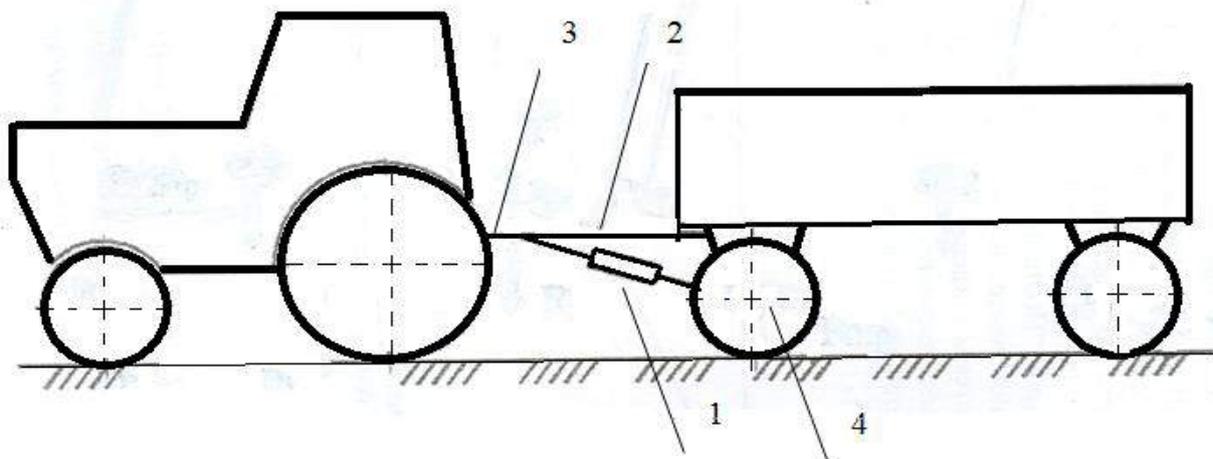


Рис.1. Вспомогательное устройство-автоматический корректор сцепного веса колёсных тракторов при их агрегатировании с двухосными прицепами (1-дополнительный гидроцилиндр, 2-дышло прицепа, 3-сцепное устройство трактора, 4- мост (балка) прицепа)

Устройство выполнено в виде конструкции, включающей дополнительный силовой гидроцилиндр 1, установленный под дышлом прицепа 2, между сцепным устройством трактора 3 и мостом (балкой) прицепа 4, дополнительный гидроцилиндр соединён с основной гидравлической системой трактора, а датчики буксования и распределения усилий установлены на ведущих колёсах задней оси. В движении, при пробуксовке ведущих колёс задней оси трактора, соответственно при подаче импульса от установленных на них датчиков буксования и распределения усилий, в зависимости от величины буксования, гидрораспределителем трактора автоматически подаётся давление на гидроцилиндр 1, шток которого при выдвигении создаёт давление на передний мост (балку) прицепа 4, приподнимая переднюю часть прицепа и перераспределяя его вес с ходовой части прицепа через дышло на ведущие колёса трактора, увеличивая его тягово-сцепные свойства и позволяя передвигаться без пробуксовки [4].

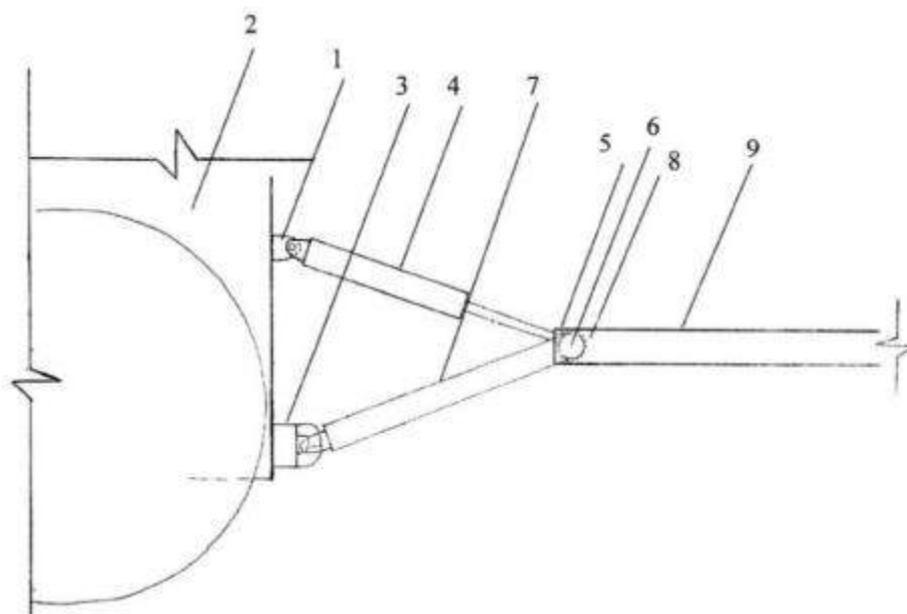


Рис.2. Автоматический корректор сцепного веса для увеличения проходимости и повышения производительности колёсных тракторов при их агрегатировании с прицепами (1- кронштейн, 2-корпус трактора, 3-сцепное устройство, 4-гидроцилиндр, 5- шток, 6- шарнир, 7- подвижное сочленённое дышло, 8-прицеп, 8-возратная пружина, 9- балка основного дышла)

Устройство содержит кронштейн 1, закрепленный на корпусе трактора 2 выше его сцепного устройства 3, силовой гидроцилиндр 4, рабочая часть штока 5 которого упирается в шарнир 6 подвижного сочленённого дышла 7 агрегируемого прицепа 8 и соединяемого с основной гидравлической системой трактора шлангами,

датчики буксования и распределения усилий, автоматически регулирующие сцепной вес трактора и агрегата в зависимости от условий эксплуатации, установлены на ведущих колёсах задней оси трактора. При работе, в зависимости от условий буксования, шток гидроцилиндра совершает работу по передвижению, подтягивая подвижное сочленённое дышло, передавая часть собственной нагрузки с прицепа на сцепное устройство трактора, увеличивая тягово-сцепные свойства агроагрегата, позволяя без пробуксовки передвигаться и производить сельскохозяйственные работы.[5]

В работе [3] при проведении транспортных сельскохозяйственных операций с применением корректора сцепного веса в ходовой системе ТТА в условиях Амурской области были получены следующие показатели: использование трактора МТЗ-82 и модернизированного прицепа 2ПТС-4 с корректором сцепного веса позволило снизить буксование на 25-30 %, на 6,5-6,8 % расход топлива на 1т.км, на 19,6 % твёрдость почвы, на 17,7 % плотность почвы, на 12-30% глубину колеи по сравнению с серийным ТТА, Также возросла на 11,5-12,1 % тяговая мощность, на 9,3-10,1 % скорость движения, на 9,9-19,9 % производительность, что, несомненно говорит о том, что применение конструкторских решений по установке в ходовую систему ТТА корригирующих устройств является перспективным направлением развития конструкций сельскохозяйственной техники, так как открываются возможности повышения производительности труда, снижения расхода топлива, уменьшения буксования, снижения уплотнения почвы, колееобразования, оптимизации перераспределения веса в звене «энергетическое средство-прицеп» и установления рациональной грузоподъёмности прицепа.

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. Щитов, С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис.докт.техн.наук:05.20.01:защищена 20.05.09/Щитов Сергей Васильевич; ДальГАУ-Благовещенск,2009.-325 с.
3. Яценко, С.В. Исследование тягово-сцепных свойств колёсного трактора класса 1,4 с корректором сцепного веса в условиях Амурской области: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01/Яценко Сергей Викторович.- Благовещенск, 2007-22 с.
4. Вспомогательное устройство-автоматический корректор сцепного веса колёсных тракторов при их агрегатировании с двухосными прицепами/С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов.//Патент на полезную модель № 132414, Заявка № 2011137744/11 от 13.09.2011 г., опубл. 20.09.2013, Бюл.№ 26.
5. Автоматический корректор сцепного веса для увеличения проходимости и повышения производительности колёсных тракторов при их агрегатировании с прицепами / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов.// Патент на изобретение № 2482974, Заявка № 2011151377 от 15.12.2011, опубл. 15.12.2011, Бюл. №15.

ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ГАЗООБМЕНА В СУДОВОМ ДИЗЕЛЕ

Стенин В.А.

САФУ, РФ, г.Архангельск

К основным конструктивным параметрам системы газообмена, которые обычно входят в число оптимизируемых параметров при конструировании и доводке двигателя, относят геометрические характеристики каналов и клапанов, геометрические характеристики (длину, диаметр и конфигурацию) впускного и выпускного трубопроводов, фазы газораспределения, а также закон открытия клапанов. В совокупности с частотой вращения коленчатого вала, перечисленные факторы определяют расходные и энергетические характеристики впускных и выпускных каналов и клапанов, а, следовательно, наполнение цилиндра и работу насосных ходов [2,3].

Течение во впускном и выпускном каналах имеет нестационарный и трехмерный характер. Однако в расчетах используют уравнения одномерного стационарного течения газа, основываясь на предположении, что на коротком участке канала в пределах конечного достаточно малого интервала времени течение можно считать квазистационарным [2,3].

В расчетной схеме при втекании газа в цилиндр и при истечении из цилиндра выделяют сужающийся участок канала, для которого справедливо уравнение Бернулли:

$$\frac{k}{k-1} \cdot \frac{p_1}{\rho_1} + \frac{w^2}{2} = \frac{k}{k-1} \cdot \frac{p_2}{\rho_2}, \quad (1)$$

где p_2, ρ_2 - давление и плотность газа во входном граничном сечении; p_1, ρ_1 - давление и плотность газа в цилиндре; w – скорость потока газа; k – показатель изоэнтропы.

Цикловая подача газа G через отверстие с переменной по времени площадью проходного сечения определяется по формуле:

$$G = \mu \cdot \psi \cdot \sqrt{p_2 \cdot \rho_2} \cdot \int_{t_1}^{t_2} f dt. \quad (2)$$

Величину ψ можно найти следующим образом:

$$\psi = \sqrt{\frac{2k}{k-1} \left[\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{2/k} - \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{(k-1)/k} \right]}. \quad (3)$$

Отличие действительного расхода газа от теоретического учитывают коэффициентом расхода [2]:

$$\mu = G/G_T. \quad (4)$$

Определенный интеграл в уравнении (2) является время - сечением клапана (окна). Его величина зависит как от максимальной площади и времени открытия, так и от закона открытия отверстия.

Подача свежего заряда также может быть представлена следующим уравнением [1]:

$$G = \alpha \cdot F \cdot t \cdot \sqrt{2 \rho_2 \cdot (p_2 - p_1)}, \quad (5)$$

где α - приведенный коэффициент расхода; F – максимальная площадь сечения канала, по которому подается свежий заряд.

Запишем уравнение (5) в виде:

$$G = \alpha \cdot F \cdot t \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_2 \cdot p_2} \cdot \sqrt{1 - \frac{p_1}{p_2}}. \quad (6)$$

Объединяя (2) и (6), получим:

$$\frac{p_1}{p_2} = 1 - \left(\frac{\mu \cdot \psi \cdot \int_{t_1}^{t_2} f \cdot dt}{\alpha \cdot F \cdot t} \right)^2. \quad (7)$$

Зависимость (7) показывает, что оптимизация параметров ДВС, влияющих на наполнение цилиндра, может быть проведена на основе регистрации и оценки отношения p_1/p_2 .

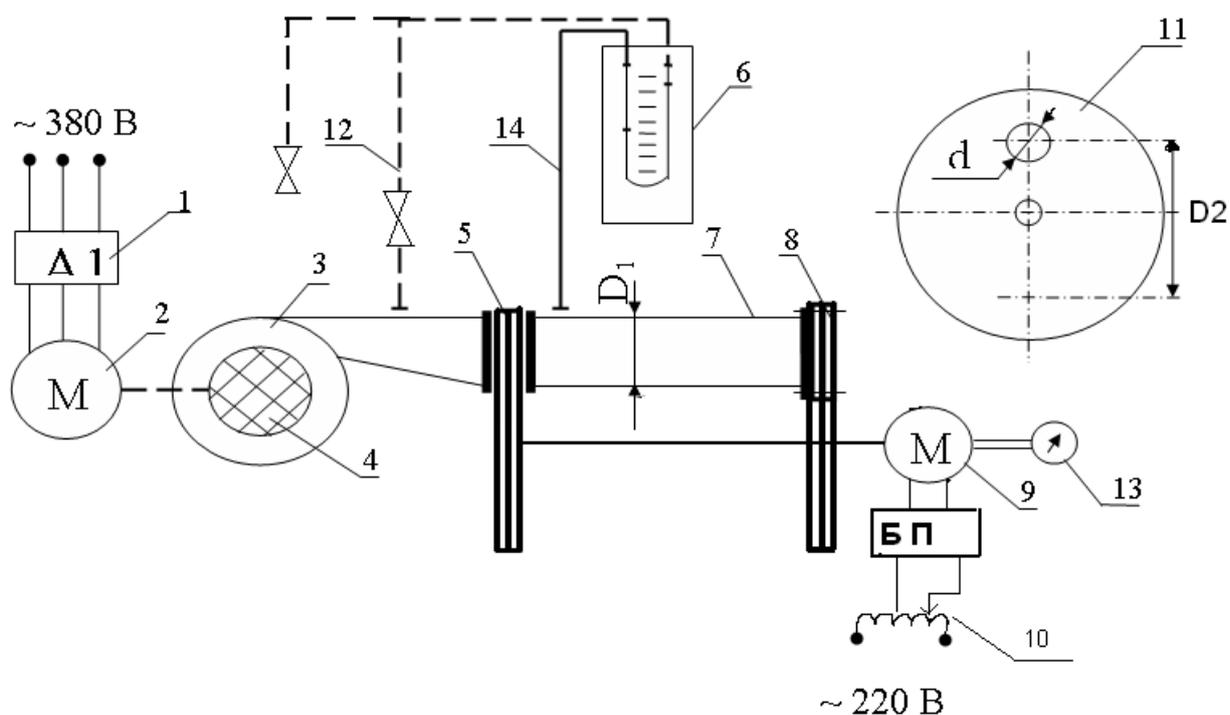


Рис.1.Схема экспериментального стенда.

В соответствии с изложенным, исследование прямоточной схемы газообмена двухтактного двигателя осуществлялось на физической модели, показанной на Рисунке 1, где: 1 - автомат питания двигателя вентилятора; 2- электрический двигатель; 3 - вентилятор; 4- заслонка; 5- имитатор продувки окон; 6 - двухтрубный манометр; 7- имитатор цилиндра ДВС; 8 - имитатор выпускного клапана; 9 – электрический двигатель постоянного тока; 10 - ЛАТр; 11 - продувочное окно; 12,14 - импульсные линии; 13 - тахометр.

Вентилятор 3 имитирует работу продувочного насоса, создает движение потока воздуха вдоль оси цилиндра 7. Необходимое время-сечение продувки обеспечивается вращением дисков 5 имитаторов продувочных окон. Имитатор 5 состоит из двух дисков с отверстиями 11; меняя положение дисков относительно друг друга, можно изменять площадь сечения продувочного окна. Изменение частоты вращения дисков 5 осуществляется мотором с помощью реостата 10, а измерение частоты вращения производится тахометром 13. Изменение площади сечения выпускного клапана осуществляется изменением положения дисков 8 относительно друг друга, которые также имеют отверстия, как и диски 5. Контроль давления воздуха в цилиндре 7 и перепада давления в продувочных окнах осуществляется манометром 6.

Результаты апробации стенда представлены на Рисунке 2, где показана зависимость p_1/p_2 в функции от отношения площадей впускных и выпускных окон F_1/F_2 при частоте вращения коленчатого вала $n=60$ об/мин. Результаты экспериментов хорошо согласуются с данными производственной практики.

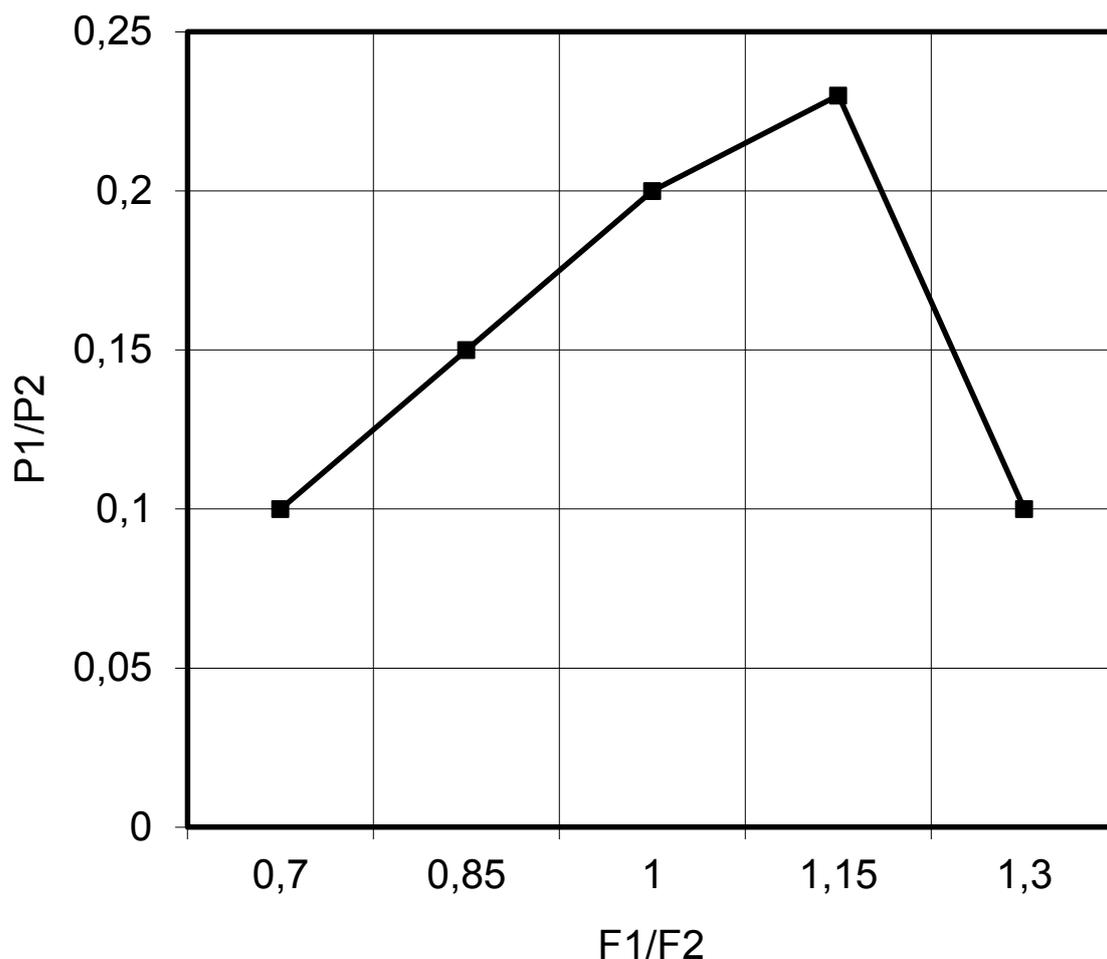


Рис.2. График зависимости p_1/p_2 в функции от F_1/F_2 .

Таким образом, предложенный критерий и физическая модель адекватно отражают качественную сторону процессов газообмена в дизеле, что позволяет ее рекомендовать для оптимизации расходных характеристик.

Список литературы

1. Атрошенко Ю.К. Теплотехнические измерения и приборы. – Томск: ТПУ, 2014 – 151с.
2. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1983. -372с.
3. Дьяченко В.Г. Теория двигателей внутреннего сгорания. – Харьков: ХНАДУ, 2009. – 500с.

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА (БПЛА)

Рахметова П.М., Алипбаев К.А.

Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г.Алматы

БПЛА с каждым годом занимают все большее место как в гражданской, так и военной сфере. Такое развитие данного класса авиатехники обусловлено рядом специфических достоинств, реализация которых позволяет получить существенное преимущество над пилотируемой авиацией для широкого спектра задач, таких

как мониторинг экологического состояния местности, аэрофотосъемка, контроль строительства, ведение наблюдения и разведка и т.д. [1]. В связи с этим многие страны начинают развивать отрасль производства отечественных БПЛА различного класса и назначения.

В данной статье рассматривается один из основных этапов разработки БПЛА многороторного типа – разработка математической модели динамики и системы управления движением БПЛА, которая может быть положена в основу разработки и проектирования БПЛА многороторного типа. Полученные выводы по разработке математической модели управления движением также могут быть использованы для разработки математического обеспечения систем управления движением космических аппаратов.

1. Математическая модель динамики БПЛА

Движение БПЛА (квадрокоптера) будем рассматривать в двух взаимосвязанных системах координат – одна из них неподвижная инерциальная (фиксированная) система отсчета $\{X, Y, Z\}$, связанная с Землей, а другая – связанная система координат $\{x, y, z\}$ фиксированная в центре тяжести квадрокоптера [2].

Движение БПЛА можно рассматривать как сумму двух движений – движение центра масс БПЛА в инерциальной системе координат и движение связанных осей БПЛА относительно инерциальной системы координат. Расположение осей координат квадрокоптера изображено на Рисунке 1

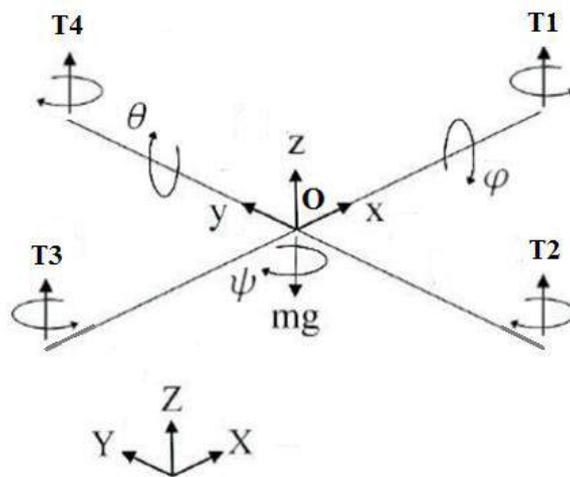


Рис.1. Системы координат: инерциальная система координат $\{X, Y, Z\}$ и связанная система координат $\{x, y, z\}$

Ориентация связанной системы координат относительно инерциальной определяется с помощью углов Эйлера. Углу крена φ соответствует поворот подвижной системы координат вокруг оси Ox , углу тангажа θ – поворот вокруг оси Oy , углу рыскания ψ – вокруг оси Oz соответственно.

Положение БПЛА в инерциальной системе координат определяется вектором положения $r^T = (x, y, z)$. Переход от инерциальной системы координат к связанной осуществляется с помощью трех поворотов: 1) вокруг оси x на угол φ ; 2) вокруг оси y новой системы координат на угол θ ; 3) вокруг оси z новой системы координат на угол ψ . Соответствующая матрица перехода представляется с помощью уравнения:

$$R_{xyz}(\varphi, \theta, \psi) = R_x R_y R_z .$$

$$R_{xyz}(\varphi, \theta, \psi) = \begin{pmatrix} \cos \theta \cos \psi & \cos \theta \sin \psi & -\sin \theta \\ \sin \varphi \sin \theta \cos \psi - \cos \varphi \sin \psi & \sin \varphi \sin \theta \sin \psi + \cos \varphi \cos \psi & \sin \varphi \cos \theta \\ \cos \varphi \sin \theta \cos \psi + \sin \varphi \sin \psi & \cos \varphi \sin \theta \sin \psi - \sin \varphi \cos \psi & \cos \varphi \cos \theta \end{pmatrix} . \quad (1)$$

Движение центра масс БПЛА в инерциальной СК, в общем случае описывается уравнением, полученным на основании (1) [3]:

$$m\ddot{r} = -mg\bar{e}_z + R^T(\psi, \theta, \varphi)\bar{u}_s \quad (2)$$

где

$\ddot{r} = (\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z})$ – вектор ускорения центра масс БПЛА; \bar{e}_z – единичный вектор, направленный вдоль оси Oz ; \bar{u}_s – сумма неконсервативных сил, действующих на систему (включая силу лобового сопротивления и силу тяги винтов).

Тогда уравнение движения центра масс БПЛА может быть представлено в виде следующей системы обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = u_1 (\cos \varphi \sin \theta \cos \psi + \sin \varphi \sin \psi), \\ m\ddot{y} = u_1 (\cos \varphi \sin \theta \sin \psi - \sin \varphi \cos \psi), \\ m\ddot{z} = -mg + u_1 \cos \varphi \cos \theta. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ddot{x} = \frac{u_1}{m} (\cos \varphi \sin \theta \cos \psi + \sin \varphi \sin \psi), \\ \ddot{y} = \frac{u_1}{m} (\cos \varphi \sin \theta \sin \psi - \sin \varphi \cos \psi), \\ \ddot{z} = -g + \frac{u_1}{m} \cos \varphi \cos \theta. \end{cases} \quad (3)$$

Квадрокоптер совершает относительно Земли, помимо поступательного, также вращательное движение, представляющее собой движение относительно его центра масс. В векторном виде уравнение вращательного движения БПЛА описывается уравнениями Эйлера [3, 4]:

$$J\dot{\vec{\omega}}_k = -(\vec{\omega}_k \times J\vec{\omega}_k) + \vec{M} - \vec{M}_G, \quad (4)$$

где

$\vec{\omega}_k = [\omega_x, \omega_y, \omega_z]$ - угловая скорость БПЛА; J - матрица инерции, которая представляет собой диагональную матрицу третьего порядка с моментами инерции относительно соответствующих осей; \vec{M} - вектор моментов сил тяги, приложенных к телу БПЛА; \vec{M}_G - вектор гироскопического момента, возникающего вследствие взаимного влияния вращательного движения БПЛА и вращательного движения винтов БПЛА.

Для упрощения уравнения движения обозначим силы тяги винтов и моменты сил, приложенных к телу БПЛА через функции u_1, u_2, u_3, u_4 :

$$\begin{cases} u_1 = T = \sum_{n=1}^4 b \omega_{pn}^2, \\ u_2 = M_x = rb(\omega_{p2}^2 - \omega_{p4}^2), \\ u_3 = M_y = rb(\omega_{p1}^2 - \omega_{p3}^2), \\ u_4 = M_z = d(\omega_{p1}^2 - \omega_{p2}^2 + \omega_{p3}^2 - \omega_{p4}^2). \end{cases}, \quad (5)$$

Как видно из уравнений (5) функция u_1 описывает уравнения силы тяги винтов (T), а функции u_2, u_3, u_4 - моментов силы тяги винтов, приложенных к телу БПЛА относительно соответствующих осей (M_x, M_y, M_z).

С учетом принятых обозначений и уравнений (4) и (5), система уравнений движения БПЛА в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений примет вид:

$$\begin{cases} \dot{\omega}_x = \left(\frac{J_y - J_z}{J_x} \right) \omega_y \omega_z + \frac{M_x}{J_x} - \frac{M_{Gx}}{J_x}, \\ \dot{\omega}_y = \left(\frac{J_z - J_x}{J_y} \right) \omega_x \omega_z + \frac{M_y}{J_y} - \frac{M_{Gy}}{J_y}, \\ \dot{\omega}_z = \left(\frac{J_x - J_y}{J_z} \right) \omega_x \omega_y + \frac{M_z}{J_z}. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dot{\omega}_x = \left(\frac{J_y - J_z}{J_x} \right) \omega_y \omega_z + \frac{1}{J_x} u_2 - \frac{J_P}{J_x} \Omega_z \omega_y, \\ \dot{\omega}_y = \left(\frac{J_z - J_x}{J_y} \right) \omega_x \omega_z + \frac{1}{J_y} u_3 - \frac{J_P}{J_y} \Omega_z \omega_x, \\ \dot{\omega}_z = \left(\frac{J_x - J_y}{J_z} \right) \omega_x \omega_y + \frac{1}{J_z} u_4. \end{cases} \quad (6)$$

2. Математическая модель управления движением БПЛА

Система уравнений движения БПЛА (1) – (6) является сложной нелинейной системой дифференциальных уравнений. При проектировании системы управления имеется необходимость аналитического представления динамических и кинематических характеристик БПЛА, поэтому используют различные методы упрощения уравнений движения. Одним из таких упрощений является линеаризация этих уравнений относительно малых отклонений параметров движения: ΔV , $\Delta \Theta$, $\Delta \Psi$, $\Delta \gamma_a$ и т.д.

С учетом некоторых допущений и разложения в ряд Тейлора линеаризованные уравнения динамики БПЛА записывается в виде:

$$\begin{cases} \Delta \dot{x} = \Delta V_x, \\ \Delta \dot{y} = \Delta V_y, \\ \Delta \dot{z} = \Delta V_z, \\ \Delta \dot{V}_x = \frac{U_1}{m} \cdot \Delta \theta + \frac{1}{m} \cdot \Delta U_1, \\ \Delta \dot{V}_y = \frac{U_1}{m} \cdot \Delta \varphi - \frac{\Delta U_1}{m}, \\ \Delta \dot{V}_z = -g + \frac{\Delta U_1}{m}. \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta \dot{\phi} = \Delta \omega_x, \\ \Delta \dot{\theta} = \Delta \omega_y, \\ \Delta \dot{\psi} = \Delta \omega_z, \\ \Delta \dot{\omega}_x = \frac{1}{J_x} \cdot \Delta U_2, \\ \Delta \dot{\omega}_y = \frac{1}{J_y} \cdot \Delta U_3, \\ \Delta \dot{\omega}_z = \frac{1}{J_z} \cdot \Delta U_4 \end{cases} \quad (7)$$

Анализ динамических свойств БПЛА как объекта управления осуществляется на основе именно этих уравнений. Для дальнейшего расчета динамики полета системы управления БПЛА (квадрокоптера) используем оптимальный метод с помощью матрицы объекта и управления из линеаризованной системы.

Список литературы

1. Афанасьев П.П. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования. Под ред. И.С. Голубева и И.К. Туркина – изд. 2-е. – М.: Изд-во МАИ, 2009.
2. Anders Friis Sørensen. Autonomous Control of a Miniature. Quadrotor Following Fast Trajectories. 2010, 98 p.
3. Лебедев А. А., Чернобровкин Л.С., Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, переработанное и доп. М., «Машиностроение», 1973. – 616 с.
4. Красильщиков М. Н., Себрякова Г. Г. Управление и наведение БЛА на основе современных информационных технологий. – М.:Физматлит, 2003. – 280 с.

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Малина М.О., Марков В.И., Петров А.Н., Рожин Д.В.

ФГБОУ ВО ПетрГУ Институт лесных, инженерных и строительных наук, РФ, г.Петрозаводск

Автомобильные дороги предназначены для безопасного движения транспортных средств с установленными скоростями, нагрузками и интенсивностью. Для этого на стадии проектирования задаются параметры дорог, которые должны обеспечивать высокие транспортно-эксплуатационные свойства в течении всего срока службы дороги. От качества строительства и соответствия принятых проектных решений условиям района прохождения трассы зависит качество дороги. Однако в процессе эксплуатации дорог под воздействием природно-климатических факторов и нагрузок от транспортных средств на дорожном покрытии появляются следующие виды дефектов: выбоины, колея, сдвиги, наплывы, трещины. В связи с этим создают дорожные службы, осуществляющие комплекс работ и мероприятий по содержанию и ремонту, основной целью которых является поддержание технического уровня на первоначальном, либо заданном уровне [4].

Срок службы дорожных покрытий автомобильных дорог зависит от большого количества факторов: интенсивность и состав движения, конструкция дорожной одежды, грунтовые, гидрологические и климатические условия. Температурные воздействия играют важную роль, особенно на участках с интенсивным и тяжеловесным движением в летний период. Значительные колебания температур в осенний период способствуют возникновению значительных напряжений в дорожном покрытии, что приводит к образованию поперечных (температурных) трещин. Таким образом, для планирования мероприятий по ремонту и содержанию дорог необходимо знать температурные режимы работы дорожного покрытия. Применение методов прогнозирования образования и развития дефектов дорожных покрытий предполагает использование конкретных параметров физико-механических свойств материалов, которые зависят от температуры [3].

В настоящее время все большее распространение получают автоматические дорожные метеостанции (АДМС), которые позволяют получать большой объем данных о режиме работы дорожных покрытий и

оснований: температура окружающего воздуха, покрытия, основания, наличие осадков, состояние покрытия. АДМС устанавливаются, как правило, на дорогах федерального значения и их количество на дорогах местного значения недостаточно, либо они отсутствуют. В тоже время, существует значительное количество стационарных метеостанций, расположенных в городах, фиксирующих температуру окружающего воздуха. Эти данные могут быть использованы для оценки изменения температуры покрытия. Как указано в [2], температура дорожного покрытия является функцией температуры воздуха, солнечной радиации, скорости ветра, осадков и т.д. Для определения расчетных температур работы покрытий предложено большое количество зависимостей. Так, в методе «Supergave» температуру покрытия в зимний период предложено определять по следующей зависимости [1]:

$$T_{\min} = 0.859T_{\min}^e + 1.7 \quad (1)$$

Для условий республики Карелия авторами [1] предложено использовать зависимость:

$$T_{\min} = 0.904T_{\min}^e + 0.68 \quad (2)$$

По данным Ковалева Я.Н., минимальная температура асфальтобетонного покрытия определяется по формуле:

$$T_{\min} = 0.7T_{\min}^e \quad (3)$$

Были проведены исследования с целью определения возможности применения указанных зависимостей для прогнозирования температурного режима работы покрытий дорог в Мурманской области и республике Карелия. В результате проведения исследований, были собраны данные по температуре воздуха и температуре дорожного покрытия в зимний период как в Мурманской области, так и на участках дорог в республике Карелия (Рисунок 1).

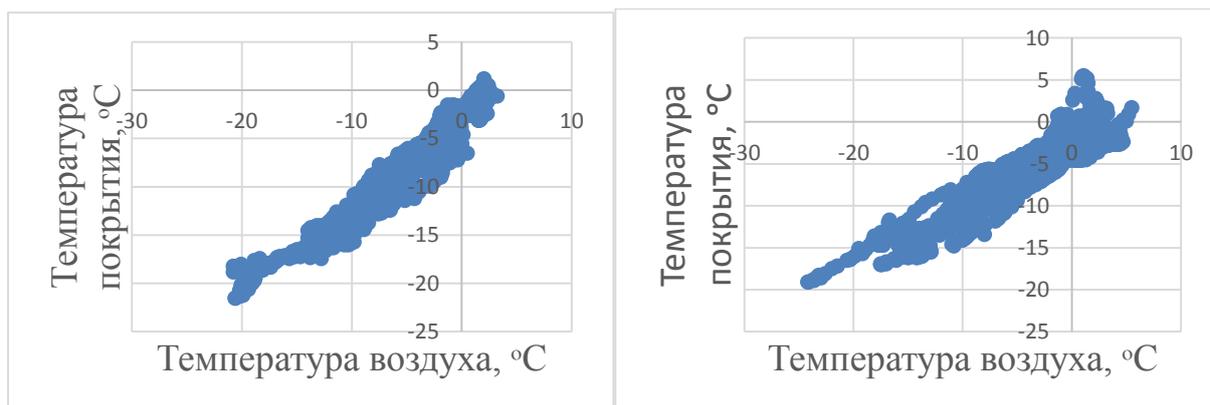


Рис.1. Данные наблюдений за температурой в Мурманской области (слева) и республике Карелия (справа).

Согласно обработки полученных данных установлено, что величина средней ошибки определения температуры по зависимости (1) $\Delta_{cp} = -0,53^{\circ}\text{C}$, по зависимости (2) $\Delta_{cp} = 0^{\circ}\text{C}$, по зависимости (3) $\Delta_{cp} = 2,87^{\circ}\text{C}$; среднеквадратическое отклонение ошибок для зависимости (1) – $1,13^{\circ}\text{C}$, (2) – $1,08^{\circ}\text{C}$, (3) – $1,85^{\circ}\text{C}$. Результаты расчетов показывают, что зависимость (2) достаточно точно описывает экспериментальные данные и позволяет прогнозировать изменение температуры дорожного покрытия в зависимости от колебаний температуры воздуха как для условий республики Карелия, так и Мурманской области.

В осенний период представляет интерес как температура дорожного покрытия, так и возможность прогнозирования образования зимней скользкости. Предполагается, что вода, находящаяся на дорожном покрытии, замерзает при понижении температуры ниже 0°C .

Возможность применения зависимостей (1), (2), (3) для прогнозирования изменения температуры покрытия в осенний период также была проверена. Для этого произведены полевые наблюдения в октябре на участках дорог республики Карелия и Мурманской области. Согласно обработки полученных данных установлено, что величина средней ошибки определения температуры по зависимости (1) $\Delta_{cp} = -1,92^{\circ}\text{C}$, по зависимости (2) $\Delta_{cp} = -0,77^{\circ}\text{C}$, по зависимости (3) $\Delta_{cp} = -0,68^{\circ}\text{C}$; среднеквадратическое отклонение ошибок для зависимости (1) – $1,25^{\circ}\text{C}$, (2) – $1,21^{\circ}\text{C}$, (3) – $1,51^{\circ}\text{C}$.

Согласно обработки экспериментальных данных определено, что за октябрь на обследуемом участке дороги в Республике Карелия температура покрытия понижалась до отрицательного значения 12 раз, для участка

дороги в Мурманской области – 12. В Табл.1 приведены данные расчетов количества случаев понижения температуры до отрицательных значений по зависимостям (1), (2), (3).

Таблица 1

Сопоставление фактических и аналитических данных расчета случаев понижения температуры покрытия.

| Расположение участка дороги | Количество случаев понижения температуры покрытия до отрицательных значений | | | |
|-----------------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| | фактическое | по зависимости (1) | по зависимости (2) | по зависимости (3) |
| Республика Карелия | 12 | 16 | 12 | 8 |
| Мурманская область | 12 | 20 | 10 | 8 |

Результаты расчетов, представленные в Табл.1, показывают, что зависимость (2) достаточно точно позволяет прогнозировать понижение температуры покрытия до отрицательных значений. Это может послужить для прогнозирования условий образования скользкости как для республики Карелия, так и для Мурманской области.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- 1). Зависимость (2) позволяет прогнозировать изменение температуры покрытия на основании данных о температуре окружающего воздуха.
- 2). Зависимость (2) может быть использована как на территории республики Карелия, так и для условий Мурманской области.
- 3). Зависимость (2) позволяет прогнозировать условия образования зимней скользкости.

Список литературы

1. Винокурова Т.Г. Анализ температурных условий работы дорожных покрытий лесовозных дорог / Т.Г. Винокурова, В.И. Марков, А.Н. Петров // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Всероссийской научно практической конференции с международным участием. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2015. – 140 с.
2. Кирюхин Г.Н. Температурные режимы работы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / Г.Н. Кирюхин. // Дороги и мосты. – М., 2014. – № 30. – С. 309-328.
3. Питухин, А.В. Оценка надежности дорожного покрытия при воздействии предельной нагрузки с позиции механики разрушения / А. В. Питухин, А. Н. Петров, А.В. Степанов. – Ученые записки ПетрГУ. – 2013. – №8. – С. 81-83.
4. Проектирование, строительство, содержание и ремонт лесных дорог: учебное пособие для студентов / авт.-сост. В.К. Катаров [и др.]. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. – 92 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНЫХ И ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ФУНДАМЕНТА ПОД ОБОРУДОВАНИЕ С НЕУРАВНОВЕШЕННЫМИ МАССАМИ

Муморцев А.Н., Литиков А.П., Элекина Е.Н.

СГАСУ, РФ, г.Самара

Рассматривается массивный фундамент под механическое оборудование, содержащее не сбалансированные детали, создающие в процессе эксплуатации динамические нагрузки.

Предполагается дать оценку влияния этих нагрузок на состояние фундамента.

а) Постановка задачи. Обозначения.

Твердое тело «D» опирается на горизонтальное упругое основание по плоской фигуре Σ , площадь которой S. Данное тело находится под воздействием следующих нагрузок:

- собственный вес ($g \cdot M$),
- реакции упругого основания,
- возмущающие периодические силы, создаваемые оборудованием.

Требуется составить уравнения свободных и вынужденных колебаний массива «D» и определить их частоты.

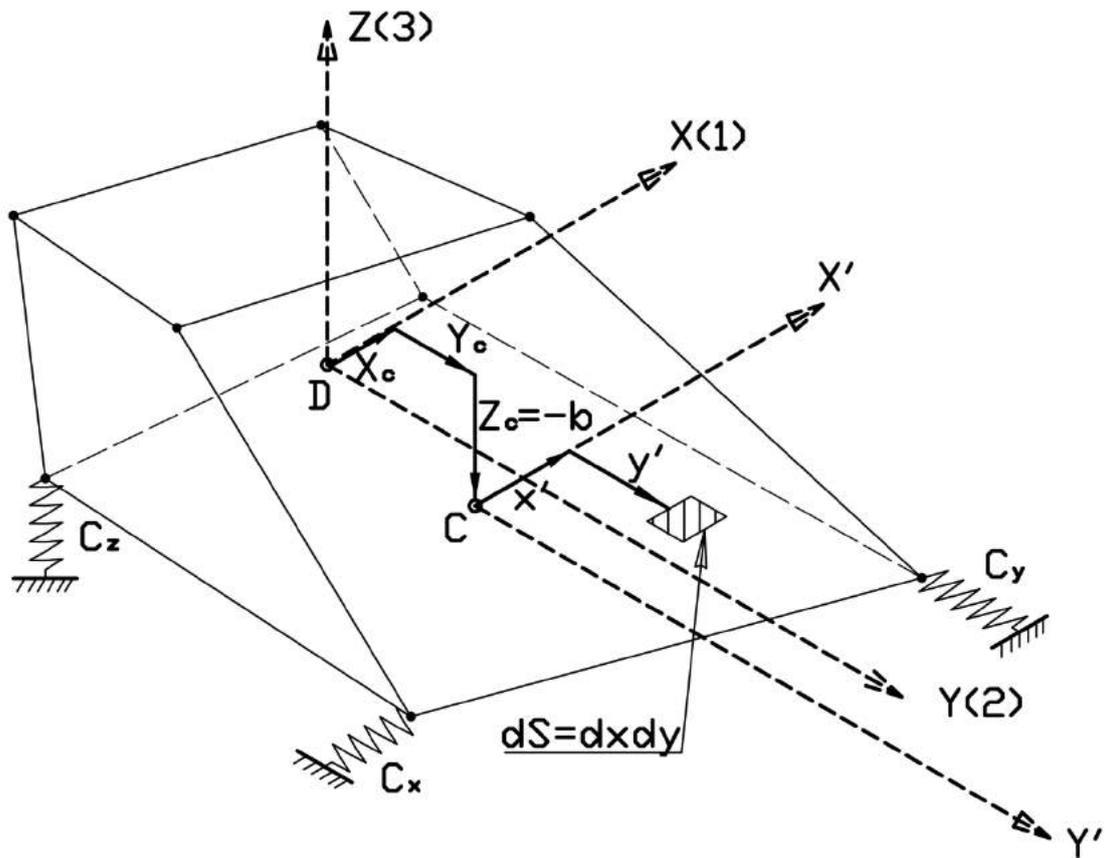


Рис.1. Расчетная схема массива

Обозначения:

- X, Y, Z – главные центральные оси инерции фундамента с началом отсчета в его центре масс «D»;
- x, y, z и u, v, ω – соответственно, координаты и перемещения произвольной точки внутри основания Σ, причем $z = \text{const} = -b$;
- C – центр тяжести основания, его координаты $x_c, y_c, Z_c = -b$
- X', Y' – центральные оси контура Σ, параллельные главным центральным осям инерции массива;
- $x' = x - x_c, -y' = y - y_c$ и $z' = 0$ – координаты произвольной точки основания Σ в системе осей X', Y'; (Рисунок 1)

- u_D, v_D, ω_D и $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, – малые линейные перемещения центра масс «D» и угловые перемещения массива «D» вокруг осей X(1), Y(2) и Z(3);
- M, I₁, I₂, I₃, – масса тела «D» и соответственно его главные осевые моменты инерции;
- $c_x = c_y$ и c_z – коэффициенты постели основания (упругий сдвиг и проседание) в направлении главных осей инерции массива.

б) Реакция упругого основания.

В соответствии с принятой моделью Винклера [1, 3] элементарная площадка внутри основания Σ нагружена двумя сдвигающими и одной вертикальной силами опора грунта:

$$dF_x = c_x \cdot u \cdot dS, \quad dF_y = c_y \cdot v \cdot dS \quad \text{и} \quad dF_z = c_z \cdot \omega \cdot dS,$$

где $dS = dx dy$.

Перемещения произвольной площадки в основании с перемещениями центра масс «D» связаны следующими соотношениями:

$$u = u_D + \varphi_2 \cdot z - \varphi_3 \cdot y, \quad v = u_D + \varphi_3 \cdot x - \varphi_1 \cdot z, \quad \omega = \omega_D + \varphi_1 \cdot y - \varphi_2 \cdot z, \quad (1)$$

Интегрируя по площади S элементарные опорные силы, действующие внутри контура, получим:

$$F_x = \int_S c_x u dx dy, \quad F_y = \int_S c_y v dx dy, \quad F_z = \int_S c_z \omega dx dy,$$

5] После переноса этих сил в центре масс «D» реакция упругого основания представляется: (с учетом (1)) [4,

- тремя компонентами главного вектора:

$$\begin{aligned} F_x &= -C_x(u_D + \varphi_2 z_c - \varphi_3 y_c) \\ F_y &= -C_y(v_D + \varphi_3 x_c - \varphi_1 z_c) \\ F_z &= -C_z(\omega_D + \varphi_1 y_c - \varphi_2 x_c) \end{aligned} \quad (2)$$

где: $C_x = c_x \cdot S$, $C_y = c_y \cdot S$, $C_z = c_z \cdot S$,

- тремя компонентами вектора главного момента:

$$\begin{aligned} L_x &= -\left\{ C_z \cdot \omega_D \cdot y_c - C_y \cdot v_D \cdot z_c + \left(C_z \cdot \overline{p_2}^2 + C_y \cdot \overline{p_3}^2 \right) \cdot \varphi_1 - C_z \cdot \overline{p_{12}}^2 \cdot \varphi_2 - C_y \cdot \overline{p_{13}}^2 \cdot \varphi_3 \right\} \\ L_y &= -\left\{ C_x \cdot u_D \cdot z_c - C_z \cdot \omega_D \cdot x_c + \left(C_x \cdot \overline{p_3}^2 + C_z \cdot \overline{p_1}^2 \right) \cdot \varphi_2 - C_x \cdot \overline{p_{23}}^2 \cdot \varphi_3 - C_z \cdot \overline{p_{21}}^2 \cdot \varphi_1 \right\} \\ L_z &= -\left\{ C_y \cdot v_D \cdot x_c - C_x \cdot u_D \cdot y_c + \left(C_z \cdot \overline{p_1}^2 + C_x \cdot \overline{p_2}^2 \right) \cdot \varphi_3 - C_y \cdot \overline{p_{31}}^2 \cdot \varphi_1 - C_x \cdot \overline{p_{32}}^2 \cdot \varphi_2 \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

При выводе соотношений (3) были использованы обозначения:

$$S \cdot \overline{p_1}^2 = \int_S x^2 dS, \quad S \cdot \overline{p_{12}}^2 = \int_S x \cdot y dS, \quad \text{и т.д. } (dS = dx dy).$$

Здесь «векторы-радиусы» представляются такими соотношениями:

$$\begin{aligned} \overline{p_{12}}^2 &= p_{12}^2 + x_c \cdot y_c, \quad \overline{p_{23}}^2 = p_{23}^2 + y_c \cdot z_c, \quad \overline{p_{31}}^2 = p_{31}^2 + z_c \cdot x_c, \\ \overline{p_1}^2 &= p_1^2 + x_c^2, \quad \overline{p_2}^2 = p_2^2 + y_c^2, \quad \overline{p_3}^2 = p_3^2 + z_c^2, \end{aligned} \quad (4)$$

После приведения реакции упругого основания к центру масс «D» составляются следующие уравнения движения.

в) Уравнения малых колебаний массива

С учетом некоторых допущений (предполагается, что масса оборудования мала по сравнению с массой фундамент) малые колебания представляются следующими уравнениями:

- уравнения движения центра масс:

$$M \cdot \ddot{u}_D = F_x + A_x(t), \quad M \cdot \ddot{v}_D = F_y + A_y(t), \quad M \cdot \ddot{\omega}_D = F_z + A_z(t), \quad (5,a)$$

- уравнения вращения (моментов количества движения):

$$I_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 = L_x + M_x(t), \quad I_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 = L_y + M_y(t), \quad I_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 = L_z + M_z(t), \quad (5,b)$$

Правые части этих уравнений $A_x \dots, M_x \dots$ обозначают проекции возмущающих сил (периодические силы инерции от движущихся частей оборудования) и моментов этих сил на главные центральные оси инерции массива.

Как было отмечено, масса оборудования пренебрежимо мала по сравнению с массой «D», кроме того, малые наклоны осей инерции при колебании позволяют пренебречь кориолисовыми силами инерции.

Предполагается, что «возмущающие» усилия $A_i(t)$ и $M_i(t)$, $i = x, y, z$ являются периодическими и могут быть представлены бесконечными рядами Фурье [6]:

$$\begin{aligned} A_x &= \sum_1^{\infty} \alpha_x^i \cos(p_i t + \beta_i), \quad A_y = \sum_1^{\infty} \alpha_y^i \cos(p_i t + \beta_i), \quad A_z = \sum_1^{\infty} \alpha_z^i \cos(p_i t + \beta_i), \\ M_x &= \sum_1^{\infty} \mu_x^i \cos(p_i t + \beta_i), \quad M_y = \sum_1^{\infty} \mu_y^i \cos(p_i t + \beta_i), \quad M_z = \sum_1^{\infty} \mu_z^i \cos(p_i t + \beta_i), \end{aligned} \quad (6)$$

Таким образом, задача о колебаниях фундамента сведена к решению системы связанных между собой дифференциальных уравнений (5), правая часть которых (6) дает возможность учесть внешние воздействия.

г) Частоты собственных колебаний массива, частные случаи.

В самом общем случае уравнения свободных колебаний массива представляют систему связанных друг с другом шести однородных дифференциальных уравнений. Как правило, малые колебания могут быть представлены бесконечными sin-ус преобразованиями Фурье [6].

Приравняв равным нулю определитель такой системы и решив его получаем значения частот собственных колебаний.

Порядок системы уравнений и, соответственно, порядок определителя зависит от конфигурации массива и его основания. Возможны частные случаи, например:

г.1) Оси основания X', Y' являются главными осями фигуры $\sum(p_{12} = 0)$.

Кроме того центр масс D массива проектируется в точку D' основания так, что $\overline{CD'}$ параллельно оси X . В этом случае: $y_c = 0$, $\overline{CD'} = x_c$, $\overline{p_{12}} = \overline{p_{23}} = 0$, $\overline{p_2} = p_2^2$. Как следствие, дифференциальные уравнения свободных колебаний распадаются на две группы:

$$\left\{ \begin{array}{l} m \cdot \ddot{u}_D + C_x \cdot u_D - C_x \cdot b \cdot \varphi_2 = 0 \\ I_1 \cdot \ddot{\varphi}_2 + [C_y \cdot b^2 + C_y \cdot (p_1^2 + x_c^2)] \cdot \varphi_2 - C_x \cdot b \cdot u_D - x_c \cdot C_z \cdot \omega_D = 0 \\ m \cdot \ddot{\omega}_D + C_y \cdot \omega_D - C_y \cdot x_c \cdot \varphi_2 = 0 \end{array} \right\} \quad \text{а/}$$

(7)

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + [C_z \cdot p_2^2 + C_y \cdot b^2] \cdot \varphi_1 + C_y \cdot b \cdot v_D - C_x \cdot z_c \cdot x_c \cdot \varphi_2 = 0 \\ m \cdot \ddot{v}_D + C_y \cdot v_D - C_y \cdot x_c \cdot \varphi_3 + C_y \cdot b \cdot \varphi_1 = 0 \\ I_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 + [C_y \cdot (p_1^2 + x_c^2) + C_x \cdot p_2^2] \cdot \varphi_2 + C_y \cdot x_c \cdot v_D - C_y \cdot z_c \cdot x_c \cdot \varphi_1 = 0 \end{array} \right\} \quad \text{б/}$$

Частоты свободных колебаний определяются двумя уравнениями третьей степени:

$$\Delta_a(\omega^2) = \begin{vmatrix} -M \cdot \omega^2 + C_x & -C_x \cdot b & 0 \\ -C_x \cdot b & -I_2 \cdot \omega^2 + C_x \cdot b + C_y \cdot (p_1^2 + x_c^2) & -C_z \cdot x_c \\ 0 & -C_z \cdot x_c & -M \cdot \omega^2 + C_z \end{vmatrix} \quad (7^*)$$

$$\Delta_b(\omega^2) = \begin{vmatrix} -M \cdot \omega^2 + C_y & C_y \cdot b & C_y \cdot x_c \\ C_y \cdot b & -I_1 \cdot \omega^2 + C_z \cdot p_2^2 + C_y \cdot b^2 & -C_y \cdot z_c \cdot x_c \\ C_y \cdot x_c & -C_y \cdot z_c \cdot x_c & -I_3 \cdot \omega^2 + C_y \cdot (p_1^2 + x_c^2) + C_x \cdot p_2^2 \end{vmatrix}$$

г.2) Если предположить, что центр масс D расположен над центром тяжести $C(x_c = 0)$ и добавить это условие к предыдущим, то система шести связанных уравнений распадается на две группы, каждая из которых содержит два уравнения и плюс еще два независимых уравнения:

$$\left\{ \begin{array}{l} M \cdot \ddot{u}_D + C_x \cdot u_D - C_x \cdot b \cdot \varphi_2 = 0 \\ I_1 \cdot \ddot{\varphi}_2 + (C_x \cdot b^2 + C_z \cdot p_1^2) \cdot \varphi_2 - C_x \cdot b \cdot u_D = 0 \end{array} \right\} \quad \text{а/}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m \cdot \ddot{v}_D + C_y \cdot v_D - C_y \cdot b \cdot \varphi_1 = 0 \\ I_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + (C_z \cdot p_2^2 + C_y \cdot b^2) \cdot \varphi_1 - C_y \cdot b \cdot \ddot{v}_D = 0 \end{array} \right\} \quad \text{б/} \quad (8)$$

$$M \cdot \ddot{\omega}_D + C_z \cdot \omega_D = 0 \quad \text{в/}$$

$$I_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 + (C_y \cdot p_1^2 + C_x \cdot p_2^2) \cdot \varphi_3 = 0 \quad \text{г/}$$

Решая два определителя второго порядка [7, 8] и два независимых уравнения, получаем шесть значений частот собственных колебаний:

$$\Delta_a(\omega^2) = \begin{vmatrix} -M \cdot \omega^2 + C_x & -C_x \cdot b \\ -C_x \cdot b & -I_2 \cdot \omega^2 + C_x \cdot b^2 + C_z \cdot p_1^2 \end{vmatrix} = 0 \quad \text{а/}$$

$$\Delta_{\dot{a}}(\omega^2) = \begin{vmatrix} -M \cdot \omega^2 + C_y & -C_y \cdot b \\ C_y \cdot b & -I_1 \cdot \omega^2 + C_y \cdot p_2^2 + C_y \cdot b^2 \end{vmatrix} = 0 \quad \text{б/} \quad (8^*)$$

$$-M \cdot \omega^2 + C_z = 0 \quad \text{в/}$$

$$-I_3 \cdot \omega^2 + C_y \cdot p_1^2 + C_x \cdot p_2^2 = 0 \quad \text{г/}$$

Уравнения в/ и г/ в (8 и 8*) определяют частоты собственных вертикальных и крутильных колебаний.

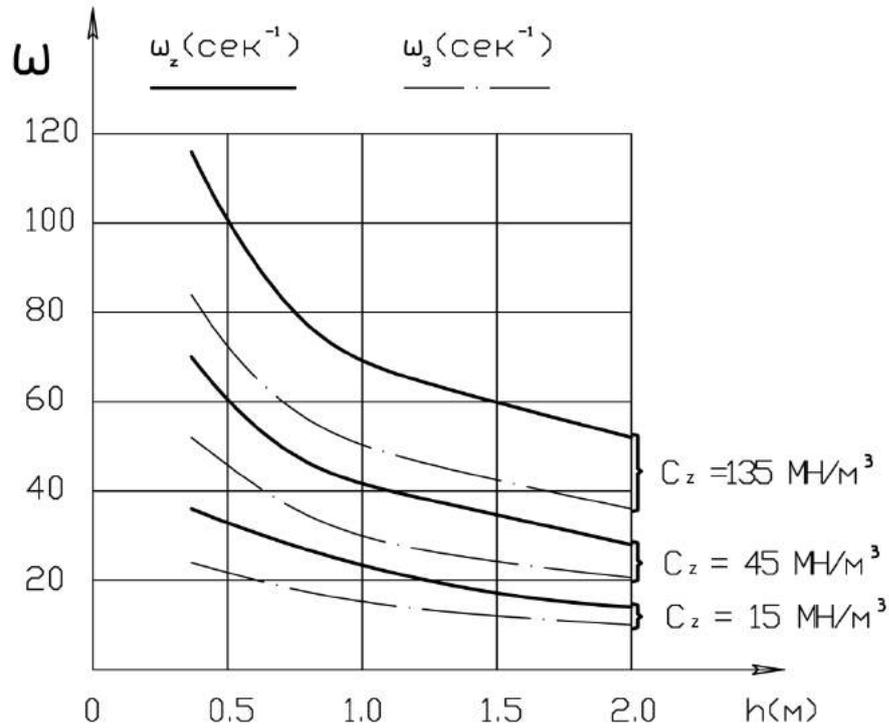


Рис.2. График значения частот первой формы вертикальных и крутильных колебаний фундамента
В качестве примера рассмотрен прямоугольный бетонный блок.

Материал: бетон $\gamma=25$ кН/м³.

Коэффициент постели грунта варьируется в следующих пределах:

-осадка: $C_z=(15\div 135)$ МН/м³.

-горизонтальный отпор: $C_x=C_y=(5\div 45)$ МН/м³.

Высота блока: $h=(0.4\div 2.0)$ м.

Площадь основания составляет часть, как инерционной характеристики массива, так и реакции упругого основания, поэтому частоты вертикальных колебаний и крутильных в горизонтальной плоскости являются функциями высоты блока.

д) Вынужденные колебания.

Для анализа вынужденных колебаний и выявления возможных зон резонанса линейные и угловые перемещения (амплитуды колебаний) представляются рядами [6]:

$$u_D = \sum_1^{\infty} U_i \cos(p_i t + \beta_i), \quad v_D = \sum_1^{\infty} V_i \cos(p_i t + \beta_i), \quad \omega_D = \sum_1^{\infty} W_i \cos(p_i t + \beta_i),$$

$$\varphi_1 = \sum_1^{\infty} \hat{O}_i^{(1)} \cdot \cos(p_i t + \beta_i), \quad \varphi_2 = \sum_1^{\infty} \hat{O}_i^{(2)} \cos(p_i t + \beta_i), \quad \varphi_3 = \sum_1^{\infty} \hat{O}_i^{(3)} \cos(p_i t + \beta_i), \quad (9)$$

Подстановкой (9) в соответствующие неоднородные уравнения (5) [9] с учетом разложений (6) получаем следующие формулы для определения коэффициентов $U_i \dots \Phi_3^i$, то есть амплитуд вынужденных колебаний:

$$U_i = \frac{\alpha_x^{(i)} \cdot (C_x \cdot b^2 + C_z \cdot p_1^2 - I_2 \cdot i^2 \cdot p^2) + \mu_y^{(i)} \cdot C_x \cdot b}{\Delta_a \cdot (i^2 \cdot p^2)},$$

$$\Phi_i^{(2)} = \frac{\alpha_x^{(i)} \cdot C_x \cdot b + \mu_y^{(i)} \cdot (C_x - M \cdot i^2 \cdot p^2)}{\Delta_a \cdot (i^2 \cdot p^2)},$$

$$V_i = \frac{\alpha_y^{(i)} \cdot (C_y \cdot b^2 + C_z \cdot p_2^2 - I_1 \cdot i^2 \cdot p^2) + \mu_x^{(i)} \cdot C_y \cdot b}{\Delta_a \cdot (i^2 \cdot p^2)}, \quad (10)$$

$$\Phi_i^{(1)} = \frac{-\alpha_n^{(i)} \cdot C_n \cdot b + \mu_u^{(i)} \cdot (C_x - i^2 \cdot p^2)}{\Delta_6 \cdot (i^2 \cdot p^2)},$$

$$W_i = \frac{-\alpha_z^{(i)}}{-M \cdot i^2 \cdot p^2 + C_z},$$

$$\Phi_i^{(3)} = \frac{\mu_z^{(i)}}{-I_3 \cdot i^2 \cdot p^2 + C_y \cdot p_1^2 + C_x \cdot p_2^2},$$

здесь $i = 1, 2, 3 \dots n$.

При частоте возмущающей нагрузки равной одной из частот собственных колебаний, знаменатели соответствующих выражений (10) обращаются в нуль, то есть фундамент попадает в зону резонанса.

Количество резонансных зон соответствует количеству гармонических составляющих возмущающих нагрузок. Всего таким образом оказываются возможными $6n$ случаев резонанса: $ip = w_1, \dots ip = w_6$ ($i = 1, 2, 3 \dots n$). [9]

Список литературы

1. ГОСТ Р 52892-2007. Вибрация и удар. Вибрация зданий. Измерение вибрации и оценка ее воздействия на конструкцию. Введен 27.12.2007 изд. М.: Стандартиформ, 2008.
2. Добров Э.М. Механика грунтов: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2008.
3. Жук В.В., Натансон Г.И. Тригонометрические ряды Фурье и элементы теории аппроксимации. Ленинград: Издательство Ленинград. ун-та, 1983.
4. Кадомцев М.И., Ляпин А.А., Тимофеев С.И. К вопросам построения эффективных алгоритмов расчета системы «сооружение-грунт» // Инженерный вестник Дона, 2012, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/719
5. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1980.
6. Справочник по специальным функциям. Под ред. Абрамовица М. и Стиган И. изд. М.: Наука, 1979.
7. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. Перевод с английского. 3-е изд. М.: КомКнига, 2007.
8. Филиппов С.Б. Колебания упругих систем. СПб.: 2002.

К ВОПРОСУ УСИЛЕНИЯ СБОРНОГО РЕБРИСТОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО НАСТИЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Воронин Я.В., Сухин К.А., Кузнецов Д.Г.

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», г.Волгоград

Аннотация

Сохранение несущих строительных конструкций при реконструкции и техническом перевооружении промышленных предприятий является сложной технической и актуальной экономической задачей. Зачастую изменение функционального назначения производственных зданий связано с увеличением нагрузки на перекрытие. В статье рассмотрен возможный метод и пример повышения несущей способности сборного ребристого железобетонного перекрытия.

Большинство строительных конструкций зданий и сооружений промышленных предприятий выработали свой ресурс и находятся в стадии ускоренной конструктивной деградации. Кроме того, некоторые объекты после длительного вывода из эксплуатации (без мероприятий по консервации) стараются сохранить и перепрофилировать. При этом собственники предприятий стараются максимально использовать ресурс существующих несущих конструкций. Вследствие чего перед инженерами-конструкторами ставится задача по частичной замене или усилению строительных конструкций зданий и сооружений.

Такая задача решалась при реконструкции производственного здания в г. Долгопрудный Московской области. После реконструкции подразумевается использовать здание по новому функциональному назначению, что приведет к увеличению нагрузок на перекрытие, и, как следствие, на иные несущие конструкции.

Общим и детальным обследованием строительных конструкций [1,2] было установлено, что здание трехэтажное, имеет сборный железобетонный каркас типовой серии ИИ20, узлы стыка поперечных ригелей и колонн жесткие. Настил перекрытия выполнен из сборных ребристых железобетонных панелей высотой 400 мм. Нормативные длительные временные нагрузки на перекрытие 1000 кг/м^2 , и постоянную 700 кг/м^2 (постоянная нагрузка включает вес ригеля, вес плит перекрытия, вес пола и вес перегородок).

Также в соответствии с отчетом об обследовании ряд сборных плит перекрытия имеют дефекты: разрушение защитного слоя бетона, растрескивание, оголение и корродирование арматуры. Коррозия арматуры, выявленная при проведении обследования, снижает несущую способность отдельных плит перекрытия до 50%.

Был проведен анализ пригодности строительных конструкций для эксплуатации при новом функциональном назначении здания на основании, которого было принято решение об усилении сборных ребристых плит перекрытия способом увеличения сечения.

В данной статье рассматривается вопрос об усилении одного из элементов перекрытия, а именно ребристой плиты перекрытия. Методы усиления плит перекрытий известны, «ручной» расчет апробирован [3], в данной же работе рассматривается вопрос о компьютерном расчете усиления конструкции с тем, чтобы учесть величину загрузки перекрытия вследствие неоднородности функционального назначения помещений, расстановки технологического оборудования, а также различного уровня несущей способности плит перекрытия, определяемого условиями, сроком и особенностями эксплуатации сооружения.

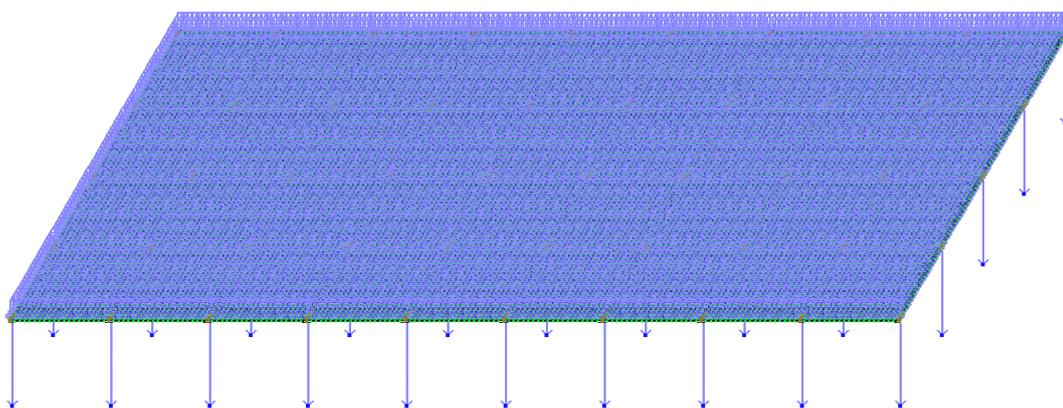


Рис.1. Фрагмент схемы дискретизации на конечные элементы здания

В расчетной схеме плиты перекрытий моделируются стержневыми конечными элементами таврового сечения с размерами, эквивалентными реальной плите. В точках опирания плит на ригели введены шарниры, обеспечивающие «разрезный» принцип их работы. Пластинчатые элементы в расчетной схеме выполнены для облегчения прикладывания нагрузок и имеют «нулевую» жесткость и собственный вес. Ниже приведены результаты расчетов в виде требуемого армирования сборных плит перекрытий и конструкций усиления.

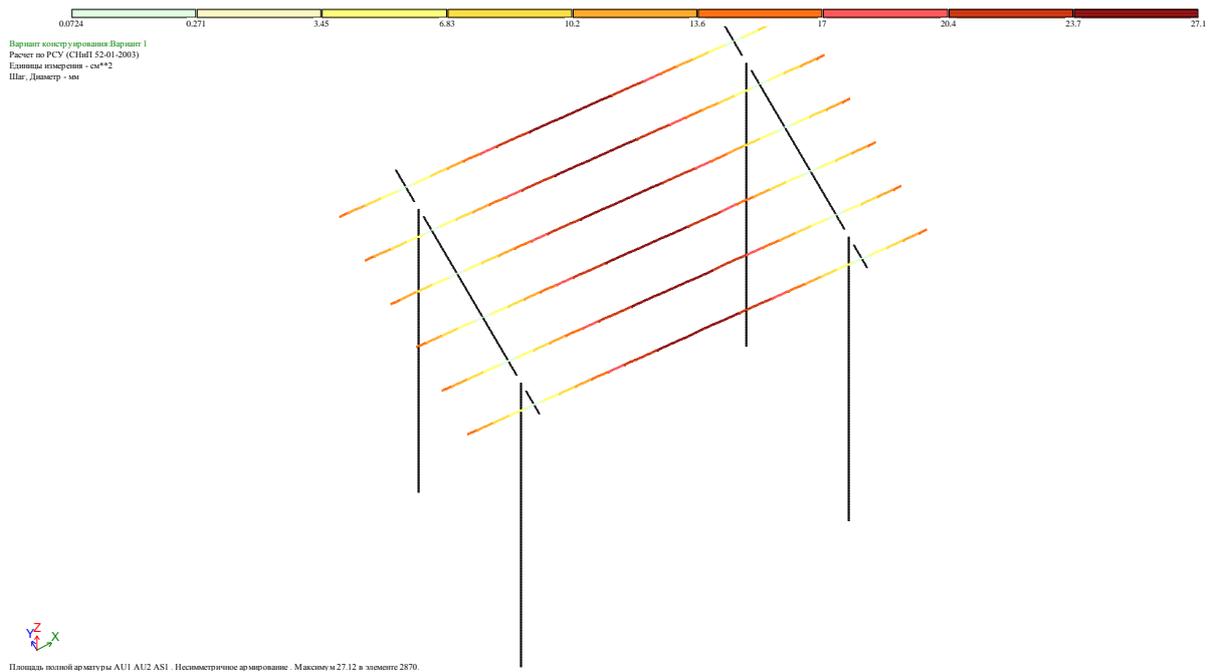


Рис.2. Требуемое нижнее армирование ребер рядовых плит перекрытия на «новые» нагрузки (без усиления)

Учитывая уровень армирования ребер плит перекрытия в 4Ø20А-III (4Ø22А-III) с площадью арматуры 12,57 (15,21) см², существует значительный перегруз существующего перекрытия.

Предлагается произвести усиление путем устройства в пространстве между ребрами плит перекрытия дополнительных монолитных балок, с высотой ≈350 мм с одновременным устройством железобетонной плиты толщиной 50 мм по полкам сборных плит.

Рассматривалось два варианта усиления:

- с усилением по разрезной схеме (вариант 1);
- с усилением по неразрезной схеме (вариант 2).

Результаты требуемого армирования как конструкций усиления, так и существующих конструкций (ребер плит перекрытия) приведены ниже.

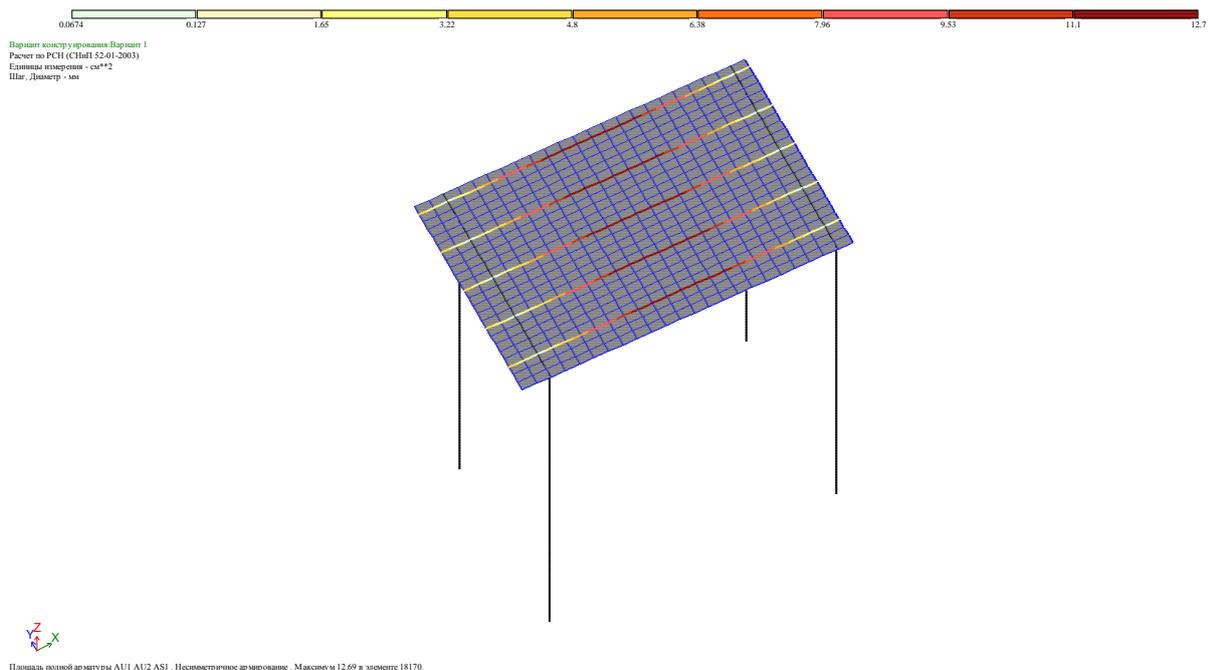


Рис.3. Требуемое нижнее армирование усиления (вариант 1)

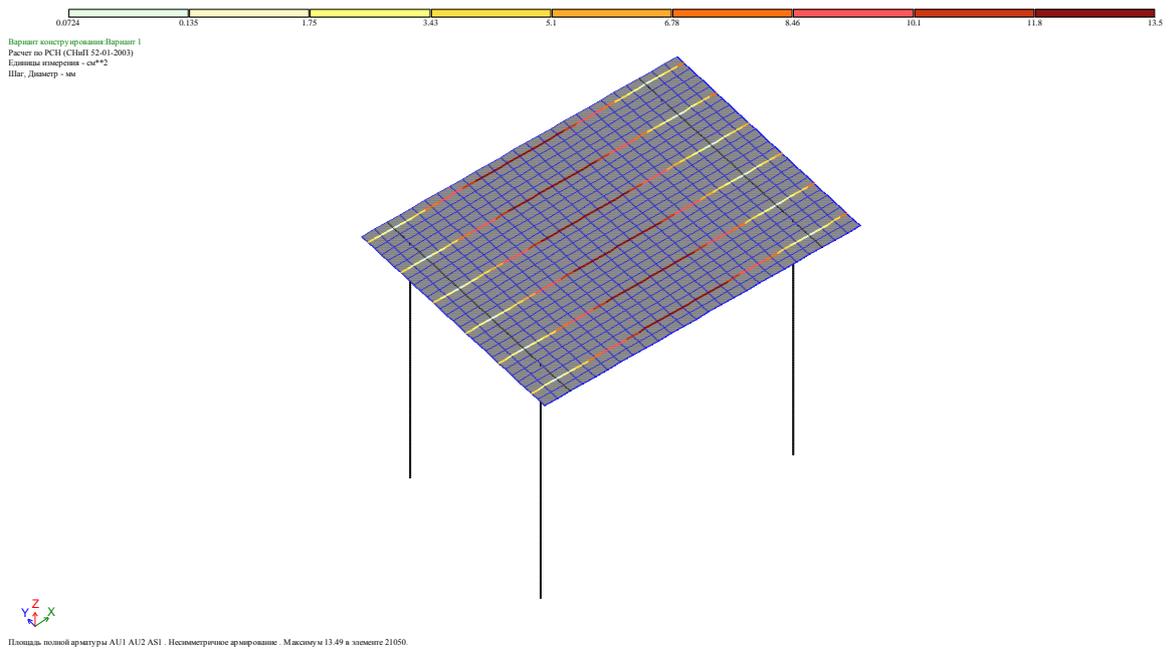


Рис.4. Требуемое нижнее армирование ребер рядовых плит перекрытий (вариант 1)

Уменьшение несущей способности существующих плит перекрытия даже в рамках «упругого» расчета моделируется уменьшением жесткости (модуля деформаций) элемента, причём таким методом можно провести выборочное уменьшение несущей способности элемента даже без проведения громоздкого нелинейного расчета. Результаты расчетов по «разрезной» схеме показывают возможность усиления по данному варианту.

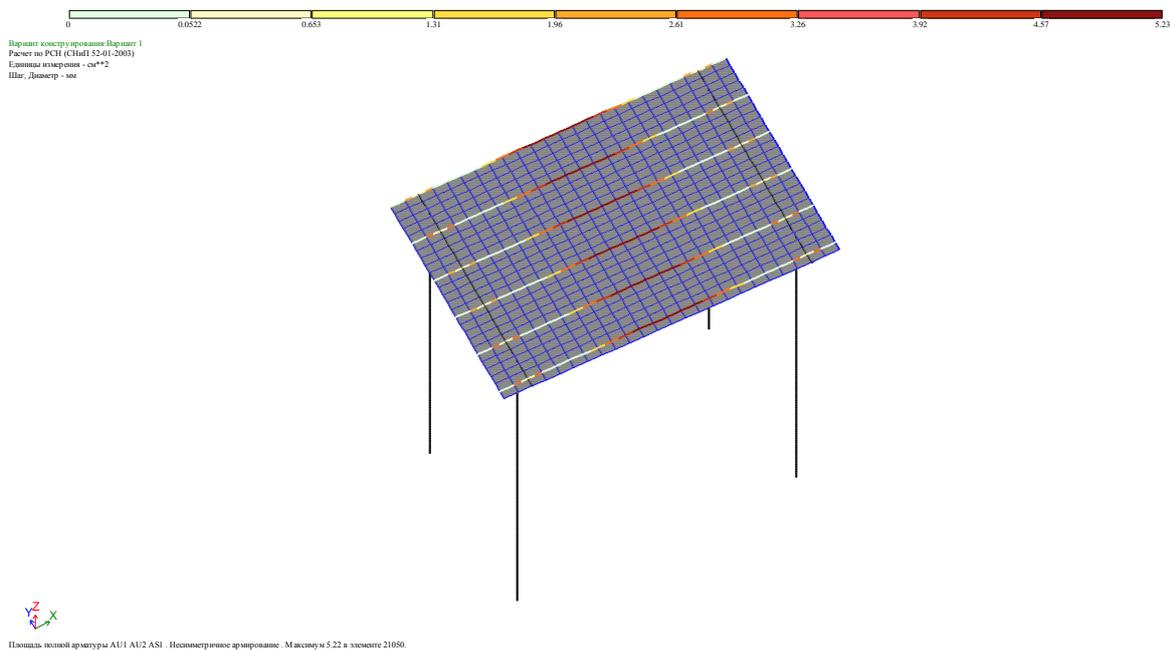


Рис.5. Требуемое нижнее армирование ребер рядовых плит перекрытий (вариант 2)

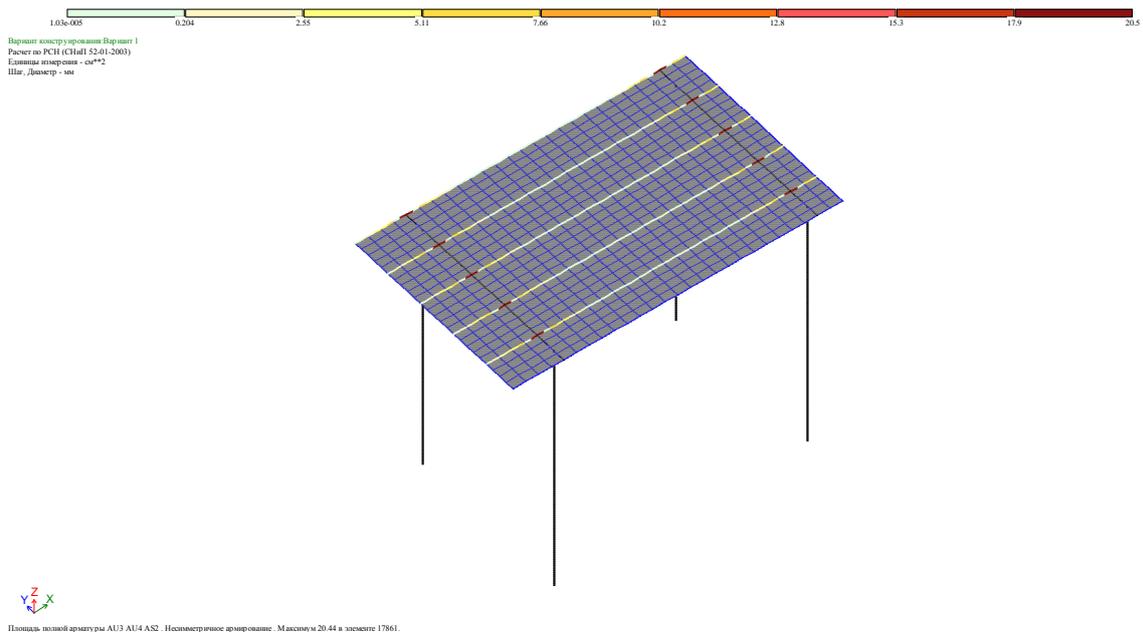


Рис.6. Требуемое верхнее армирование усиления (вариант 2)

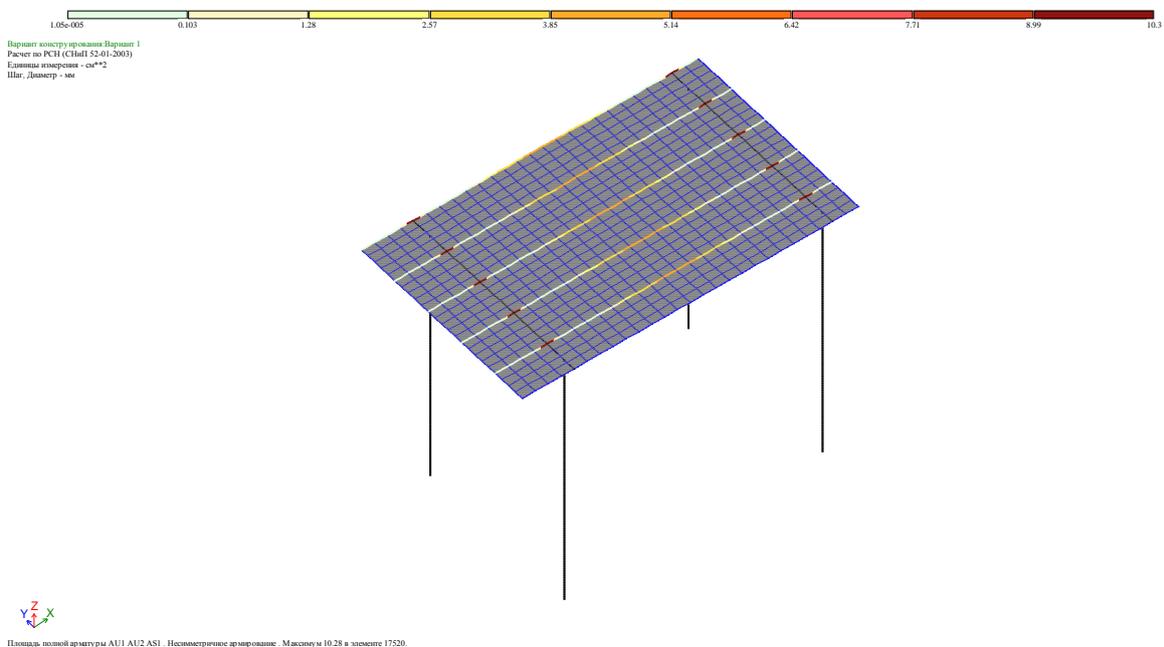


Рис.7. Требуемое нижнее армирование усиления (вариант 2)

Следует отметить, что предложенные способы усиления возможны при учете следующих факторов:

- работы по усилению несущих конструкций требуют высокой производственной дисциплины и опыта исполнителей, а также тщательного контроля качества;
- следует учитывать, что данный метод усиления приводит к существенному утяжелению плит и, как следствие, увеличению нагрузок на все ниже расположенные конструкции, вплоть до фундаментов.
- технология усиления железобетоном требует мокрых процессов, в большинстве случаев устройства опалубки и времени для набора бетоном проектной прочности, что неизбежно приводит к продолжительному выводу из эксплуатации помещений или их отдельных участков.

Исходя из решения данной инженерной задачи можно сделать следующие выводы:

1. Расчет по «разрезному» варианту показывает возможность производства данного усиления.
2. Результаты расчета по «неразрезному» варианту показывают значительный эффект по «разгрузке» существующих конструкций, но при этом приводят к значительному перенапряжению в бетоне небольшой по площади сжатой зоны опорного узла, которое требует введения двойного армирования, что в условиях применения поперечного ригеля таврового сечения сложно технологически.

3. Устройство монолитной железобетонной плиты усиления позволило повысить не только несущую способность, но и жесткость перекрытия.

4. Реализация данного метода усиления позволила избежать трудоёмких демонтажных работ и сократить сроки строительно-монтажных работ.

Список литературы

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М.: Стандартинформ, 2011. – 89 с.
2. СП 13-102-2003*. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений / Госстрой России. - М.: ФГУП "ФЦС" 2011. – 31 с.
3. СП 63.13330.2010. Бетонные и железобетонные конструкции. Актуализированная версия СНиП 52-01-2003 / Минрегион России. - М.: ФГУ ФЦС 2012. – 280 с.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ТУРИЗМА, ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛОСТНОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Мироненко Н.И.

Магистр Воронежского ГАСУ, РФ, г.Воронеж

Богатое культурное наследие и природное разнообразие ставит Россию на заметное место в мире среди стран с потенциальным ростом туризма. Рассматривая туризм как многофункциональную структуру можно выделить основные функции, которые можно разделить на несколько групп:

- познавательно-образовательная – получение и пополнение знаний, знакомство с природой, историей, культурой как своего региона и страны, так и других стран и народов;
- воспитательная функция – формирование моральных, нравственных и эстетических качеств, прививание любви к окружающему миру, включая свой собственный вид;
- культурная функция – повышение культурного уровня граждан;
- оздоровительно-релаксационная функция – использование благотворного воздействия природных факторов для поддержания и восстановления физического, умственного, психического, эмоционального состояния организма, развитие адаптационных возможностей, восстановление трудоспособности;
- спортивная функция – специальная подготовка по туристской технике, способствующая укреплению общей физической подготовки, а также развитию разных сторон физического здоровья [4].

Лидирующее место в мировой экономике занимает туризм, являясь в некоторых странах основной статьёй национального дохода. Так, по прогнозам аналитиков, в XXI в. эта отрасль будет являться наиболее перспективной сферой мировой экономики по устойчивости темпов развития. При развитии туристической отрасли будет задействовано до 10% всей рабочей сферы.

Для характеристики туристической привлекательности региона можно определить следующие позиции: выгодное геополитическое и географическое положение, следовательно транспортная доступность не только региона, но и туристических объектов, политическая и социальная стабильность, благоприятные природно-климатические условия, историческое и культурное наследие, проведение событийных мероприятий регионального и всероссийского значения [1].

Историко-культурное наследие является одним из главенствующих элементов туристско-рекреационного потенциала региона. Образованные культурно-историческими объектами пространства в известной мере определяют локализацию туристских потоков и направления экскурсионных маршрутов. По оценке Минспорттуризма России по уровню посещаемости туристами с культурно-познавательными целями Воронежская область входит в десятку ведущих регионов ЦФО и СЗФО. Данный вид туристских посещений региона является наиболее распространенным и составляет около 50 процентов внутреннего туристического потока. ГУК «Природный, архитектурно-археологический музей-заповедник «Дивногорье», ГУК «Археологический музей-заповедник «Костёнки», Дворцовый комплекс «Замок Ольденбургских», Хреновской конезавод, музеи и памятные места г. Воронежа являются наиболее известными и посещаемыми объектами, обслуживающими региональный туристический поток, включающий в себя в основном жителей Воронежской области, ЦФО, Москвы, Санкт-Петербурга [5].

Выгодное геополитическое положение, развитая транспортная инфраструктура Воронежской области

обеспечивают высокую доступность региональных туристских ресурсов, что является серьезным конкурентным преимуществом в сфере развития внутреннего туризма. Через областной центр проходят автомобильные трассы: Москва - Ростов, Москва - Астрахань, Курск – Саратов. [3]. Формирование придорожных туристических комплексов, помимо существующего обслуживания, будет играть важную роль в организации внутреннего туризма и предоставления информации о рекреационных объектах для приезжих, что послужит увеличению спроса и развитию культурно-образовательных возможностей региона.

Рекреационный потенциал не развит в полной мере, что обусловлено следующими причинами, в первую очередь это:

- отсутствие целостного подхода к управлению туристской отраслью (программы развития туристической сферы на разных государственных и муниципальных уровнях управления);

- уровень бюджетного финансирования;

- неудовлетворительное состояние большинства туристских объектов, которые существуют только в виде ресурса, и не являются полноценными объектами туристского показа (необходимость реконструкции, реставрации объектов культурного наследия, проектирования новых градообразующих объектов рекреации);

- низкий уровень развития инфраструктуры и сервиса (гостиницы, организации общественного питания, пассажирского транспорта, объектов придорожного обслуживания туристов), как следствие невысокая емкость существующих туристских объектов, отсутствие туристического потока;

- отсутствие федерального законодательства, регламентирующего функционирование региональной туристской отрасли;

- отсутствие привлекательных инвестиционных проектов, низкий уровень инвестирования в основной капитал в туристской сфере (необходимость экономического обоснования проектов, демографического анализа, экологического, анализ существующих объектов рекреационного значения, ячеиковая конкурентоспособность туристической деятельности региона);

- слабое имиджевое продвижение Воронежской области как привлекательной туристской единицы [2].

Для формирования города как целостной рекреационной системы необходимо существование следующих подсистем:

1. Подсистема аттрактивных объектов (достопримечательности архитектуры, объекты историко-культурного наследия и градостроительства и т.д.);

2. Подсистема обслуживания туристов (сеть отелей, гостиниц, ресторанов, кафе-баров, придорожных туристических комплексов, магазинов туристической сувенирной продукции и др.);

3. Подсистема объектов досуга (выставочные залы, кинотеатры, театры, спортивные комплексы, торгово-развлекательные центры, аттракционы, аквапарки, зоологические и ботанические сады и т.д.);

4. Подсистема транспортного обслуживания (туристические автобусы, развитая система стоянок группового и индивидуального транспорта, пешеходные зоны в исторических центрах города, места концентрации туристов и др.);

5. Подсистема информационных указателей (рекламные, информационные щиты о туристических объектах, подробная информация о движении общественного транспорта, направляющие условные знаки и т.д.);

Выше изложены основные подсистемы обеспечения рекреационной деятельности с точки зрения градостроительных требований, которые применимы к каждому региону. Но задача целостного формирования и существования рекреационной деятельности городов выступает не только как градостроительная, а прежде всего социальная и экономическая, которая должна решаться как на общегосударственном, так и на региональном и районном уровнях.

Список литературы

1. Винокуров М.А. Развитие туризма в России // Известия Иркутской государственной экономической академии. - 2007.
2. Данилов Н. Регулирование развития крупных городских промышленных центров: использование новых организационно-хозяйственных форм / Н. Данилов // Российский экономический журнал. – 2000. – № 3.
3. Единая информационная система Туризм в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rostur.ru/russia>
4. Единая информационная система Туризм в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rostur.ru/russia>
5. Официальный сайт Министерство культуры Российской Федерации Федеральное агентство по туризму [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.russiatourism.ru>

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПОДЗЕМНОЙ УРБАНИСТИКИ

Севрюкова К.С.

Воронежский ГАСУ, РФ, г.Воронеж

На сегодняшний день все больше внимания в проектировании и строительстве крупных городов и мегаполисов уделяется вопросам комплексного освоения и использования подземного пространства, что позволяет влиять на городскую среду, рациональное использование территории, развитие городских транспортных и инженерных систем, жилую и нежилую застройки и другие элементы современного городского хозяйства.

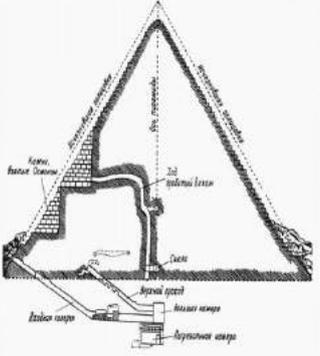
Проблема активного, комплексного и целенаправленного освоения подземного пространства городов, в первую очередь, значительных, имеет многовековую историю, однако особенную актуальность она приобрела в последние десятилетия. Существует тесная взаимосвязь достижений современного научно-технического прогресса и социальных аспектов урбанизации.

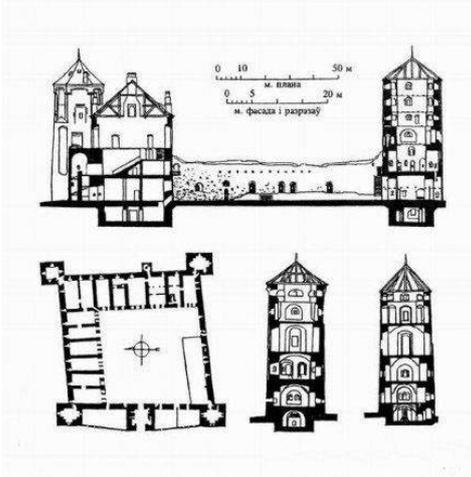
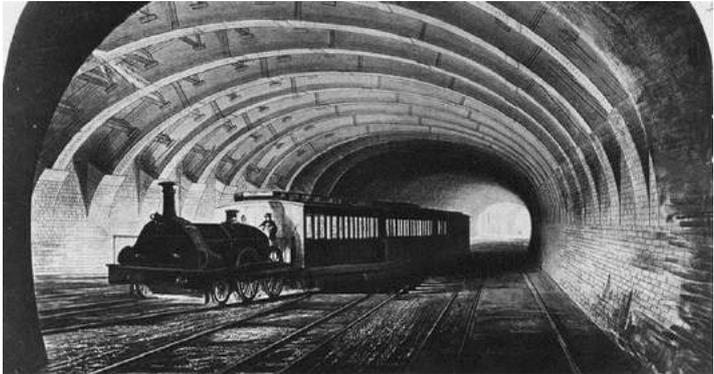
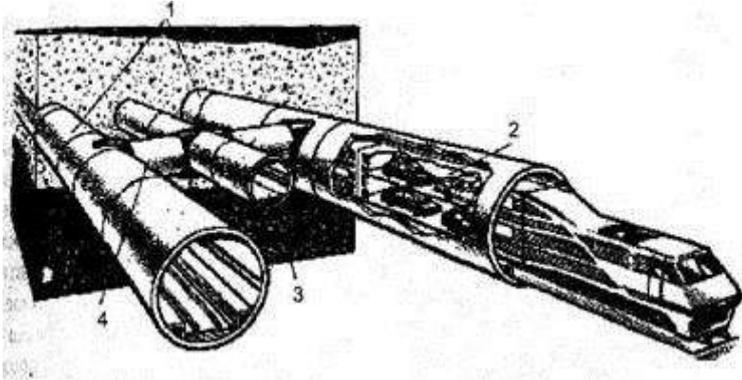
Освоение человеком подземного пространства началось в глубокой древности и наблюдалось на примерах многих цивилизаций. Так в период развития подземного урбанизма можно выделить несколько исторических этапов (Табл.1).

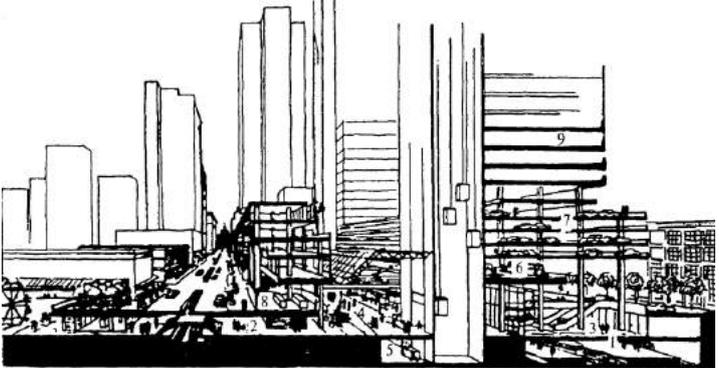
Попытки освоения подземного пространства для жизненных потребностей делались представителями различных цивилизаций с давних времен и до наших дней. Первые подземные города отображают первичный этап создания жилищ в специальных климатических условиях – пещерные города: г. Петра (Иордания), Чуфут-Кале, Каппадокия (Турция); полуподземная деревня Пуебло Бонито (Нью-Мексико, США), деревня-палац Минойской культуры (о. Крит), современный пещерный город на о. Санторин (Греция) и т.д.

Таблица 1

Этапы развития подземной урбанистики

| Этап | Вид подземного строительства | Примеры |
|-----------|--|--|
| Первичный | <ul style="list-style-type: none"> • создание пещерных жилищ; • сооружение гробниц и храмов; • устройство каналов и подземных хранилищ; | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;"><i>Пещерный город Петра</i> <i>Пирамиды Египта</i></p> |
| Античный | <ul style="list-style-type: none"> • строительство подземного коллектора «Клоака Максима»; • строительство римских терм, обеспечивающие водоотведением и водопроводом; |  <p style="text-align: center;"><i>Клоака Максима</i></p> |

| | | |
|--------------------------------|--|---|
| <p>Средневековый</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Развитие фортификационного искусства с развитыми подземными помещениями-хранилищами |  <p style="text-align: center;"><i>Крепость</i></p> |
| <p>Ранний индустриальный</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Строительство первых в мире (Великобритания) ж/д туннеля (1826-1830 гг.) и метрополитена (1862 г.); • Первые судоходные туннели; |  <p style="text-align: center;"><i>Первый метрополитен в Лондоне</i></p> |
| <p>Развитый индустриальный</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Строительство первых в мире (США) автомобильных туннелей и подземных гаражей (1939 г.); • Использование выработок как холодильников; |  <p style="text-align: center;"><i>Автомобильный туннель</i></p> |
| <p>Поздний индустриальный</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Создание объектов научного назначения (лабораторий); • Размещение подземных теплоаккумулирующих емкостей; • Размещение хранилищ вредных отходов; |  <p style="text-align: center;"><i>Туннель под Ла-Маншем</i></p> |

| | | |
|--------------------|---|--|
| Постиндустриальный | <ul style="list-style-type: none"> • Строительство многофункциональных комплексов и подземных городов; • Создание транспортно-пересадочных узлов; |  <p style="text-align: center;"><i>Подземный транспортный комплекс в США</i></p> |
|--------------------|---|--|

При этом подземные и полуподземные сооружения создавались в виде отдельных объектов или входили в состав больших, нередко пространственно развитых комплексов. Таким образом вся история древнего Египта была неразрывно связана не только с религией, но и с характерным землепользованием, с изучением ежегодных разливов Нила, что обеспечивало возможность осуществления жизненно необходимых сельскохозяйственных работ в условиях жаркого и засушливого климата. Эти работы были связаны с рациональным использованием и распределением поливной воды, с выделением участков для отдельных землепользователей, с рытьем каналов и даже с устройством подземных хранилищ.

Поражает точность расчетов, проведенных египетскими жрецами при строительстве знаменитых пирамид и высеченных в скалах подземных храмов, построенных с учетом звездных ориентиров. В Абу Симбеле были сооружены врезанные в скалистый склон анфилады помещений, которые состояли из серии подземных залов, ориентированных таким образом, что только один раз в году, в день летнего солнцестояния, солнечные лучи освещали установленную в глубине этих залов статую божества, это казалось актом его существования.

К прекрасным инженерным сооружениям античности можно так же отнести и частично сохранные до сегодняшнего дня знаменитые дороги Древнего Рима, акведуки и виадуки, которые позволяли управлять самыми отдаленными провинциями огромных государств, но и эффективно их защищать.

Великих усилий и расчетных обоснований требовало строительство знаменитых римских терм из них наиболее известные термы Каракаллы, оснащенных водопроводом, способами подогрева воды и устройством водоотведения. Это было связано и со строительством известного подземного коллектора, который получил название «Клоака Максима».

Развитие инженерных знаний тесно связаны и с водными путями сообщения, с гидротехническими и другими видами строительства. Можно вспомнить про многовековой опыт строительства каналов во Франции, Голландии и других странах.

Позднее, только через несколько столетий, была осознана необходимость многоуровневой организации застройки в городах. Французский инженер, Эжер Энар, который был в 1905-1920 годах главным архитектором Парижа, в своем проекте «Улицы будущего» предлагал организовывать строительство первых линий подземного трамвая, а также движение наземного пассажирского и грузового транспорта в разных уровнях. Он предложил и централизованное отопление многоэтажных жилых домов, с устройством в этих домах общих, как правило, подземных котельных и мест хранения автомобилей.

Поисковые проектные предложения по усовершенствованию городской застройки разрабатывали в разных странах. Итальянский архитектор Антонио Сент-Элиа еще в начале XX века в своем «Футуристическом городе» предлагал развивать крупномасштабную высотную застройку с полуподземными терраса подобными домами, которые должны создавать с улицами и дорогами единственное композиционное целое.

Наиболее радикальные изменения в области планирования и застройки городов, инженерного оборудования осуществились на протяжении последних столетий. Они взаимосвязаны с наибольшими техническими открытиями, с созданием современных механических двигателей, использованием новых транспортных и рельсовых улично-дорожных систем, а также систем инженерного обеспечения. Наблюдается активное строительство судоходных туннелей.

Вторая четверть XIX века можно считать эпохой промышленного туннелестроения. Всего до начала XIX века во Франции было сооружено около 40 сухопутных туннелей.

Рядом с сухопутными туннелями сооружались и железнодорожные туннели, первый из которых был сооружен в 1826-1830 гг. в Великобритании на линии Ливерпуль-Манчестер длиной 1190 м. Важным этапом

эпохи промышленного туннелестроения является сооружение Лондонского метрополитена, открытого для движения 1862 года.

Отцом туннелестроения считается Марк Изамбар Брюнель. В 1825 г. он предложил метод щитовой проходки, с помощью которого в мягких породах под рекой Темза был пройден туннель протяженностью 450 м.

В новейшей практике городского строительства известно много, в том числе и уникальных, подземных инженерных сооружений. Среди них можно отметить протяженные горные и подводные туннели. Один из таких горных туннелей находится между Швейцарией и Австрией. Он носит название Сен-Готард и имеет протяженность около 16300 м.

Не менее удивительными сооружениями нашего времени считаются подводный туннель под течением Ла-Манш между Парижем и Лондоном и известный подводный туннель, построенный между островами Хонсю и Хоккайдо в Японии. Общая длина последнего превышает 50 км.

В 1939 г. в Кардифоре (США) был сооружен первый в мире подземный гараж. Углубленный под одну из площадей города он одновременно являлся убежищем для населения в особенных ситуациях.

До начала Второй мировой войны в Германии шло активное строительство подземных заводов. Одним из наиболее крупных был завод для производства ракетных установок в Нордхаузе. После окончания войны строительство подземных заводов нашло широкий спрос в Великобритании.

Масштабы строительства подземных сооружений различного назначения во многих странах, в том числе и в бывшем СССР, заметно увеличилось в последние десятилетия.

Рядом с метрополитеном, транспортными и пешеходными туннелями развивается строительство и других крупных подземных сооружений. Нехватка городских территорий и желание использовать наземное пространство для создания благоустроенных и безопасных пешеходных участков и зеленых насаждений неизбежно приводит проектировщиков к необходимости создания многоуровневых подземных комплексов.

Анализ исторического и современного опыта проектирования и строительства подземных торгово-развлекательных комплексов позволил выявить их эволюцию формирования в структуре города. Рассматривая организацию данных пространств в различных социально-экономических условиях можно заметить, что на основных этапах своего развития они сопутствовали объединению предприятий и заведений в единую архитектурно-пространственную структуру, обеспечивали информирование и бытовое обслуживание населения. Причем, на каждом следующем этапе, в связи с ростом количества функциональных процессов в подземных торгово-развлекательных комплексах, прослеживается притяжение к многоцелевой эксплуатации пространств и организации качественного уровня предметной среды, постепенное притяжение к компактным архитектурно-планировочным решениям.

Развитию подземной урбанистики сопутствует не только растущий дефицит свободных городских территорий, но и особенности пространственной организации подземных сооружений. В отличие от традиционной наземной застройки подземные сооружения не имеют потребности в разрывах между собой, поэтому могут распространяться на большие площади, создавая тем самым в отдельных узлах сплошное подстилающее пространство. Все это обуславливает существенное повышение общей плотности застройки городских территорий и повышения эффективности её использования.

Список литературы

1. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика: градостроительные особенности развития систем подземных сооружений. М.: Стройиздат, 1979. – 231 с.
2. Конюхов Д.С. Использование подземного пространства: Учебное пособие. М.: Архитектура, 2004. – 295 с.
3. Лысиков Б.А., Кауфман Л.Л. Подземная структура городов (Обзор зарубежного строительства). Монография. Донецк: «Норд-пресс», 2004. – 276 с.

ОСОБЕННОСТИ ЖИДКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Лосева Ю.В., Хачатурян Ф.А.

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

После принятия правительством РФ закона об энергосбережении, вопрос об эффективных утеплителях встал более остро. Начали появляться на рынке строительных материалов их новые виды, такие как жидкая теплоизоляция, о которой и будет рассказано в данной статье.

Жидкая теплоизоляция – многокомпонентная смесь, в которой после контакта с атмосферным воздухом происходят процессы газообразования и полимеризации. В результате она переходит из жидкотекучего состояния в твердое и превращается в легкий пористый материал. Кроме «классической» жидких утеплителей существует сверхтонкая изоляция на основе керамических микрогранул с газом, связанных акриловым полимером.

Разработки по созданию продуктов схожих с жидкими керамическими теплоизоляторами начались еще в 1970х годах в США и СССР в рамках программы освоения космоса. Предполагалось что данные материалы, в качестве альтернативы керамическим пластинам, будут использоваться для покрытия поверхности космических кораблей многоразового использования. В ходе проведения серии экспериментов и испытаний учёные НАСА так и не смогли получить продукт с термостойкостью, удовлетворяющей их требованиям. Образцы первых покрытий обладали термостойкостью не более +120°С...+180°С. Спустя некоторое время, НАСА рассекретило данную разработку в США для промышленности. В промышленности данные продукты получили достаточно широкое распространение. В 1996 году первые образцы жидкой теплоизоляции попали в Россию.

Что такое жидкая теплоизоляция, каковы ее преимущества и слабые стороны?

Пеноизол и пенополиуретан - жидкие утеплители, входящие в группу пенопластов. Это позволяет утеплять сложные по конфигурации конструкции и внутренние полости в стенах и перегородках.

Пеноизол – жидкий карбамидоформальдегидный пенопласт, которому для твердения достаточно невысокой температуры (от +15С). Пеноизол хорошо заполняет неровности и пустоты внутри кладки, но при этом не расширяется в объеме. Но в нем образуются сквозные трещины. Это приводит к снижению теплоизолирующих свойств. Данное явление происходит из-за усадки данного утеплителя с течением времени.

Основными преимуществами жидкой теплоизоляции из пеноизола являются:

1. Высокая теплоизолирующая способность. Чтобы обеспечить одинаковую защиту, достаточно нанести слой пеноизола в 45 мм, в то время как пенопласта потребуется 75, а минеральной ваты и того больше – 125 мм;
2. Экологичность. Не выделяет вредных испарений и запахов;
3. Восстановление прежнего объема при незначительном сжатии;
4. Стойкость к температурным перепадам и колебаниям влажности;
5. Способность пропускать пары, то есть «дышать». Благодаря паропроницаемости в помещениях никогда не наблюдается скопление конденсата. Именно поэтому он идеален для деревянных домов и срубов;
6. Пожарная безопасность. Несмотря на то, что пеноизол – органический материал, горения он не поддерживает и под воздействием открытого пламени лишь обугливается, теряя объем. И, что совсем не характерно для органики, при этом не выделяются копоть и угарные газы.
7. Индифферентность ко всевозможным биологическим факторам – животным-грызунам и насекомым. Пеноизол в отличие от пенопласта является абсолютно «неаппетитным» для нежелательных спутников цивилизации.

8. Высокая адгезия и заполнение всех пустот, благодаря чему он используется в конструкциях различных форм, где применение листового материала сложно технологически. Пеноизол хорошо заполняет неровности и пустоты внутри кладки, но при этом не расширяется в объеме.

Недостатки пеноизола:

1. Сезонность: пеноизол используют лишь при температуре окружающего воздуха выше 5°С;
2. При вертикальном утеплении требует нанесения его в несколько слоев с определенным промежутком времени для застывания;
3. «Открытопористость». Открытая пористая структура пеноизола обеспечивает хороший отвод водяного пара из отапливаемого помещения, но требует надежной защиты от влаги. Поэтому при облицовке стен его поверхность нужно защитить слоем водоотталкивающей цементно-песчаной штукатурки.
4. Заливка – единственный способ использования данного утеплителя. В отличие от пенополиуретана, пеноизол невозможно нанести на стены путем напыления, что является технологическим недостатком.

На Рисунке 1 показано, какая толщина различных материалов требуется для обеспечения одинаковой теплозащиты.



Рис.1. Сравнительная характеристика теплозащитных свойств различных материалов.

Пенополиуретан получают в результате химической реакции двух компонентов – полиизоционата и полиола. При этом выделяется углекислый газ, вспенивающий структуру полимерного вещества.

Сравнительная таблица основных характеристик пеноизола и пенополиуретана

| Параметр | Пеноизол | Пенополиуретан |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Плотность, кг/м ³ | От 10 до 35 | От 12 до 80 |
| Коэффициент теплопроводности Вт/м*К | 0,035 – 0,047 | 0,019-0,025 |
| Паропроницаемость мг/м*ч*Па | 0,21 – 0,24 | 0,5 |
| Диапазон эксплуатационных температур | От – 50 до + 120 С | От -100 до +150 С |
| Группа горючести | Г2 (трудногораемый) | Г2-Г3 |
| Водопоглощение, % | 10,5 – 20 | 1,2-2,1 |
| Цена, тыс. руб/м ³ | 1,3-1,6 | 4-12 |

Жидкие утеплители на основе пенополиуретана производят в двух вариантах внутренней структуры: с открытыми и закрытыми пустотами. Этот факт оказывает серьезное влияние на важные показатели утеплителя: водопоглощение, паропроницаемость и теплопроводность. Разница между двумя модификациями жидкого пенополиуретана приведена в сравнительной Табл1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики открытоячеистого и закрытоячеистого ППУ

| Характеристики | ППУ закрытоячеистый | ППУ открытоячеистый |
|---|----------------------------|--------------------------|
| Коэффициент теплопроводности | 0,019-0,025 | 0,03-0,041 |
| Количество закрытых ячеек | 89-92% | 45-50% |
| Расширение по сравнению с начальным объемом | 1 к 30 | 1 к 90 |
| Плотность | 25 – 280 кг/м ³ | 8 – 21 кг/м ³ |

| | | |
|----------------------------|------------|-------------|
| Паропроницаемость | 0,02- 0,05 | 0,06 – 0,08 |
| Влагопоглощение | 1 – 2,1% | 15 -70 % |
| Гидроизоляционные свойства | хорошие | низкие |
| Звукопоглощение | хорошее | высокое |

Основными преимуществами жидкой теплоизоляции из пенополиуретана являются:

1. Хорошее сцепление с поверхностью любого материала (металл, древесина, стекло, камень);
2. Низкая звуко- и теплопроводность;
3. Экологичность (нет фреона и других токсичных соединений);
4. Долговечность (сохраняет свои свойства до 30 лет);
5. Устойчивость к перепадам температуры;
6. Пожарная безопасность (не поддерживает горения)

Наиболее существенным недостатком является цена. Она существенно выше, чем у пеноизола. Кроме этого, ППУ изоляция не устойчива к ультрафиолету и ее нельзя наносить на холодные поверхности. Пенополиуретан с закрытоячейковой структурой имеет более высокую прочность, чем открытоячейковый. Он лучше изолирует тепло, но хуже проводит водяной пар. Поэтому его лучше использовать для гидроизоляции фундаментов, подвалов и других конструкций, которые контактируют с грунтом. Открытоячейковый ППУ идеален для тепловой защиты стен, перекрытий и кровли здания, но при контакте с атмосферным воздухом нуждается в хорошей водоотталкивающей отделке.

Сверхтонкая жидкая теплоизоляция. Иногда этот материал называют теплокраской, подчеркивая тем самым, что нанесение жидкой теплоизоляции на основе поризованных керамических микрогранул производят при помощи малярного валика, кисти или компрессора.

Теплокраска изначально была разработана для защиты паропроводов, водопроводов и воздуховодов в системах кондиционирования. Она хорошо зарекомендовала себя как теплоотражающая изоляция рефрижераторов, емкостей и цистерн.

Но её производители не приводят данные о ее теплопроводности согласно требованиям ГОСТ. Так что провести теплотехнический расчет с данным видом утеплителя не представляется возможным. Также нет четкого ответа на вопрос, как 1-2 миллиметра сверхтонкого покрытия могут заменить 8-9 см минваты или 50 см кирпича.

Нет доказательств обеспечения теплоизолирующей краской достаточного утепления фасадов зданий и сооружений. Как плохой проводник тепла, именно он является реальной преградой для потерь энергии. Поэтому чем толще слой теплоизоляции и чем меньше в ней открытых каналов, тем лучше она сохраняет тепло. Исходя из этого факта, сверхтонкую жидкую теплоизоляцию не следует использовать как основной материал для утепления дома.

Независимые исследования свойств теплоизолирующей краски показали, что ее способность отражать инфракрасное излучение проявляется только при высокой температуре. Поэтому при окраске стен в обычных помещениях вы не достигнете заметного эффекта утепления. Другое дело – горячие трубы или кровля, разогретая летним солнцем. Здесь керамическая сверхтонкая изоляция работает хорошо, в первом случае сохраняя, а во втором отражая тепло.

Таким образом, пеноизол имеет хорошие характеристики: низкая теплопроводность, плотность, трудносгораем и способен пропускать пар, но он нуждается в гидроизоляции, его невозможно нанести путём напыления. Пенополиуретан не нуждается в защите от влаги, хуже пропускает пар, стоит дороже. Для теплозащиты стен, перекрытий и кровли зданий подойдет пеноизол или пенополиуретан с открытыми ячейками, для гидроизоляции фундаментов и стен подвалов - пенополиуретан с закрытоячейковой структурой. Сверхтонкая жидкая теплоизоляция на сегодняшний день подтвердила свою эффективность в тепловой защите паропроводов, водопроводов и воздуховодов. Для утепления зданий и сооружений требуются дальнейшие исследования.

Список литературы

1. Овчаренко Е.Г. Теплоизоляционные пластмассы.
2. Павлов Д.В. Разработка жидкой теплоизоляции [Электронный ресурс] / Д.В. Павлов //Материалы сайта «ГИДРОТЕПЛОСТРОЙСЕРВИС»
3. Панкрушин А.А. — Тепловая защита зданий и сооружений карбамидными пенопластами

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Могушков Р.Т., Бойков И.В., Скориков Р.Е.

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

Технологии 3D-печатания, получившие большую известность за последние несколько лет, находят все новые сферы применения. Такой вид печати позволяет создавать полноценный физический объект на базе объемной виртуальной модели и успешно используется в медицине, машиностроении. Также 3D-принтеры могут внести большой вклад в развитие строительной отрасли. С помощью данной технологии можно создавать здания и архитектурные сооружения (Рисунок 1).

В основе строительства лежит послойный метод, с помощью которого возможно создавать структуры сложной формы из бетона (Рисунок 2). Строительный 3D-принтер позволит создавать здания в короткие сроки, однако по сравнению с обычной технологией 3D-печатания, процесс создания объекта будет не полностью автоматизирован и потребует участия квалифицированных специалистов.



Рис.1. Модель строительного 3D-принтера



Рис.2. Технология послойного печатания

Строительство начинается с выравнивания участка и устройства фундамента. Перемещается 3D-принтер по специальным рельсам, а по мере увеличения высоты здания печатная головка может подниматься до высоты 6 м. Для перемещения по оси перпендикулярной оси рельс, крепится поперечная балка. В принтер подается быстро-затвердевающий бетон через систему труб (Рисунок 3). Движением в трехмерном пространстве управляет компьютер. Специальный бетон затвердевает очень быстро, таким образом, каждый слой служит опорой для последующего.

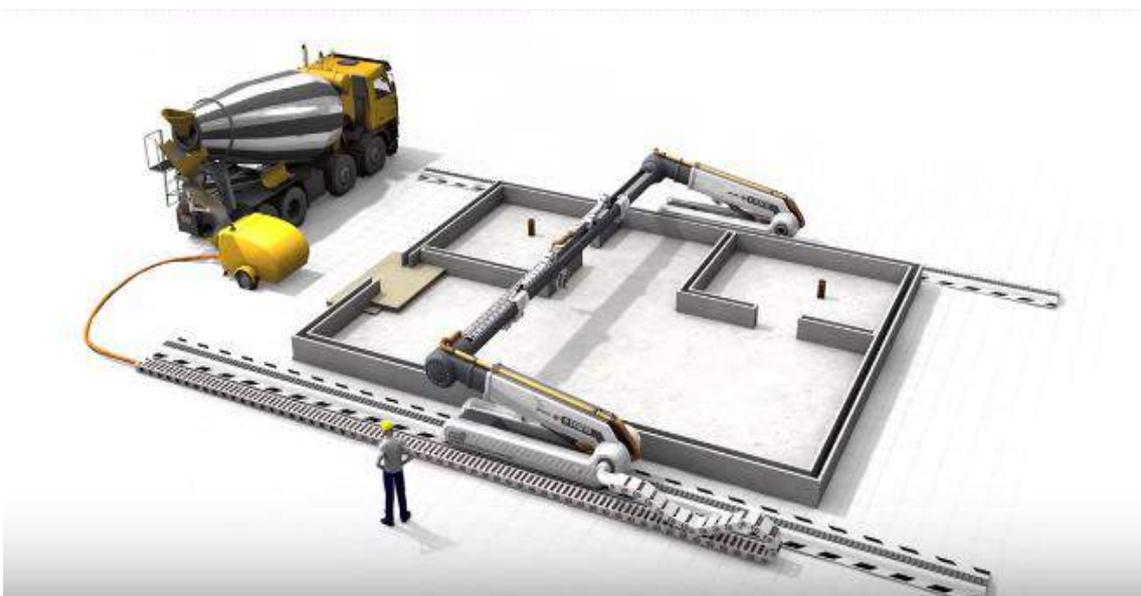


Рис.3. Устройство 3D-принтера

По данной технологии могут выполняться как несущие, так и ненесущие стены (Рисунок 4). Также принтер может оставлять в стене специальные отверстия для коммуникаций.

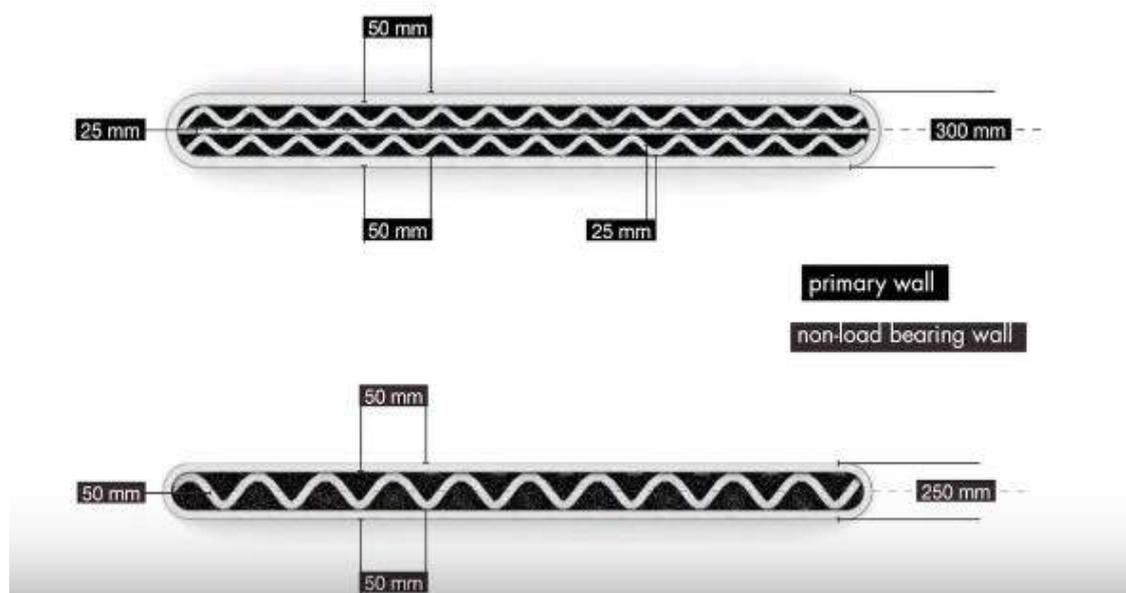


Рис.4. Несущие и ненесущие стены

Устройство перемычек окон осуществляется роботизированным механизмом (Рисунок 5), который также выполняет устройство крыши. Крыша изготавливается из металла и подается в виде рулона (Рисунок 6). После устройства перекрытий первого этажа начинается устройство второго. По окончании устройства крыши дома, работа 3D-принтера заканчивается, и отделкой дома занимаются рабочие.



Рис.5. Устройство оконных перемычек



Рис.6. Устройство крыши

Помимо обычного бетона в качестве материала могут применяться строительные отходы в смеси с цементом, что значительно снизит вред, наносимый экологии. Применение такой бетонной смеси позволяет использовать различные архитектурные формы без опалубки, сокращая время и затраты строительства.

Помимо перспектив, также имеются трудности в применении 3D-печатания в строительстве.

Для обеспечения долговечности и надежности бетонных сооружений, необходимо применение арматуры. Однако вертикально расположенные арматурные стержни, будут препятствовать свободному перемещению головки принтера, а также затруднят равномерную укладку бетонной смеси. Возможно, потребуется устройство дополнительных механизмов, укладывающих арматурные стержни по мере увеличения высоты строящегося здания и разработка методов по соединению арматуры в узлах.

В процессе изготовления бетонных конструкций для удаления воздуха из бетона, а также уменьшения пор, используются вибраторы. После виброобработки бетон набирает прочность, которая превосходит прочность конструкций, не подвергнутых вибрированию. Из-за отсутствия опалубки 3D-строительство не позволяет использовать вибрирование, что также значительно снижает надежность конструкций.

Сравнив все преимущества и недостатки 3D-печатания, можно сделать вывод, что его использование может стать востребованным на рынке строительства, ввиду экономии на материалах и оплате труда, а также кратких сроках возведения зданий. Однако ввиду невозможности использования арматуры и виброобработки, 3D-строительство возможно применять только в малоответственных зданиях, не подвергающихся большим нагрузкам.

Список литературы

1. Доступная 3D-печать для науки, образования и развития – Международный центр теоретической физики Абус Салам – МЦТФ (Отдел научных разработок), 2013. 192 стр.

ПРОБЛЕМЫ ЗАСТРОЙКИ В СТАРЫХ КВАРТАЛАХ ПЕТРОЗАВОДСКА

К.т.н. Крылова О.И.

ПетрГУ. РФ. г.Петрозаводск

Статья посвящена вопросу сохранения старых исторически ценных зданий в Петрозаводске. Петрозаводск как поселение появился в 1703 году по указу Петра I вместе со строительством пушечного завода на берегу Онежского озера. Импульс в развитии поселение получило с возведением нового пушечного завода выше по течению реки Лососинки. Завод по приказу императрицы Екатерины II назван Александровским. Под руководством металлурга и строителя Александровского завода Аникиты Ярцова разработаны первые планы города, на которых предложена лучевая композиция с круглой площадью в центре. Первым по существу генеральным планом города, получившим реализацию является план 1785 г. (Рисунок 1) Он выполнен на основе

предыдущих планов. Проектное решение предлагает регулярную, в основном прямоугольную, структуру города. Но, лучевая система сохранена. Читается связь круглой площади с озером и с Александровским заводом.



Рис. 1. Первый регулярный план города.

В связи с циркуляром Министерства внутренних дел об устройстве городов и городских выгонов в 1854 г. составлен новый проектный план города (Рисунок 2). В проекте читается структура селитебных кварталов. Определены величины участков и габариты зданий.

Во время Великой Отечественной Войны город был почти полностью разрушен и большое количество зданий уничтожено. При восстановлении города после Гражданской и Великой Отечественной войн планировочное решение было сохранено. В центральной зоне Петрозаводска (в границах плана 1854 года) сохранились элементы регулярного плана XIX века: лучевая система, прямоугольная сеть улиц, объекты водного транспорта, принцип ансамбля площадей, здания дореволюционного и довоенного периодов



Рис.2. Регулярный план города 1854 г.

Застройка центральной зоны сформирована в 50-е годы с учетом административного статуса Петрозаводска. Многие здания решены в масштабе кварталов исторической планировки и представляют собой образцы художественной архитектуры. Таким образом, особенностью центральной зоны является сохранившаяся историческая планировка и созданная на ее основе в очень короткий срок, для градостроительства одномоментно, застройка, представляющая собой этап в развитии архитектуры Петрозаводска.

Если собственно центральный район (на плане междуречье) имеет статус архитектурного заповедника, но при современном строительстве постоянно не соблюдаются градостроительные регламенты и созданная в 50-е годы гармоничная городская среда разрушается. То в Зарецком районе (на плане находится слева) действует на отдельных участках лишь ограничение по высоте. Однако, Зарецкий район с точки зрения истории градостроительства представляет интерес. На Зареке как и в центре сохранена историческая планировка и застройка представлена домами первых послевоенных лет. Декор зданий решен на высоком художественном уровне (Рисунок 3). Так как дома возводились непосредственно после Победы в Отечественной войне, с символами регионального характера, таких как ветви хвойных деревьев, шишки, элементы народных вышивок, деревянного зодчества и др., широко использованы победные мотивы: знамена, горы, факелы, звезды и т.д.



Рис.3. Фрагмент дома 50-х лет.

Так как здания не обладают иммунитетом против их сноса и реконструкции, есть угроза потери исторических зданий. Так, в январе 2015 года снесено здание кинотеатра «Сампо» (Рисунок 4), сейчас на его месте строится многоэтажный безликий жилой дом. Помимо архитектурной ценности здание имеет уникальную историю.



Рис.4. Утраченное в 2015г. здание кинотеатра.

Оно построено в 1941 г., при оккупации финны пустили его в эксплуатацию и использовали как кинотеатр. Уничтожено здание, которое во время войны строили две враждующие стороны. Существующие дома либо беззащитно закрывают рекламой (Рисунок 5), либо пристраивают к ним нелепые современные строения (Рисунок 6).



Рис.5. Рекламные щиты закрывают фасад здания



Рис.6. Новые здания не учитывают архитектуру существующей застройки



Рис.7. Фоновая застройка кварталов района.

В формировании городской среды важную роль играет рядовая застройка (Рисунок 7). Некоторые кварталы района застраивались однотипными по архитектуре зданиями. Как этап развития они представляют определенный интерес.

В районе сохранились также «раритетные» здания и по конструктивному решению и по архитектуре (Рисунок 8).



Рис.8. Чудом сохранившийся брусчатый дом.

В настоящее время сохранение застройки усложняется растущей потребностью транспортной инфраструктуры в территориях, в частности, для дворовых автостоянок. Это требует реконструктивных мероприятий. Однако, мероприятия должны сохранить и планировку, которая до XX века решалась как «образцовый план» города, и застройку, созданную на этой основе.

СМЛ СТЕКЛОМАГНИЕВЫЕ ЛИСТЫ – СТРОЙМАТЕРИАЛ СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ

Хачатурян Ф.А., Канцуров А.С., Заморев А.А., Лосева Ю.В.

Южно-российский государственные политехнический университет им. М.И. Платова

Стекло- магнезитовый (стекломагнезиевый) лист – СМЛ – прекрасный образец продукции современных разработок. Он относится к разряду легких и безопасных отделочных материалов для внутренних и наружных работ. Обладая прекрасными противопожарными свойствами, гибкостью, прочностью, высокими влаго-, тепло-, морозостойкостью, превосходной звукоизоляцией, позволяет широко применять его в строительной индустрии.

Стекломагнезиевый лист – экологически чистый материал, не имеет запаха, не содержит и, соответственно, не выделяет токсичных веществ и дыма даже при нагревании. Материал абсолютно безвреден для здоровья.

Основы листа – магнезиальный цемент (хлорид магния), армированный с обеих сторон стеклотканью. Лицевая сторона полирована и подготовлена для нанесения обоев, плитки, штукатурки или краски. Он легко декорируется, что дает свободу для фантазии дизайнера.

Благодаря армирующей стеклотканной сетке СМЛ может гнуться с большим радиусом кривизны. Это качество позволяет применять его на неровных поверхностях, понижая возможность перелома листа при монтаже и переносе. Кроме того, лист имеет фаски, облегчающие стыковку листов между собой.

СМЛ удобен при монтаже, так как его раскрой производится путем надрезания стекловолокна и отлома по месту надреза, материал пригоден для сверления, вбивания гвоздей, а также обработки пилой.

Стандартный размер листов: 2440 x 1220 мм. Толщина: 3, 6, 8, 10, 12, 14 мм.

Преимущества СМЛ перед традиционными материалами

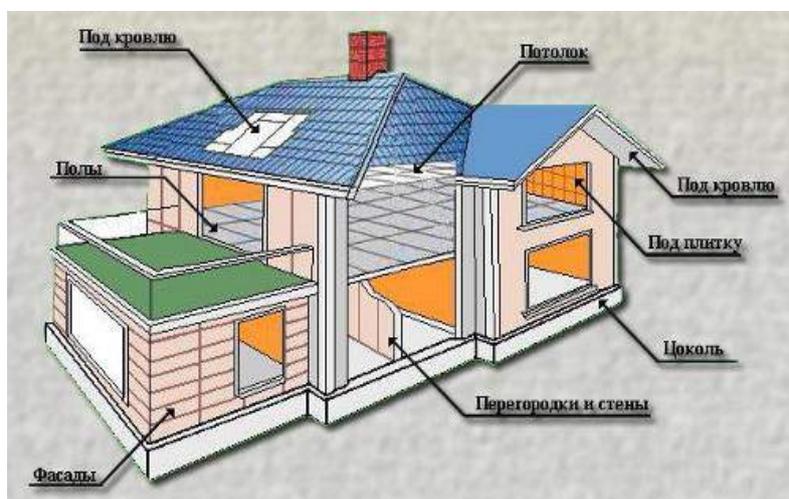
Материал СМЛ обладает заметными преимуществами перед ГВЛ и ГКЛ:

- изготовлен из экологически чистого материала;
- повышенная гибкость листа с большим радиусом кривизны;
- прочность и долговечность материала гарантируют неизменность формы листа под любым внешним воздействием, материал не подвержен эрозии;
- высокие влагостойкие характеристики позволяют применять этот строительный материал в помещениях с повышенной влажностью (душевые, сауны, бассейны);

- высокая огнестойкость материала предупреждает возгорания и распространение огня во время пожара (при толщине листа 6 мм, он выдерживает нагрев до 1200⁰С и способен удерживать огонь в течение 2 часов);
- тепло- и звукоизоляционные свойства СМЛ позволяют защитить помещение от шумового воздействия и сохранять тепло внутри сооружения;
- антисептическое свойство предотвращает появление плесени и грибковых образований, что существенно в бытовых помещениях и столовых;
- замечательные физические качества материала, такие как простота обработки, не требующая специальных инструментов и приспособлений, и малый вес позволяют использовать новый материал в два-три раза меньшей толщины, чем при применении традиционных ГВЛ и ГКЛ, следовательно, облегчается вес конструкции и, соответственно, обеспечивается более быстрый монтаж.

Применение СМЛ используют для отделки: квартир, офисов, саун, бассейнов, пожарных выходов, путей эвакуации и т.д. Данный материал идеально подходит для отделки детских и лечебных учреждений, а также домов отдыха, поскольку лист способен выдерживать высокую влажность, перепады температуры и открытый огонь. Также материал применяют как:

- выравнивание стен и создание интерьерных форм, в том числе во влажных (до 80% влажности) и пожароопасных помещениях, устройство подвесных потолков, вентиляционных коробов, перегородок;
- устройство сборного основания под покрытие пола;
- несъемная опалубка в малоэтажном домостроении (альтернатива стружечно-цементным материалам и плитам ЦСП);
- внешняя облицовка фасадов;
- создание кровельных систем совместно с горючими пенопластами (экструдированным пенополистиролом);
- компоненты дверей и мебели (ламинированные листы);
- ограждающие конструкции (заборы и т.д.)
- изготовление рекламных щитов;
- производство отделочных материалов на основе СМЛ (фасадные плиты, кассетные подвесные потолки, потолки типа «Армстронг» и т.д.)



а)



б)



в)



г)

Рис. 1.

а) возможности применения СМЛ

б) листы СМЛ

в) и г) применение СМЛ при внутренней отделке дома

Имея вышеприведенные характеристики, стекломagneзитовый лист представляет собой отличную альтернативу имеющимся на рынке традиционным материалам, что означает большой потенциал на отечественном и мировом рынке.

Таблица 1

| Сравнение материалов | ОСБ | ГКЛ | ГВЛ | ЦСП | СМЛ |
|---|------------------|-------|-------|-----------|-----------|
| Плотность (кг/м ³) | 640 | 650 | 720 | 1100-1400 | 1000-1100 |
| Коэфф. звукоизоляции R_w , (дБ) | 18 | 35 | 37 | 36 | 44 |
| Разбухание, (%) | 12 | До 30 | До 30 | 16 | 0,34 |
| Прочность на изгиб в сухом состоянии (мПа) | 28 | 2 | 5 | 10 | 16 |
| Прочность на изгиб во влажном состоянии (мПа) | 13 | 0,1 | 0,3 | - | 22 |
| Коэфф. теплопроводности (Вт/моК) | 0,33 | 1,45 | 1,4 | 0,36 | 0,14 |
| Горючесть | B2 DIN 4102-1 | Г1 | Г1 | Г1 | НГ |

Был проведен анализ влияния времени на величину запаса устойчивости для разных образцов СМЛ. На основе этого анализа построен график. (ось абсцисс- время в сутках, ось ординат- величина запаса устойчивости.)

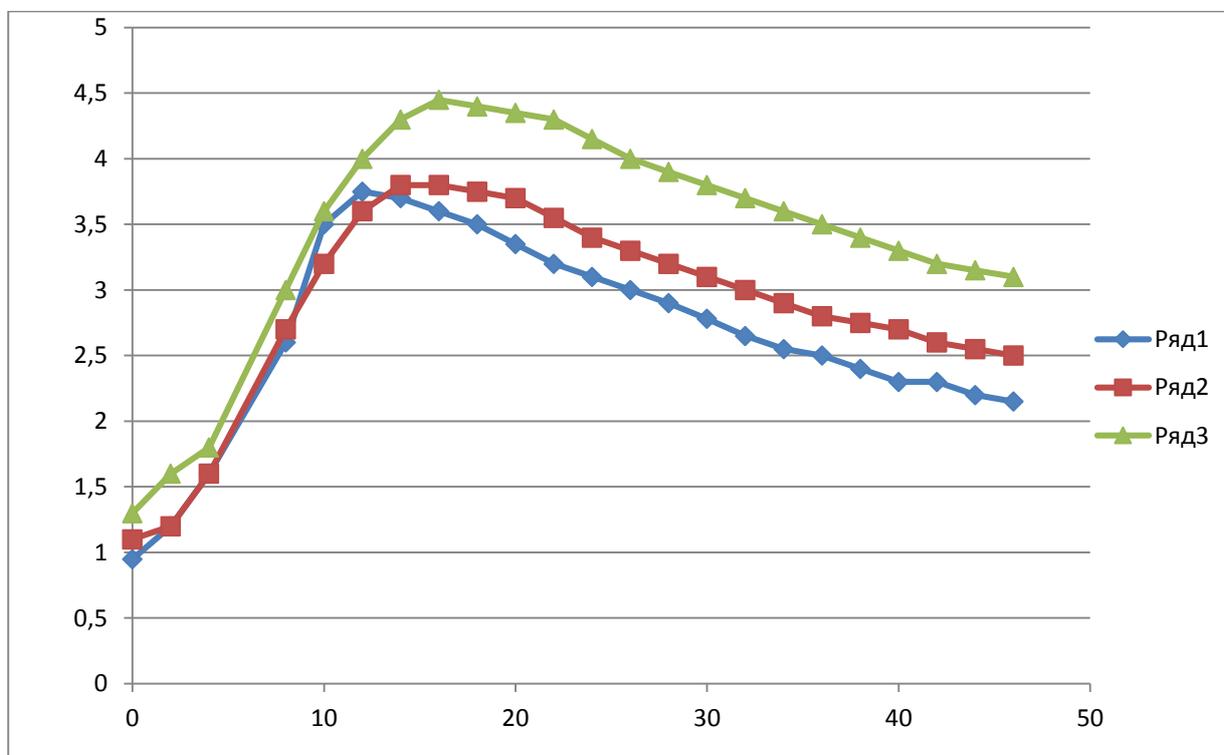


Рис.2. Влияние времени на величину запаса устойчивости

Формула выражающая эмпирическую зависимость: $y = Ax^2 + Bx + C$, при $R = 82,3$

На основании проведенного анализа выявлено, что стекло-магнезитовый лист является прекрасным строительным материалом, пригодным для разных сфер строительства. В результате сравнения было обнаружено что он обладает рядом преимуществ в сравнении с другими материалами. Также на основании исследования был построен график зависимости запаса устойчивости от времени и получена эмпирическая зависимость.

Список литературы

1. Ажикина Н.В. Стекломагнезит - новый облицовочный материал // Инженерно-строительный журнал. 2010. №3
2. Ассоциация СИП-Пенели с СМЛ. Заводы, производители и строители [Электронный ресурс]. URL:<http://www.sip-sml.org/sml.html> (дата обращения 2.10.16)
3. Орлов А.А., Черных Т.Н., Крамар Л.Я. Стекломагнезиальные листы: проблема производства, применения и перспектива развития // Строительные материалы. 2014. №3. с. 48-52

СТАЛЕФИБРОБЕТОН-ВЫГОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

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

Южно-российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова

В настоящее время устройство монолитных ж/б изделий осложнено большой трудоемкостью при их изготовлении, в то время как устройство сборных ж/б конструкций- затратами на доставку и монтаж.

Прекрасным аналогом железобетона вполне может стать сталефибробетон.

Сталефибробетон имеет следующие преимущества в сравнении с железобетоном:

1. В сравнении с арматурной сеткой стальная фибра более экологичный материал (выброс CO₂ в атмосферу на 30% ниже, чем при производстве арматуры).

2. Трудозатраты снижаются на 30-40%, так как нет потребности вязать арматурную сетку.

Сталефибробетон не только более качественный, но и в ряде случаев более дешевый по сравнению с железобетоном материал.

Для сравнения этих материалов были рассмотрены варианты устройства монолитных полов. Результаты сведены в Табл.1.

Таблица 1

Сравнительная стоимость устройства монолитных полов на 1000 м²

| наименование | Характеристики конструкции основания(пола, дороги) | Стоимость работ (с НДС) |
|------------------------|--|--|
| Вариант 1а с арматурой | плита 200 мм из бетона В/22,5 с двойным армированием изарматуры А400 Ø 12мм с шагом 150*150 (вес арматуры на 1 м ² -21,32 кг). | Стоимость 1м ² 1736 руб. в том числе материалы 1136руб, 600 руб. -работа. |
| Вариант 1б с фиброй | бетонная плита т.160 мм из бетона В/22,5с армированием стальной фиброй 60 кг/м ³ бетонной смеми. | Стоимость 1м ² 1441 руб. в том числе материалы 1114 руб, 327руб. -работа. |
| Вариант 2а с арматурой | плита 150 мм из бетона В/22,5 с двойным армированием изарматуры А400 Ø 12мм с шагом 150*150 (вес арматуры на 1 м ² -10,66 кг). | Стоимость 1м ² 1447 руб. в том числе материалы 947руб, 500руб. -работа. |
| Вариант 2б с фиброй | бетонная плита т.120 мм из бетона В/22,5 с армированием стальной фиброй 60 кг/м ³ бетонной смеми. | Стоимость 1м ² 1245 руб. в том числе материалы 956руб, 289руб. -работа. |
| Примечания: | Принятая стоимость материалов с учетом НДС, бетон В22,5 (М300)-3100 м ³ , арматура А400(А- III) Ø 12мм – 23000 руб/т., фибра стальная-63 000 руб/т. | |

Выгоду СФБ можно рассмотреть также на следующих примерах :

1.) Выявлено[1], что применение СФБ дорожных плит размерами 6000x2000x140 мм вместо типовых железобетонных увеличивает срок их службы в 2 раза, расход металла сокращается на 7% и цемента на 7,5%, трудоемкость работ при устройстве покрытия – на 28%. В целом экономия от эксплуатации в течение 30 лет 1 м2 дорожного покрытия -27,7 руб.;

2.) Сваи из СФБ [2] могут погружаться с повышенной энергией удара, время погружения уменьшается до 60%. Ударостойкость свай повышается в 4-5 раз;

3.) На основании исследований установлено, что применение СФБ лотков для водоснабжения и водоотведения позволяет полностью отказаться от использования арматуры, что дает экономический эффект трудоемкости изготовления – в 2 раза, приведенных затрат – до 50%, стали – до 15%, бетона – в 2 раза; Применение сталефибробетона в изделиях круглых колодцев снижает расход бетона в сравнении с железобетонными аналогами на 25-30%, при этом расход стали не увеличивается.

4.) Трудоемкость, при изготовлении СФБ колодцев уменьшается в среднем на 20%;

5.) Применение сталефибробетона в безнапорных трубах диаметром 1000 и 1200 мм экономит бетона – до 15%, стали – до 50%, затрат труда– до 3 чел/час/м3. Несущая способность труб увеличивается в 1,5-2 раза.

Вследствие вышеизложенного можно сделать вывод о целесообразности применения СФБ:

- для сооружения резервуаров различного назначения;
- при возведении или реконструкции водосборов, шлюзовых каналов, отстойников.
- для изготовления водобоев взамен чугунных для канализационных колодцев;
- для изготовления конструкций, работающих в особо тяжелых условиях (например, одновременного воздействия высоких температур и давления);
- огнеупоры;
- конструкции доменных печей;
- при изготовлении свай
- для устройства дорожных покрытий
- при устройстве монолитных полов в промышленных зданиях



а.)



б.)



в.)



г.)

Рис.1. Сталефибробетон в строительстве

а.) разновидности стальной фибры

б.) образцы из СФБ для определения кубиковой прочности

в.) укладка сталефибробетона

г.) конструкция из СФБ

На основе проведенных исследований (Табл.1) был построен график экономической выгоды для 1 (верхний график) и 2 (нижний график) вариантов применения сталефибробетона по отношению к железобетону

при устройстве монолитных полов. На данном графике по оси абсцисс откладывалась площадь в м², а по оси ординат экономическая выгода в тыс. руб. (экономический эффект на 1 м² составляет в 1-ом случае 295 рублей, а во 2-ом 202 рубля)

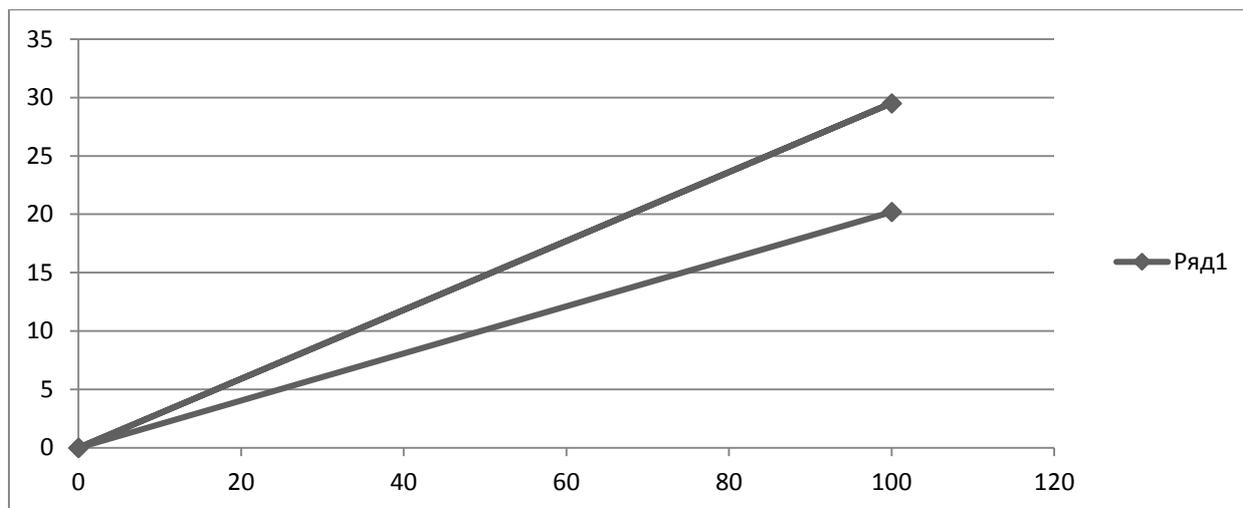


Рис.2. График экономической выгоды применения сталефибробетона

Проведенный анализ подтвердил, что применение сталефибробетона целесообразно не только с точки зрения качества, но также, в ряде случаев, с экономической точки зрения. Была построена сравнительная таблица, подтверждающая выгоду сталефибробетона, а также график, показывающий эту выгоду, в зависимости от площади.

Следует заметить, что при применении СФБ существует возможность образование «фибровых ежей». Также к минусам сталефибробетона можно отнести то, что материал не изучен до конца, что осложняет его применение в строительстве и может существенно повлиять на экономическую сторону процесса.

Список литературы

1. http://www.bibl.nngasu.ru/electronic%20resources/uch-metod/building_design/847227. 8 апреля 2016г.
2. <https://www.allbeton.ru/article/121.html>. 6 апреля 2016 г.
3. Волков И.В., Газин Э.М., Бабекин В.В. «Руководящие технические материалы по проектированию, изготовлению и применению сталефибробетонных конструкций на фибре из стальной проволоки» Москва-2005г.

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ – ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

Панкин Е.А.

ФГАОУ ВО «Санкт-петербургский политехнический университет Петра Великого», Россия, г.Санкт-Петербург

Сухие строительные смеси в настоящее время являются перспективными строительными материалами.

На основе таких минеральных вяжущих, как гипс, цемент или известь, строительные растворные смеси более 8000 лет используются в строительстве зданий и сооружений. Они применяются, главным образом, для оштукатуривания стен (штукатурные растворные смеси) и для кладки камня и кирпича (строительный кладочный раствор). Сухие строительные смеси (ССС) – это смеси, состоящие из вяжущих веществ, заполнителей, наполнителей и функциональных добавок, приготовленные в промышленных условиях, при затворении необходимым количеством воды образуют растворные смеси для применения на местах производства строительных работ.

Во всем мире сухие смеси давно пользуются заслуженной популярностью, поскольку считаются высокоэффективными и обладают неоспоримыми преимуществами по сравнению с традиционными смесями песка и цемента.

Первыми на отечественном рынке появились строительные смеси, изготовленные в Польше, Финляндии (Vetonit) и Германии (Knauf). Стоимость этих средств была очень высокой по отечественным меркам из-за больших транспортных расходов и низкого уровня конкуренции.

Начало масштабного производства строительных смесей в России началось с 1997 г. Рынок прибавлял примерно 40-50% в год, все больше расширяясь. В настоящее время на отечественном рынке ситуация стабилизировалась: рост производства составляет 15-20% в год [2]. В Табл.1 представлен годовой объем выпуска сухих строительных смесей в России в 2008-2012 гг.

Таблица 1

Объем выпуска модифицированных смесей в России, млн. тонн

| Год | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| Объем выпуска, млн. тонн | 1,56 | 5,38 | 5,92 | 6,51 | 7,16 |

В Российской Федерации использование ССС на душу населения одно из самых низких и составляет 2-3 кг в год, в то время как в Польше, Франции и Финляндии - 20 кг в год, а в Германии данный показатель равен 30 кг. Строительные и ремонтные организации - основные потребители сухих смесей в России: на их долю приходится около 75% продаж.



Рис.1. Среднегодовое потребление ССС на душу населения.

Сухие строительные смеси классифицируют по трем признакам: основному функциональному назначению, применяемому вяжущему веществу и наибольшей крупности заполнителей [1].

По первому признаку смеси подразделяются на следующие виды: декоративные, выравнивающие, теплоизоляционные, облицовочные, кладочные, напольные, ремонтные, гидроизоляционные, защитные, монтажные, грунтовочные, конструкционные.

По наибольшей крупности зерен заполнителей строительные смеси бывают бетонные, растворные, дисперсные.

По применяемым вяжущим веществам ССС делятся на:

- минеральные связующие (гипс, известь, цемент, глина, гидросиликаты натрия и калия);
- органические связующие (винилацетат, акрилат, производные водорастворимых полимеров целлюлозы, карбоксил-метилгидроксиэтилцеллюлозы и др.)
- полимерцементные связующие (композиции минеральных вяжущих веществ и высокомолекулярных органических соединений (ВМС) – полимерсиликатные, гипсополимерные др.).

Области применения ССС: общестроительные, специальные и нестроительные (общетехнического назначения).

Сухие строительные смеси обладают рядом свойств, которые качественно отличают их от других строительных материалов. В состав сухих строительных смесей добавляются компоненты, предотвращающие грибковое поражение отделочных материалов, придающие составам удобоукладываемость, пластичность, гигроскопичность, адгезионные свойства, а покрытиям - твердость, цвет, гидрофобность [3].

В настоящее время рынок строительных материалов изобилует разнообразными вариантами сухих строительных смесей. Их состав во многом определяется областью применения, однако без использования модифицирующих добавок современное производство ССС немыслимо, так как эти добавки позволяют изменять технологические свойства растворных смесей в достаточно широких пределах, а следовательно и строительные свойства растворов. Это открыло возможность широкого применения тонкослойных технологий и технологий машинного нанесения. Номенклатура подобных добавок на сегодняшний день обширна. К ним относятся водорастворимые полимеры, поверхностно-активные вещества (ПАВ), водные дисперсии полимеров, добавки - электролиты и др.

Добавки для сухих строительных смесей используются исключительно в виде порошков, обладающих низкой гигроскопичностью и равномерно распределяющихся в сухих и растворных смесях. Модифицирующие добавки подразделяют на 4 класса.

К добавкам первого класса относят регуляторы реологических свойств, позволяющие снизить водоотделение, повысить прочность, непроницаемость, морозостойкость, повысить водоудерживающую способность.

Добавки 2 класса – регуляторы сроков схватывания и твердения. Они, в свою очередь, делятся на: ускорители схватывания-твердения (алюминат натрия, фторид натрия, карбонат калия, хлорид кальция и другие) и замедлители схватывания (фосфаты, сахара, декстрин, соли лимонной и винной кислот, дигидросульфат калия).

Модифицирующие добавки 3 класса – регуляторы структуры, которые позволяют повысить стойкость в агрессивных средах и снизить среднюю плотность. Примерами таких добавок могут служить ионогенные и неионогенные поверхностно-активные вещества, лаурилсульфат натрия, алкенисульфаты натрия и др [4].

Специальные свойства растворам ССС придают модифицирующие добавки 4 класса и используются для тех смесей, к которым предъявляются особые, функциональные требования по условиям применения или эксплуатации.

Сравнительно недавно рынок сухих строительных смесей был представлен преимущественно импортными материалами, но в последние годы значительный объем рынка занимают материалы российского производства (доля импорта составляет около 15%). Наиболее часто применяемые добавки – редиспергируемые полимерные порошки и модифицированные эфиры целлюлозы, которые поставляются в Россию зарубежными производителями.

Рецептурная база ССС устанавливается в соответствии с закономерностями физико-химических процессов взаимодействия компонентов при растворении смесей водой. Эти достаточно сложные процессы основываются на теории физической и коллоидной химии, химии вяжущих веществ, химии высокомолекулярных соединений и др. Следует отметить, что ССС обладают рядом преимуществ, что и обеспечило им такую востребованность и популярность. К ним относят: длительные сроки хранения (до 6 мес.); лёгкость транспортировки; простота использования, быстрота приготовления, совместимость с другими строительными материалами (к примеру, красками, лаками и т.д.), использование сухих строительных смесей не загрязняет воду и воздух, поскольку они не выделяют во внешнюю среду вредные химические вещества [5].

Таким образом, благодаря высокой эффективности и широкому спектру возможных свойств сухие строительные смеси прочно занимают своё место на рынке строительных материалов.

Список литературы

1. Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2003. - 96 с.
2. Беляев Е.В. Производство сухих строительных смесей: проблемы и перспективы. // Сухие строительные смеси. №4, 2014, с. 8-9.
3. Горегляд С.Ю. Отечественные строительные материалы. // Строительные материалы. № 3, 2007 г., с.60-61.
4. Сидоров В.И., Никифорова Т.П., Агасян Э.П. Химия в строительстве. 2010 г., с.344.
5. Федулов А.А. Техничко-экономическое обоснование преимущества применения сухих строительных смесей. // Строительные материалы. №4, 1999 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Мамаев Н.Г., Карасев А.В., Григорьев М.С., Алексеева Г.Н.

ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», РФ, г.Чебоксары

В ходе строительства и реконструкции жилых и общественных зданий возникает необходимость в усилении несущих строительных конструкций. Причинами этого могут послужить следующие факторы:

- физический износ конструкций в результате интенсивной или длительной их эксплуатации;
- изменение эксплуатационной нагрузки, связанное с пристройкой и надстройкой помещений или изменением назначения здания и сооружения;
- дефекты, возникшие в результате неправильной эксплуатации здания и сооружения;
- дефекты, возникшие в результате ошибок проектирования, монтажа и транспортировки конструкций.

В зависимости от сочетания факторов, типа конструкций, характера и степени повреждения элементов выбираются определенные способы и технологии усиления. В практике строительства существуют следующие способы усиления: увеличение сечений элементов; изменение конструктивной схемы; подведение новых дополнительных разгружающих конструкций или элементов; усиление соединений элементов; предварительное напряжение конструкций [2]. Выбор оптимальной схемы усиления производят путем сравнения нескольких проектных вариантов с учетом технологических особенностей, учитывающих стоимость изготовления и монтажа, расход материалов, трудоемкость работ, а также квалификацию рабочих.

Решение проблемы выбора технологии усиления, его особенностей рассмотрено на примере усиления железобетонных строительных конструкций жилого дома переменной этажности в г. Чебоксары. Конструктивная схема здания - рамно-связевый железобетонный каркас, со сборным перекрытием по сборно-монолитным ригелям и сборным колоннам. Сопряжение колонн с ригелями и сборно-монолитным перекрытием производится с помощью соединительных элементов. Для этого в местах примыкания плиты перекрытия и ригеля тело колонны лишено бетона, что позволяет в процессе сборки каркаса пропускать арматуру ригелей сквозь колонну. При омоноличивании сопряжения образуется жесткий узел, обеспечивающий устойчивость каркаса.

В ходе обследования объекта были выявлены значительные дефекты при производстве строительного-монтажных работ:

- значительное снижение (до 54%) прочности бетона узлов сопряжения несущих конструкций;
- дефекты, связанные с нарушением технологии бетонирования: выбоины и раковины в узлах сопряжения диафрагм с колонной, недоуплотненные участки, дефекты в рабочих швах, пустоты и раковины в теле бетона узлов сопряжения сборно-монолитного ригеля и колонны;
- механические повреждения железобетонных конструкций в виде сколов защитного слоя бетона и оголения рабочей арматуры.

На основании визуального, инструментального обследования и поверочных расчетов выявлена необходимость усиления узлов сопряжения сборных колонн и сборно-монолитных ригелей. Были рассмотрены несколько вариантов усиления узла сопряжения колонн и ригелей:

- 1 вариант: усиление узла с помощью местной железобетонной обоймы;
- 2 вариант: усиление узла с помощью местной металлической обоймы;
- 3 вариант: усиление узла с передачей усилий на нижележащий ригель, с помощью устройства предварительно напряженных двусторонних распорок на смежных этажах (сверху и снизу) усиливаемого узла;
- 4 вариант: усиление узла с передачей усилий на нижележащий ригель, с помощью устройства разгружающей металлической обоймы на смежных этажах (сверху и снизу) усиливаемого узла.

Технологические особенности каждого типа усиления состоят в следующем:

Первый вариант усиления узла с помощью местной железобетонной обоймы, представляющий собой локальное наращивание сечения в ослабленном узле, выполнялся путем омоноличивания с приваркой дополнительной арматуры через коротыши к рабочей арматуре колонны (Рисунок 1). Основными сложностями в технологии усиления данного варианта были пробивка перекрытия в условиях густого армирования приопорного участка, невозможность выполнения работы в зимних условиях, а так же сложность бетонирования и установки опалубки в нижней части монолитной обоймы.

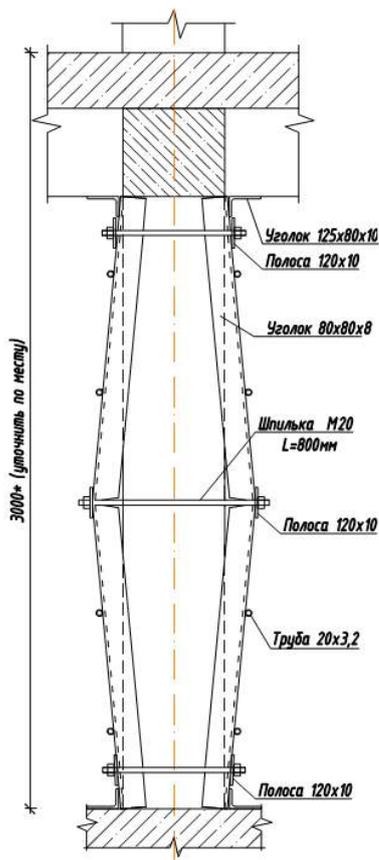


Рис.3. Усиление узла с помощью устройства предварительно напряженных двусторонних распорок

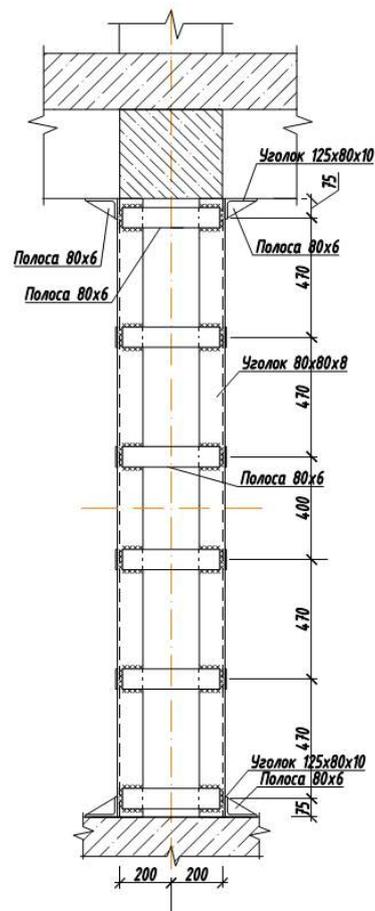


Рис.4. Усиление узла с помощью устройства разгружающей металлической обоймы на смежных этажах усиливаемого узла

Третий вариант усиления узла с передачей усилий на нижележащий ригель с помощью устройства предварительно напряженных двусторонних распорок на смежных этажах (сверху и снизу) осуществлялся с помощью преднапрягаемых металлических распорок с перегибом их в средней части по высоте элемента (Рисунок 3). Для этого в боковых полках были выполнены вырезки, облегчающие перегиб. Совместная работа элементов усиления с несущими осуществляется за счет натяжных шпилек, производящих натяжение распорок и выпрямление их до вертикального положения. Технологическими недостатками данного варианта стали большая материалоемкость, трудоемкость работ, требования к точности размеров раскроя металлических распорок.

Усиление узла по 4 варианту с передачей усилий на нижележащий ригель производилось с помощью устройства разгружающей металлической обоймы на смежных этажах (сверху и снизу) вдоль колонн с установкой упорных уголков под ригель с помощью гидравлического домкрата (рис. 4). Данный вариант усиления оказался наиболее технологически простым, менее требовательным к квалификации рабочих по сравнению с 3 вариантом, но более материалоемким.

На основании анализа вариантов усиления узлов конструкций были определены технико-экономические показатели типов усиления (Табл.1). Расчет трудоемкости работ проведен на основании ГЭСН №46 «Работы при реконструкции зданий и сооружений» и являются приблизительными, поскольку в нормативной базе не учитываются все возможные способы усиления. Определение стоимости работ усиления выполнено по среднерыночным ценам на строительные-монтажные работы.

Таблица 1

Технико-экономические показатели вариантов усиления

| Вариант | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант | 4 вариант |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Показатели | | | | |
| Расход металла, кг | 75,45 | 176,57 | 533,3 | 527,02 |
| Расход бетона, м ³ | 0,16 | - | - | - |

| | | | | |
|---|---|---|--|---------------------------|
| Трудоемкость, чел-ч. | 16,53 | 13,1 | 24,9 | 24,61 |
| Стоимость одного узла усиления, тыс. руб. | 15,74 | 15,84 | 47,97 | 44,43 |
| Сложности в работе | Пробивка перекрытия, невозможность проводить работы в зимних условиях, трудоемкость бетонирования нижней части обоймы | Пробивка, ослабления сечения ригеля технологическими штробами | Большая материалоем-кость, высокая трудоемкость, требования к точности раскроя | Большая материалоем-кость |

К производству работ был принят 4 вариант усиления узла с помощью устройства разгружающей металлической обоймы на смежных этажах (сверху и снизу) как наиболее технологичный и возможный к выполнению силами заказчика без привлечения сторонних организаций.

При выборе метода усиления узлов сопряжения железобетонных конструкций жилых зданий помимо показателей стоимости и трудоемкости необходимо учитывать технологические особенности производства работ по усилению конструкций, которые во многом влияют на выбор окончательного варианта усиления.

Список литературы

1. Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций промышленных зданий. ЦНИИПромзданий. Москва, 1987.
2. Мальганов А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий / А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. - Томск, 1990. - 320 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ПУТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ЗДАНИЯ

Лезина Е.П.

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

Архитектурное проектирование — часть единого комплексного процесса, в результате которого появляется проектно-сметная документация для здания или сооружения. Наряду с архитектурными, объемно-планировочными и конструктивными разделами, оно включает целый ряд смежных разделов, посвященных инженерному оборудованию объекта. Кроме этого, необходимо проведение предварительных предпроектных работ: инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических изысканий.

В настоящее время формируются биоподходы к проектированию зданий различного типа, а наряду с этим формируются «зеленые стандарты», экологические нормативы. Здания проходят сертификацию по различным системам: BREEAM, LEED, DGNB. При этом вне зависимости от типа здания критериями оценки при его проектировании служат архитектурная концепция, конструктивная концепция и инженерная концепция, рассматриваемые во взаимодействии.

Одним из наиболее актуальных вопросов в этой связи является вопрос экономии энергии и строительства энергоэффективных зданий. Строгий учет природно-экологических факторов и определяющее развитие новых технологий относятся к общим проблемам, которые стоят сегодня перед мировым сообществом.

Выявим несколько аспектов, формирующих экосистему, являющихся наиболее важными и структурообразующими для современных зданий:

- анализ климатических условий территории проектирования с целью определения ориентации и конфигурации здания;
- возможность использования растений для формирования микроклимата в здании;
- естественное освещение помещений, в частности каждого рабочего места;
- естественная вентиляция помещений;

- экономичная планировка с точки зрения обогрева и, наоборот, охлаждения здания в зависимости от климатических условий [2].

Ведущим мировым стандартом в энергосберегающем и энергоэффективном строительстве является пассивный дом, который не потребляет для своего функционирования энергию извне, и активный дом, который не только не потребляет энергию извне, но и вырабатывает ее, направляя вовне.

В идеале пассивный дом должен быть независимой энергосистемой, не требующей расходов на поддержание комфортной температуры, но, как показывают исследования, сохранение энергии достигает 80% по сравнению с обычными новыми зданиями. Идея заключается в создании такого здания, которое могло бы поддерживать комфортные для человека условия сколь угодно долго без подводки энергии со стороны. Это пример замкнутой системы, не требующей стороннего вмешательства для своего существования, которая базируется на следующих принципах: снижение теплопотерь; использование альтернативных источников энергии, светодиодов в качестве осветительных приборов, таймеров для экономии электроэнергии [1].

В основе энергетической концепции таких домов лежит использование определенной ориентации по сторонам света; солнечных батарей и коллекторов; тепловых насосов; ветрогенераторов; систем вентиляции и проветривания, коллекторов дождевой воды и снега для получения воды на хозяйственные нужды. В качестве конструкций используются, как правило, местные возобновляемые материалы, например дерево, применяются простая монтажная схема, разборный каркас, система проветривания. Предлагаются наиболее эффективные и экономичные инженерные системы, работающие на природных ресурсах.

Система отопления может строиться на том, что основной нагрев помещений происходит благодаря теплоте пола. Устройство теплового насоса позволяет использовать тепловую энергию глубоко залегающих слоев почвы. Летом со всей кровли собирается дождевая вода, она очищается, а затем используется. Зимой снег с кровли собирается в коллектор. Коллектор располагается под землей, там, где плюсовая температура почвы. Попадая туда, снег тает, превращается в воду; дальнейшее использование воды происходит аналогично летнему периоду.

Для максимального использования естественного освещения устраиваются световые фонари и выбирается ориентация здания, позволяющая получить как можно больше солнечного света. Электроэнергия производится путем переработки солнечной энергии солнечными панелями. Могут использоваться приемы адаптивной архитектуры. Так, ограждающие конструкции, например навесные панели, в зависимости от сезона и времени суток могут располагаться под разными углами для захвата максимального количества солнечных лучей.

Обратимся к экотехнической концепции атриумных зданий. Атриум — часть здания в виде многосветного пространства с верхним светом, как правило развитого по вертикали (на несколько этажей), с поэтажными галереями, на которые выходят помещения различного назначения. Здесь особенно остро возникают проблемы естественного освещения, напрямую связанные с глубиной рабочих помещений,

Атриумные пространства используются как для дополнительного естественного освещения рабочих помещений, так и, наоборот, для отдыха глаз. В случае если принятое объемно-планировочное решение требует только естественного освещения рабочих помещений при атриумной схеме компоновки помещений, «нужно придать атриуму форму уловителя и распределителя дневного света и соответственно организовать пространство вокруг него» [3]. При этом, по Р. Саксону, нужно либо уменьшать ширину, либо увеличивать высоту помещений, примыкающих к атриуму, до тех пор пока не будет достигнут нормальный требуемый уровень их естественной освещенности. При обычной высоте помещений и типе окон возможно устраивать помещения шириной не более 12 м. Повышая высоту этажа и сооружая некоторые специальные отражающие устройства, можно увеличить эти параметры. Поднимая высоту этажа с 2,7 до 3,6 м, можно обеспечить удовлетворительное освещение помещений на глубину до 9 м. Неглубокие помещения могут легко быть освещены через проемы по периметру и не требуют дополнительных средств освещения. Объем атриума в таких случаях может быть увеличен при уменьшении высоты этажей. Увеличение высоты этажей ведет к снижению их числа при заданной высоте атриума, а также увеличивает и междуэтажные пространства для размещения вентиляционных каналов. Если с функциональной точки зрения требуется устраивать глубокие помещения, то следует внимательно изучить связи этих пространств с атриумом. Если требуется обеспечить естественное освещение в дневное время, становятся значительными проблемы регулирования температуры даже в умеренном климатическом поясе. Затраты на охлаждение здания могут быть снижены, а отопление помещений может быть упрощено путем использования атриума как своего рода отопительного прибора.

Альтернативная стратегия состоит в использовании планировки с глубокими помещениями, частично освещаемыми естественным светом, частично-искусственными источниками света (использование интегрального освещения). При этом для получения оптимального экономического эффекта естественный и искусственный свет должны быть связаны между собой специальной системой регулирования. В зданиях, спроектированных в

расчете на интегральное освещение, по мере наступления темноты или в пасмурную погоду источники искусственного света должны включаться постепенно, начиная с наиболее глубоких и темных частей здания.

Среди конструктивных приемов, направленных на повышение энергетической и экологической эффективности общественных зданий, а также их экономичности, заслуживают отдельного внимания кинематические приемы, построенные на принципах динамической адаптации. Это вращение здания в режиме слежения за солнцем; цикличные перемещения, увеличивающие аккумуляцию солнечной энергии; использование различных видов трансформации ограждающих конструкций, повышающих их энергоактивность; применение поворотных экранов-отражателей.

Определение экологического строительства не зависит от времени и региона. Это многосторонний подход, но первое время внимание уделялось только энергоэффективности. Сейчас фокус по мере развития рынка перемещается на строительные материалы, транспортную доступность, эффективное использование всех ресурсов. В классическом определении экологически устойчивое здание, или «зеленое» здание — это результат философии проектирования, которая нацелена: на повышение эффективности использования ограниченных ресурсов (земли, энергии, тепла и холода, воды и материалов); на снижение вредного влияния на здоровье людей и на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду в течение всего жизненного цикла здания, через лучшее расположение, проектирование, строительство, управление, эксплуатацию и последующий снос.

Список литературы

1. Гельфонд А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий: учебник / А. Л. Гельфонд. — М. : ИНФРА-М, 2016. — 368 с.
2. Лезина Е. П. Экологический подход в архитектуре. Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом / Сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической конференции. № 2. Новосибирск, 2015 – 162 с.
3. Саксон, Р. Атриумные здания: Пер. с англ. / Р. Саксон; Под ред. В. Л. Хайта. – М.: Стройиздат, 1987. – 136 с.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ДИАГРАММЫ ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭПИХЛОРИДРИНА

Охлопкова Е.А., Серафимов Л.А., Фролова А.В.

Московский Технологический Университет, Институт Тонких Химических Технологий, г.Москва

Аннотация

С использованием экспериментальных и расчетных методов исследовано фазовое равновесие в четырехкомпонентной системе эпихлоридрин – аллилхлорид – метанол – вода. Определены параметры уравнения NRTL, адекватно описывающие фазовые равновесия данной системы. Проведен термодинамико-топологический анализ диаграммы фазового равновесия четырехкомпонентной системы продуктов производства эпихлоридрина.

Ключевые слова: эпихлоридрин, фазовое равновесие, азеотропия, математическое моделирование

Введение

Эпихлоридрин является важным продуктом основного органического синтеза. Благодаря наличию в молекуле двух реакционных центров, он легко вступает в различные реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения и замещения, что объясняет его использование для производства целого ряда продуктов, применяемых во многих отраслях промышленности. На его основе производятся разнообразные краски, клеи, лаки, ионообменные смолы, синтетические волокна, каучуки и т.д. [4]. Около 80% продукции используется для получения эпоксидных смол [6], которые, вследствие своей высокой коррозионной стойкости, имеют особое значение в химической промышленности.

Одним из перспективных направлений получения эпихлоргидрина является жидкофазное эпоксидирование аллилхлорида водным раствором пероксида водорода [7,8] в среде метанола в присутствии гетерогенного катализатора [3].

В состав продуктов после реактора по данному методу входит четырехкомпонентная смесь эпихлоргидрин – аллилхлорид – метанол – вода.

Целью данной работы является исследование структуры диаграммы фазового равновесия данной системы.

Теоретическая часть

В качестве метода исследования выбрано математическое моделирование с использованием программного комплекса Aspen Technology (AspenTech). Для расчета данной органической системы выбрана модель локальных составов NRTL (non-random two-liquid) и использованы базовые параметры программного обеспечения AspenTech.

Выбор модели, адекватно описывающей парожидкостное равновесие в исследуемых смесях, является первым и необходимым этапом расчета процессов ректификации. От того, насколько корректно осуществлен этот выбор, в конечном счете, зависит и правильность расчета основных рабочих и конструктивных параметров колонны разделения. Для практических расчетов фазовых равновесий используются упрощенные модели растворов, в которых производится некоторое усреднение величин, характеризующих межмолекулярное взаимодействие. К ним относятся решеточные модели, модели локальных составов, ячеечные модели, групповые модели и их комбинации.

Наша система содержит области расслаивания, именно поэтому мы будем использовать модель NRTL. При расчетах равновесия жидкость – пар будут использованы наборы экспериментальных данных (P, T, x, y) о равновесиях жидкость – пар.

Расчетная часть

Компоненты исследуемой четырехкомпонентной системы образуют 6 бинарных систем. Параметры бинарного взаимодействия представлены в Табл.1.

Таблица 1

Параметры бинарного взаимодействия

| Система ij | Параметры уравнения NRTL | | | | | Ошибки описания | | | |
|---------------------------|--------------------------|----------|-----------|------------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | a_{ij} | a_{ji} | b_{ij} | b_{ji} | c_{ij} | Δy^{abc} | Δy^{opt} | ΔT^{abc} | ΔT^{opt} |
| Метанол-аллилхлорид | 0,0 | 0,0 | 147,8389 | 633,8811 | 0,3 | 0,02 | 4,42 | 0,68 | 1,52 |
| Метанол-вода | -0,693 | 2,7322 | 172,9871 | -617,2687 | 0,3 | 0,01 | 1,97 | 0,25 | 0,38 |
| Аллилхлорид-вода | -22,3229 | 10,9875 | 7883,3271 | -2565,2019 | 0,3 | 0,02 | 2,45 | 0,23 | 0,42 |
| Метанол-эпихлоргидрин | 0,0 | 0,0 | 450,1299 | 108,8052 | 0,3 | 0,01 | 1,00 | 0,35 | 0,44 |
| Аллилхлорид-эпихлоргидрин | 0,0 | 0,0 | 471,5836 | 249,9432 | 0,3 | 0,01 | 1,27 | 0,78 | 1,39 |
| Вода - эпихлоргидрин | 0,0 | 0,0 | 1065,55 | 308,97 | 0,3 | 0,006 | 1,82 | 0,72 | 0,81 |

Ввиду отсутствия параметров NRTL в системе вода – эпихлоргидрин (ЭХГ), была проведена проверка расчетных данных с использованием экспериментальных данных, которые были взяты из базы NIST программного комплекса (Табл.2). Для наглядности по данным таблицы построены графики зависимости температуры от состава пара и зависимости состава жидкости от состава пара по эпихлоргидрину (Рисунок 1).

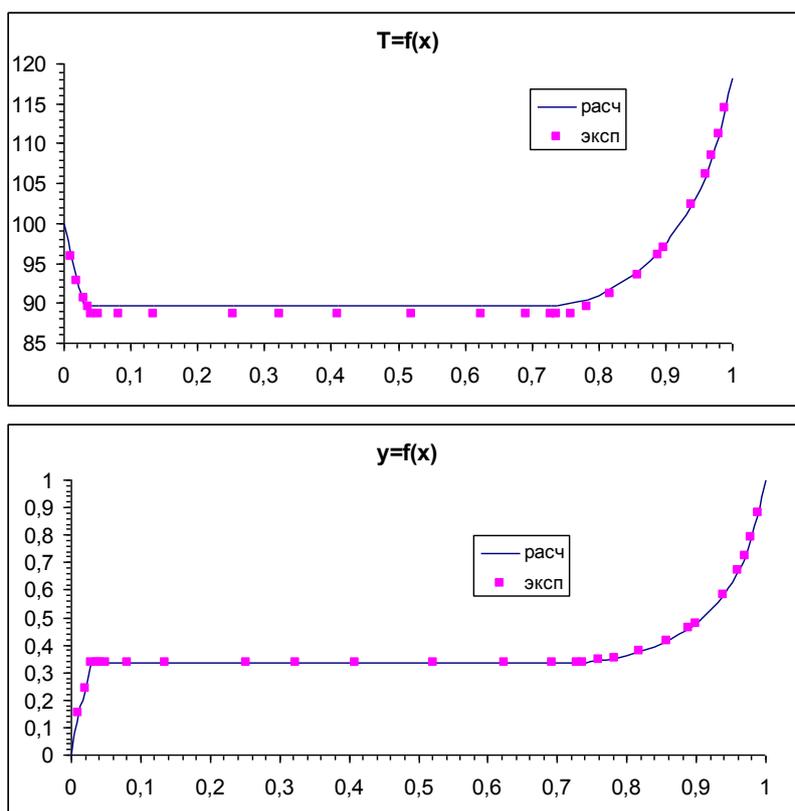


Рис. 1. Сравнение экспериментальных и расчетных данных для системы вода – эпихлоргидрин

Чтобы проверить адекватность выбранной математической модели, необходимо сравнить расчётные и экспериментальные азеотропные данные. Результаты приведены в Табл.3.

Таблица 2

Сравнение экспериментальных и расчетных данных для системы вода – эпихлоргидрин

| $X_{\text{эпг}}$, МОЛ.Д. | $T_{\text{эксп}}$, К | $T_{\text{эксп}}$, °С | $T_{\text{расч}}$, °С | $y_{\text{эксп}}$, МОЛ.Д. | $y_{\text{расч}}$, МОЛ.Д. | $\Delta T_{\text{отн}}$, % | $\Delta T_{\text{абс}}$, МОЛ.Д. | $\Delta y_{\text{отн}}$, МОЛ.Д. | $\Delta y_{\text{абс}}$, МОЛ.Д. |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 0 | | | 100,02 | | 0 | | | | |
| 0,01 | 368,92 | 95,77 | 95,78 | 0,151 | 0,15 | 0,01 | 0,01 | 0,662 | 0,001 |
| 0,02 | 365,89 | 92,74 | 92,88 | 0,247 | 0,242 | 0,15 | 0,14 | 2,024 | 0,005 |
| 0,03 | 363,74 | 90,59 | 89,68 | 0,31 | 0,336 | 1,00 | 0,91 | 8,387 | 0,026 |
| 0,037 | 362,75 | 89,6 | 89,68 | 0,338 | 0,336 | 0,09 | 0,08 | 0,592 | 0,002 |
| 0,041 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,331 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,511 | 0,005 |
| 0,051 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,33 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,818 | 0,006 |
| 0,082 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,331 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,511 | 0,005 |
| 0,135 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,33 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,818 | 0,006 |
| 0,253 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,331 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,511 | 0,005 |
| 0,324 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,33 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,818 | 0,006 |
| 0,409 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,331 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,511 | 0,005 |
| 0,521 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,33 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,818 | 0,006 |
| 0,624 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,331 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,511 | 0,005 |
| 0,693 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,33 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,818 | 0,006 |
| 0,729 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,331 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,511 | 0,005 |
| 0,737 | 361,7 | 88,55 | 89,68 | 0,331 | 0,336 | 1,28 | 1,13 | 1,511 | 0,005 |
| 0,76 | 361,7 | 88,55 | 90,13 | 0,33 | 0,345 | 1,78 | 1,58 | 4,545 | 0,015 |
| 0,782 | 362,75 | 89,6 | 90,41 | 0,338 | 0,35 | 0,90 | 0,81 | 3,550 | 0,012 |
| 0,818 | 364,23 | 91,08 | 91,86 | 0,365 | 0,377 | 0,86 | 0,78 | 3,288 | 0,012 |
| 0,859 | 366,6 | 93,45 | 94 | 0,407 | 0,416 | 0,59 | 0,55 | 2,211 | 0,009 |

| | | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 0,889 | 369,09 | 95,94 | 96,28 | 0,453 | 0,46 | 0,35 | 0,34 | 1,545 | 0,007 |
| 0,899 | 370,1 | 96,95 | 97,22 | 0,473 | 0,479 | 0,28 | 0,27 | 1,268 | 0,006 |
| 0,939 | 375,44 | 102,29 | 102,28 | 0,584 | 0,583 | 0,01 | 0,01 | 0,171 | 0,001 |
| 0,96 | 379,25 | 106,1 | 105,99 | 0,669 | 0,669 | 0,10 | 0,11 | 0,000 | 0,000 |
| 0,97 | 381,59 | 108,44 | 108,29 | 0,726 | 0,723 | 0,14 | 0,15 | 0,413 | 0,003 |
| 0,98 | 384,31 | 111,16 | 111,01 | 0,796 | 0,793 | 0,13 | 0,15 | 0,377 | 0,003 |
| 0,99 | 387,52 | 114,37 | 114,26 | 0,885 | 0,882 | 0,10 | 0,11 | 0,339 | 0,003 |
| 1 | | | 118,24 | | 1 | | | | |
| Среднее значение | | | | | | 0,81 | 0,72 | 1,816 | 0,006 |

Ошибки описания азеотропных характеристик исследуемых систем позволяют сделать вывод об адекватности используемой термодинамической модели.

Следующим шагом будет построение диаграмм фазового равновесия для трехкомпонентных составляющих нашей системы: метанол – вода – аллилхлорид, метанол – аллилхлорид – эпихлоргидрин, метанол – вода – эпихлоргидрин, вода – аллилхлорид – эпихлоргидрин (Рисунок 2).

Таблица 3

Расчетные значения температур кипения чистых компонентов и азеотропных свойств систем

| Компонент / азеотроп (1-2) | Расчетные данные | | Ошибки описания температуры кипения | | Ошибки описания состава азеотропа | |
|----------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------------|------|-----------------------------------|-------|
| | T кип, °C | x ₁ , мол.д. | абс. | отн. | абс. | отн. |
| Метанол | 64,53 | --- | 0,17 | 0,26 | --- | --- |
| Аллилхлорид | 45,28 | --- | 0,18 | 0,40 | --- | --- |
| Вода | 100,02 | --- | 0,02 | 0,02 | --- | --- |
| Эпихлоргидрин | 118,24 | --- | 0,34 | 0,29 | --- | --- |
| Метанол-аллилхлорид | 40,12 | 0,244 | 0,27 | 0,68 | 0,013 | 5,058 |
| Вода-аллилхлорид | 43,4 | 0,086 | 0,4 | 0,93 | 0,001 | 1,149 |
| Вода-эпихлоргидрин | 89,68 | 0,664 | 1,68 | 1,91 | 0,033 | 5,230 |

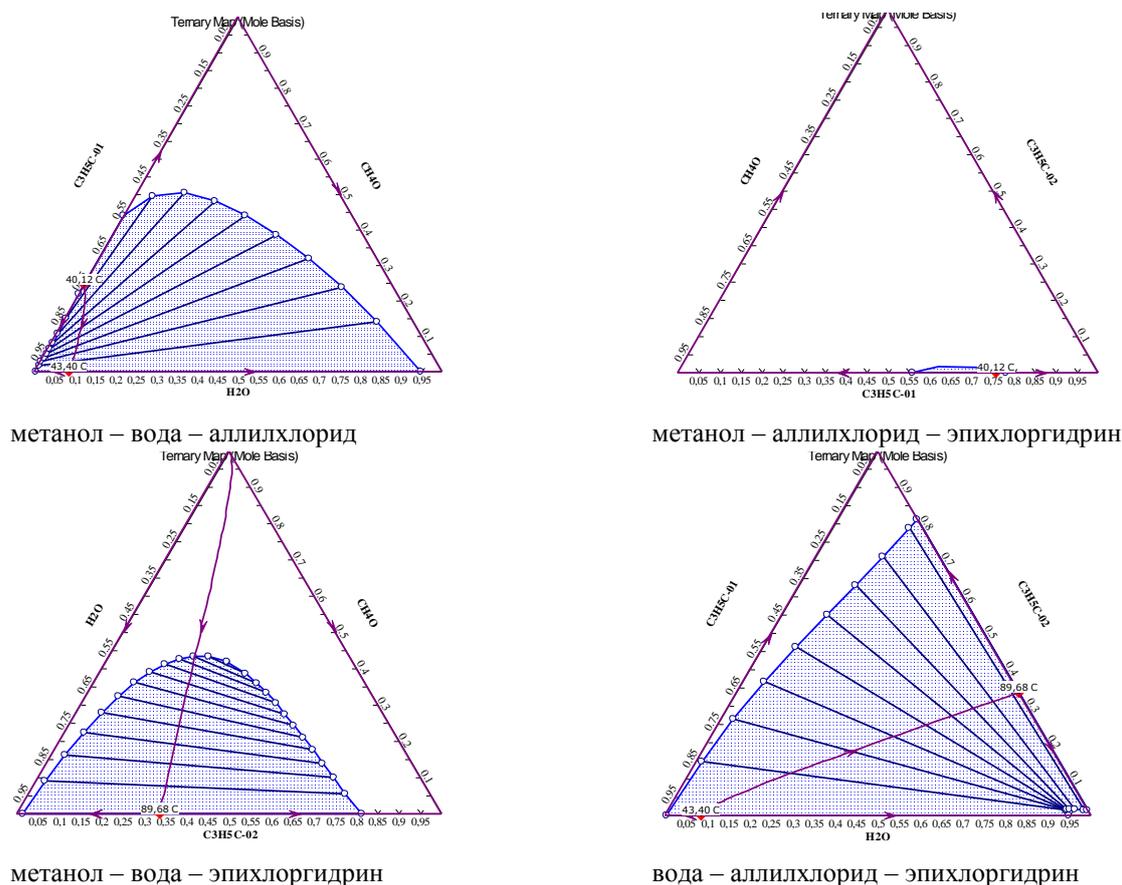


Рис.2. Диаграммы фазового равновесия трехкомпонентных составляющих системы эпихлоргидрин – аллилхлорид – метанол – вода

Таким образом, развертка диаграммы дистилляционных линий четырехкомпонентной системы эпихлоргидрин (ЭХГ) – аллилхлорид (АХ) – метанол (М) – вода (В) будет иметь вид, представленный на Рисунке 3.

Далее определим структуру диаграммы дистилляционных линий полного концентрационного симплекса четырехкомпонентной системы на основе ее развертки [2]. На развертке имеется два устойчивых узла (В и ЭХГ), один неустойчивый узел (М – АХ) и одна седловая точка (В – ЭХГ). Две другие вершины диаграммы (М и АХ), а также третий азеотроп (АХ – В) являются относительно границы тетраэдра сложными седлоузловыми точками с нулевым индексом Пуанкаре (Табл.4).

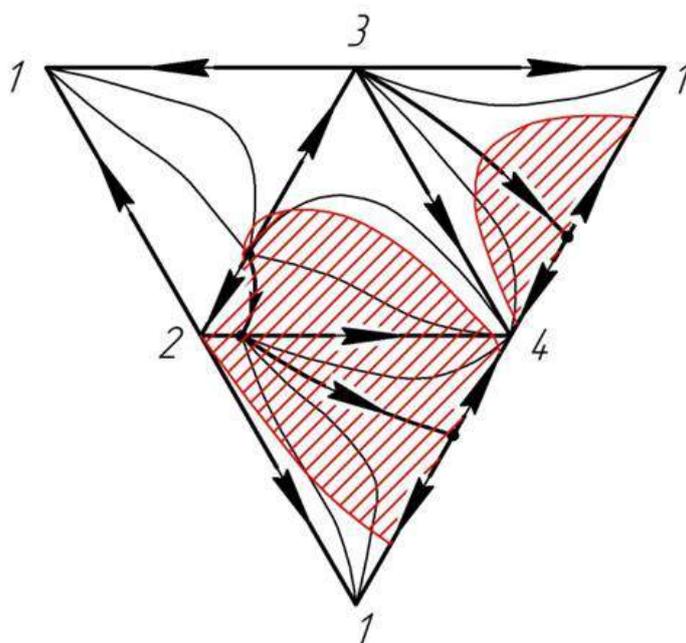


Рис.3. Развертка диаграммы фазового равновесия системы эпихлоргидрин (1) – аллилхлорид (2) – метанол (3) – вода (4)

При переходе к трехмерному пространству индекс бинарной седловой точки остается отрицательным, а неустойчивый узел приобретает отрицательный знак. Сумма индексов, таким образом, удовлетворяет уравнению правила азеотропии, поэтому наличие в системе четырехкомпонентного азеотропа при выполнении условия моноазеотропности всех элементов концентрационного симплекса диаграммы невозможно.

Таблица 4

Особые точки диаграммы дистилляционных линий системы эпихлоргидрин – аллилхлорид – метанол – вода.

| Особые точки | Относительно развертки | | Относительно тетраэдра | |
|---------------------|------------------------|-----|------------------------|-----|
| | Тип | i | Тип | i |
| метанол | CN | 0 | CN | 0 |
| аллилхлорид | CN | 0 | CN | +1 |
| вода | $N^{уст}$ | +1 | N^+ | +1 |
| эпихлоргидрин | $N^{уст}$ | +1 | N^+ | 0 |
| метанол-аллилхлорид | $N^{неуст}$ | +1 | N^- | -1 |
| аллилхлорид-вода | CN | 0 | CN | 0 |
| вода-эпихлоргидрин | C | -1 | C | -1 |
| | Σ | 2 | Σ | 0 |

В системе два устойчивых узла и лишь один неустойчивый, что говорит о существовании двух пучков дистилляционных линий. Выявление областей, занятых этими пучками на развертке, позволяет локализовать след сепаратрической поверхности, которая является узловой поверхностью седловой точки В – ЭХГ, что в свою очередь позволяет перейти к тетраэдру (Рисунок 4).

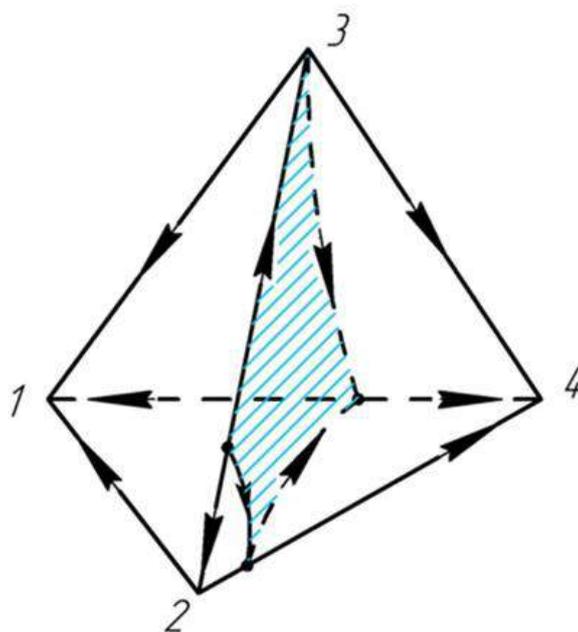


Рис.4. Структура сепаратрической поверхности в пространстве тетраэдра в системе эпихлоргидрин – аллилхлорид – метанол – вода.

Заключение

В данной работе исследована структура диаграммы фазового равновесия четырехкомпонентной системы эпихлоргидрин – аллилхлорид – метанол – вода и проведен ее термодинамико-топологический анализ.

Список литературы

1. Жаров В. Т., Серафимов Л. А. Физико-химические основы дистилляции и ректификации // Л.: Химия, 1975. – 240 с.
2. Медведев Д. В., Фролкова А. В., Серафимов Л. А. Определение структуры диаграммы дистилляционных линий четырехкомпонентной системы на основе ее развертки. Учебное пособие. // М.: МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2011. – 46 с.
3. Овчарова А.В. Разработка технологии получения эпихлоргидрина: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. хим. наук (15.05.12) / Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им Р.Е. Алексеева. – Москва, 2012. – 16 с.
4. Рахманкулов Д.Л., Кимсанов Б.Х., Локтионов Н.А., Дмитриев Ю.К., Чанышев Р.Р. Эпихлоргидрин. Методы получения, физические и химические свойства, технология производства. // Москва «Химия». 2003. – 244 с.
5. Серафимов Л. А., Фролкова А. К. Термодинамико-топологический анализ фазовых диаграмм как основа синтеза схем разделения // М.: МИТХТ, 2004. – 90 с.
6. Epicerol Process. Growing Green. Solvay Chemicals, INC., February 2008.
7. Gao, H., et al., Epoxidation of allyl chloride with hydrogen peroxide catalyzed by titanium silicalite 1. Applied Catalysis A: General, 1996. 138(1): p. 27-38.
8. Kumar, R.P. and R. Kumar, Eco-friendly synthesis of epichlorohydrin catalyzed by titanium silicate (TS-1) molecular sieve and hydrogen peroxide. Catalysis Communications, 2007. 8: p. 379-382.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНМАЛЬНОГО ФЛЕГМОВОГО ЧИСЛА ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЗЕОТРОПНОЙ СМЕСИ

Морозов К.А., Серафимов Л.А.

Московский технологический университет (МИТХТ им. М.В. Ломоносова), РФ, г.Москва

Ректификация является одним из самых энергетически затратных процессов разделения. Вместе с тем это самый распространенный в российской и зарубежной промышленности метод разделения многокомпонентных

жидких смесей. По универсальности ему нет равных. Поэтому актуальным является поиск решений, которые позволят снизить энергопотребление.

При проектной постановке задачи наибольшее значение имеет режим минимальной флегмы, поскольку наиболее экономичные реальные режимы ректификации по своим параметрам близки к режиму минимальной флегмы. Существует множество приближенных методов расчета, предложенных российскими и зарубежными авторами, но самым распространенным является метод Андервуда [3-7]. Данный метод содержит ряд допущений, а именно, относительные летучести компонентов и мольные потоки пара и жидкости в секциях колонны полагаются постоянными. Рассматривается простая колонна с двумя продуктовыми потоками и с одним потоком питания. Это делает данный метод неприменимым для неидеальных, даже зеотропных смесей, поскольку в общем случае относительные летучести компонентов зависят от состава. Однако в рамках принятых допущений метод Андервуда является строгим. Реализацию данного метода мы использовали в коммерческом программном продукте компании AspenTech – Aspen One. В дальнейшем метод 1.

На сегодня точным считается метод, предложенный в работе [8] (метод 2). Данный метод основан на работах Р.Ю. Данилова, Ф.Б. Петлюка, Л.А. Серафимова и А.А. Кондратьева [8-12]. Важным шагом к его созданию стало понятие пучка траекторий ректификации, введенное в работах [1-2]. Авторами [8] был составлен алгоритм, нашедший отражение в программном продукте DistillDesigner, применяемом для данной работы.

Объектом исследования выбрана четырехкомпонентная зеотропная система: бензол (1) – толуол (2) – этилбензол (3) – анилин (4), компоненты расположены в порядке увеличения температуры кипения компонента. Расчет проводился при атмосферном давлении. Для описания парожидкостного равновесия использовали модель NRTL, приведенная в Aspen One, параметры бинарного взаимодействия, так же были взяты из баз программного комплекса.

Следующим этапом после исследования фазового поведения системы был синтез технологических схем. В процессе синтеза мы рассматривали использование только простых двухсекционных ректификационных колонн, работающих в режимах четкого разделения и режиме первого класса фракционирования. В итоге мы получили 5 принципиальных технологических схем, приведенных на Рисунке 1.

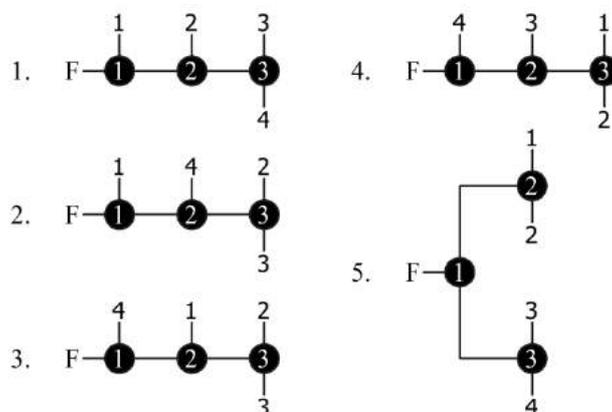


Рис.1. Принципиальные технологические схемы для разделения четырехкомпонентной смеси при использовании простых двухсекционных колонн.

Кругами условно обозначены аппараты в технологической схеме; F – поток исходной смеси; 1 – 4 – продуктовые потоки соответствующего компонента смеси.

Для проведения сравнения результатов расчетов необходимо определить критерий оптимальности. Как известно, в общем случае поток паровой фазы в ректификационной колонне изменяется по величине даже для идеальных смесей. Для неидеальных смесей это изменение составляет существенную величину. В связи с этим для сравнения энергетических затрат различных схем процесса ректификации все расчеты должны производиться на одном и том же уровне. Такими уровнями могут быть уровень конденсатора или уровень кипятильника. При использовании уровня конденсатора в режиме минимального флегмового числа энергетические затраты на разделение в ректификационной колонне можно определить с помощью уравнения:

$$Q^D = \lambda D(R_{\min} + 1), \quad (1)$$

где λ – удельная теплота полной конденсации парового потока, D – количество дистиллята, Rmin – минимальное флегмовое число.

В справочной литературе данные о теплотах испарения (конденсации) смесей, как правило, отсутствуют, а их определение является сложной задачей. Поэтому в качестве критерия оптимизации в дальнейшем будем

использовать величину парового потока на уровне конденсатора. Данная величина для отдельной колонны имеет вид:

$$V = D(R_{\min} + 1), \quad (2)$$

а для технологической схемы:

$$V^{\Sigma} = \sum_{i=1}^n D_i(R_{\min i} + 1), \quad (3)$$

где $i=1 - n$ – порядковый номер ректификационной колонны в схеме.

Используя метод секущих и сечений было взято 64 состава исходной смеси внутри концентрационного симплекса, суммарно для каждого метода рассчитано 320 вариантов. Для представления результатов использовалась относительная величина, рассчитанная по формуле 4.

$$J = \frac{V_i^{\text{метод 1}} - V_i^{\text{метод 2}}}{V_i^{\text{метод 2}}}, \quad (4)$$

где i – порядковый номер ректификационной колонны в схеме.

Суммарное значение по комплексу рассчитывается аналогично формуле 3. Итоговые результаты представлены на диаграмме ниже.

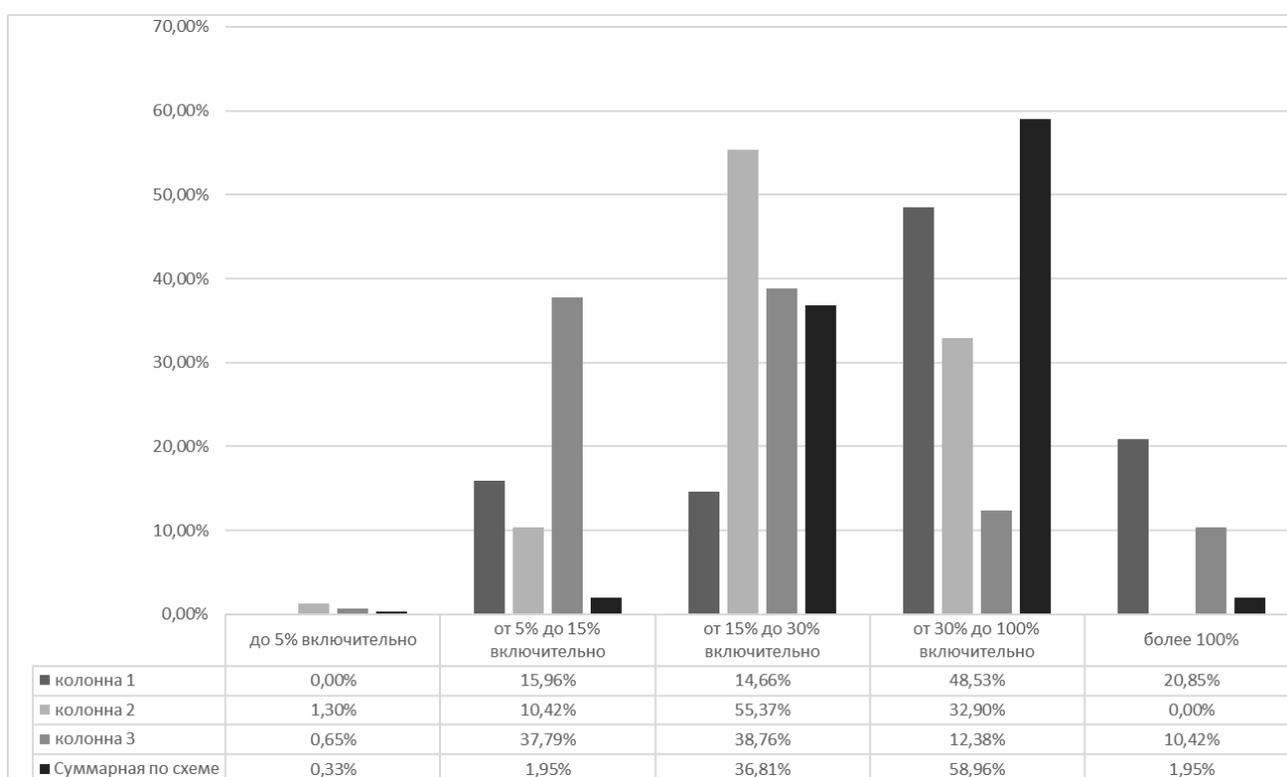


Рис.2.

На диаграмме показано распределение относительной разницы в заданных диапазонах. Можно увидеть, что метод 2 показывает значения значительно ниже чем метод 1, что предварительно позволяет сказать, что этот метод позволит провести расчет комплекса с лучшим начальным приближением, что позволит спроектировать технологическую схему с наименьшими энергетическими затратами. В дальнейшей работе это утверждение будет проверено.

Список литературы

1. Serafimov, L. A. Rectification of multicomponent mixtures. III. Local characteristics of the trajectories of continuous rectification processes at finite reflux ratios / L. A. Serafimov, V. S. Timofeev, M. I. Balashov // Acta Chim. Acad. Sci. Hung. – 1973. – V. 75. – № 3. – P. 235-254.
2. Serafimov, L. A. Rectification of multicomponent mixtures. IV. Non-local characteristics of continuous rectification trajectories for ternary mixtures at finite reflux ratio / L. A. Serafimov, V. S. Timofeev, M. I. Balashov // Acta Chim. Acad. Sci. Hung. – 1973. – V. 75. – № 3. – P. 255-270.

3. Underwood, A. J. V. The theory and practice of testing stills / A. J. V. Underwood // Trans. AIChE. – 1932. – V. 10. – P. 112–152.
4. Underwood, A. J. V. Fractional distillation of ternary mixtures. Part I. / A. J. V. Underwood // J. Inst. Pet. – 1945. – V. 31. – № 256. – P. 111-118.
5. Underwood, A. J. V. Fractional distillation of ternary mixtures. Part II. / A. J. V. Underwood // J. Inst. Pet. – 1946. – V. 32. – № 274. – P. 598-613.
6. Underwood, A. J. V. Fractional distillation of multicomponent mixtures calculation of minimum reflux ratio / A. J. V. Underwood // J. Inst. Pet. – 1946. – V. 32. – № 274. – P. 614-626.
7. Underwood, A. J. V. Fractional distillation of multicomponent mixtures / A. J. V. Underwood // Chem. Eng. Prog. – 1948. – V. 44. – № 8. – P. 603-614.
8. Данилов, Р. Ю. Режим минимальной флегмы в простых ректификационных колоннах / Р. Ю. Данилов, Ф. Б. Петлюк, Л. А. Серафимов // Теорет. основы хим. технологии. – 2007. – Т. 41. – № 4. – С. 394-406.
9. Кондратьев, А. А. Расчет и использование режима минимального орошения при исследовании вопросов ректификации : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. А. Кондратьев. – М., 1963. – 23 с.
10. Петлюк Ф.Б. Возможные варианты разделения и режим минимальной флегмы для многокомпонентных азеотропных смесей / Ф. Б. Петлюк, Р. Ю. Данилов // Теорет. основы хим. технологии. – 1999. – Т. 33. – № 6. – С. 629-642.
11. Петлюк, Ф. Б. Возможные составы продуктов ректификации трехкомпонентных азеотропных смесей при минимальной флегме / Ф. Б. Петлюк, Е. И. Виноградова, Л. А. Серафимов // Теорет. основы хим. технологии. – 1984. – Т. 18. – № 2. – С. 147-154.
12. Петлюк, Ф. Б. Траектории ректификации для трехкомпонентных азеотропных смесей при минимальной флегме / Ф. Б. Петлюк, Р. Ю. Данилов // Теорет. основы хим. технологии. – 1998. – Т. 32. – № 6. – С. 604-616.

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

ВЛИЯНИЕ СЫРЬЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕДОВОУХИ

Белокурова Е.С., Архипова О.Ю.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, РФ, г. Санкт-Петербург

Медовуха - это слабоалкогольный напиток, изготавливаемый из мёда, воды и дрожжей с разнообразными вкусовыми добавками, или без их использования. Вино из мёда - традиционный напиток древних славян в средние века. В настоящий момент в России много внимания уделяется снижению потребления крепкого алкоголя, который оказывает негативное влияние на организм человека. Наиболее актуальным является возобновление отечественными предприятиями производства натуральных слабоалкогольных напитков, таких как сидр, медовуха.

Основными ингредиентами, которые традиционно используются при производстве медовухи, являются: вода, мёд пчелиный и дрожжи. Для получения медовухи с различными оттенками вкуса может использоваться дополнительное сырьё такое как хмель, различное пряно-вкусовое сырьё, ягоды.

Вода - ее солевой состав и свойства играют большую роль в протекании процессов брожения и в формировании качества готового пищевого продукта.

Вода, используемая для приготовления медовухи, должна соответствовать требованиям нормативных документов, предъявляемым к питьевой воде [1].

Для изготовления медовухи очень важно использовать винные дрожжи. Основное требование, предъявляемое к дрожжам, это полнота сбраживания, которая влияет на накопление этилового спирта и на формирование полноты вкуса готового продукта.

Одним из важных сырьевых компонентов медовухи, вносящим существенный вклад в формирование органолептических и физико-химических показателей готового напитка, является мёд.

Пчелиный мёд – продукт переработки медоносными пчелами нектара или пади, представляющий собой сладкую, ароматическую, сиропообразную жидкость или закристаллизованную массу.

Полезные свойства меда обусловлены его химическим составом. Он различен у разных сортов меда и зависит от вида растения, с которого собран нектар, а также от почвенных и климатических условий выращивания.

По литературным данным, в составе меда обнаружено от 70 до 300 различных веществ. К ним относятся сахара (75,9%), вода (18-20%), декстрины (2-5%), азотистые вещества (0,5%), минеральные вещества (0,2%). Количество этих веществ зависит от сорта меда. Так, в акациевом меде глюкозы содержится 35,98%, фруктозы – 40,35%, в гречишном – 36,75% глюкозы, 40,29% фруктозы. В липовом меде содержится 36,05% глюкозы и 39,27% фруктозы, а в хлопковом – 36,1% глюкозы и 39,40% фруктозы [2].

Одним из показателей качества мёда, характеризующим в определенной степени его ботаническое происхождение, является цвет. Мёд может быть светлым, почти белым (белоакациевый, хлопчатниковый, кипрейный), янтарного цвета (подсолнечниковый), темно-коричневого цвета (гречишный, вересковый, кориандровый, каштановый и др.). При изготовлении медовухи цвет и химический состав мёда оказывает существенное влияние на формирование показателей качества готового напитка.

Для проведения исследования в розничной торговой сети города Санкт-Петербурга методом простой случайной выборки было приобретено 3 образца «Медовухи» разных фирм-производителей.

Характеристика объектов исследования представлена в Табл. 1.

Таблица 1

Характеристика объектов исследования

| Наименование образцов | Производитель | Состав сырья | Способ обработки |
|---|--|--|--|
| Образец 1 Медовый напиток «Медовуха». | ООО «Медоварус», Санкт-Петербург | Вода, мед натуральный (разнотравье), хмель, сахар, патока, базилик, душица, имбирь, корица, кардамон, мускатный орех, кориандр, гвоздика | непастеризованный фильтрованный обеспложенный. |
| Образец 2 медовуха «Никола тёмная». | ОАО «Дека», Великий Новгород | Очищенная вода, сахар, мёд натуральный, сок клюквенный, солод ржаной, солод ячменный, мука ржаная, хлебопекарные дрожжи. | фильтрованный пастеризованный |
| Образец 3 «Медовуха» со вкусом «барбариса» | ООО «Рудолакинский пивзавод» Россия, Владимирская обл., г.Лакинск | Вода питьевая очищенная, сахар, мёд натуральный, сок яблочный концентрированный, регулятор кислотности лимонная кислота, концентрат сока чёрной моркови (сок чёрной моркови, лимонная кислота), ароматизатор натуральный «барбарис». | фильтрованный пастеризованный |

Из Табл. 1 видно, что современные производители медовухи используют не только традиционное сырьё, но и различные добавки не всегда натуральные. Исследованные образцы медовухи имели разные сроки хранения, что объясняется способами их обработки: пастеризация и обеспложивающая фильтрация.

При экспертизе качества пользовались органолептическими и физико-химическими методами исследования. По результатам органолептической оценки самым лучшим оказался образец 1. Это образец был янтарного цвета, с хорошими пенообразующими свойствами, имел характерный для мёда аромат с оттенками пряностей и приятный вкус с медовой ноткой, без посторонних привкусов, он получил максимальную оценку у дегустаторов.

Образец 2 отличался слишком тёмным цветом, имел среднее пенообразование, во вкусе и аромате присутствовали солодовые оттенки, более характерные для кваса.

Образец 3 имел насыщенный розовый цвет, что не характерно для мёда, имел вкус с кислинкой. Наличие солодового вкуса у образца 2 и розового цвета и специфического аромата и вкуса образца 3 можно объяснить используемым сырьём, которое заявлено производителями и позиционируется ими как «Никола тёмная» - образец 2 и «Медовуха» со вкусом «барбариса» - образец 3.

После проведения дегустации были определены физико-химические показатели исследуемых образцов медовухи. При этом определяли объёмную долю этилового спирта, плотность напитка и содержание

экстрактивных веществ. Данные показатели определяли на анализаторе спиртосодержащих напитков «Колос-2». На этикетке исследуемых образцов было указано содержание этилового спирта, поэтому полученные данные сравнивали с данными производителя. Результаты исследования приведены в Табл.2.

Таблица 2

Результаты определения физико-химических показателей

| Наименование образцов | Содержание экстрактивных веществ, % | Плотность, г/см ³ | Объёмная доля этилового спирта, % | |
|--|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | | Фактическое | Заявлено на этикетке |
| Образец 1 Медовый напиток «Медовуха». | 12,15 | 1,0395 | 5,7 | 5,8 |
| Образец 2 медовуха «Никола тёмная». | 13,66 | 1,0464 | 5,3 | 5,5 |
| Образец 3 «Медовуха» со вкусом «барбариса» | 11,74 | 1,0377 | 5,7 | 5,9 |

По результатам определения физико-химических показателей видно, что наибольшее количество экстрактивных веществ в образце 2. По содержанию этилового спирта отклонения находятся в пределах погрешности измерений.

Выводы:

На данный момент в розничной торговой сети г.Санкт-Петербурга имеется медовуха разных фирм-производителей, отличающаяся по своему сырьевому составу, по органолептическим и физико-химическим показателям.

Современные российские производители, работающие на рынке слабоалкогольных напитков, совершенствуют свою продукцию с целью привлечения потребителей и подавления конкурентов, и тем самым отходят от традиционных рецептов производства медовухи. Добавление всевозможных красителей и ароматизаторов, имеющих несвойственные для мёда, оттенки цвета и вкуса, может вызвать негативную реакцию у потребителей, поэтому хочется порекомендовать производителям шире использовать натуральные ингредиенты отечественного производства.

Список литературы

1. Белокурова Е.С. Биотехнология продуктов брожения: Учеб. пособие-СПб, СПбГТЭУ, 2015, -64.с.
2. Скурихин И.М. и др. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. –М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МАЛЬТОЗЫ ИЗ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ГЛЮКОЗНО-МАЛЬТОЗНЫХ СМЕСЕЙ

Данильчук Ю. В., д.т.н., проф.

МГУПП, РФ, г.Москва

Конечным продуктом глубокого гидролиза крахмала является глюкозно-мальтозный сироп. Соотношение мальтозы и глюкозы в этих сиропах зависит от целей их применения и определяется в основном набором специфических ферментов, используемых в технологическом процессе. В настоящее время в Российской Федерации вырабатывают высокомальтозные сиропы в виде патоки, отдельные же компоненты смесей – глюкоза и мальтоза не производятся. Одной из причин этого является отсутствие технологии разделения таких смесей на химические компоненты.

Целью проводимого исследования является модификация процесса получения мальтозы и глюкозы из крахмалсодержащего сырья с помощью метода избирательной кристаллизации [1]. Сущность предлагаемой модификации общепринятой в мире технологии переработки крахмала в мальтозу и глюкозу заключается в научном обосновании стадии эффективного разделения глюкозы и мальтозы с помощью предложенного автором

инновационного метода избирательной кристаллизации мальтозы из глюкозно-мальтозных сиропов в присутствии органических растворителей – изопропанола и ацетона.

Обычной перекристаллизацией глюкозно-мальтозных смесей из водных растворов разделить указанные сахара не удастся, т.к. глюкоза и мальтоза имеют практически равную растворимость в широком диапазоне температур. В нашей работе [4] показано, что, несмотря на близкую растворимость глюкозы и мальтозы в водно-органических растворителях с высоким содержанием воды (более 50 мас. %) с увеличением доли органического растворителя (изопропанола и ацетона) растворимость мальтозы по отношению к глюкозе резко уменьшается (Рисунок 1, Рисунок 2, Рисунок 3). Растворимость углеводов измеряли при температуре 25 °С.

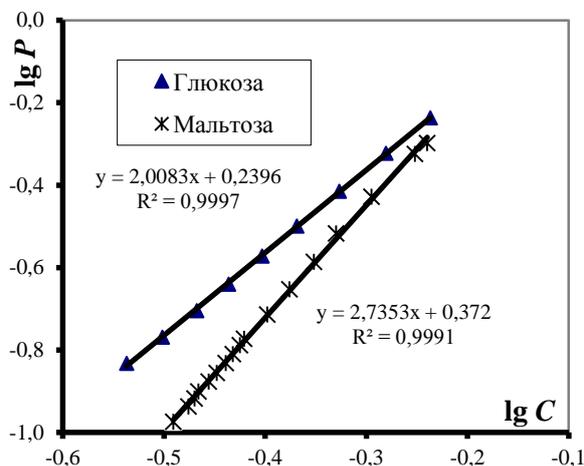


Рис.1. Растворимость глюкозы и мальтозы в водном изопропанолe

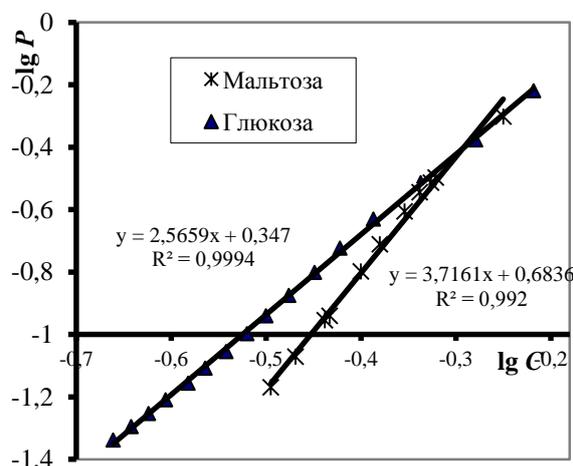


Рис.2. Растворимость глюкозы и мальтозы в водном — ацетоне

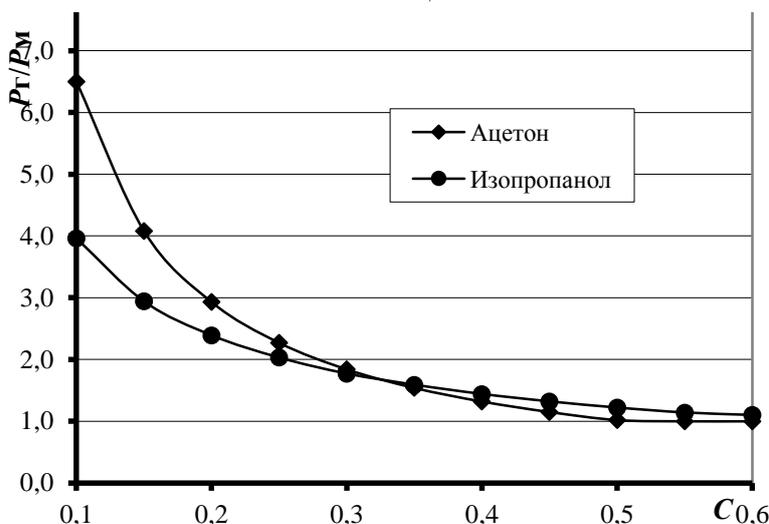


Рис.3. Зависимость отношения растворимости глюкозы P_G и мальтозы P_M в водных ацетоне и изопропанолe от массовой доли воды C

Из Рисунка 3 видно, что при массовой доле воды в смешанном растворителе C менее 0,3 различие растворимостей глюкозы и мальтозы в водном ацетоне существенно выше их различия в водном изопропанолe, что указывает на большую эффективность разделения сахаров в первом случае. Однако такой вывод справедлив, если не учитывать возможное взаимодействие глюкозы и мальтозы на растворимость друг друга, как было обнаружено автором ранее при анализе совместной растворимости глюкозы и фруктозы [2].

В данной работе представлены результаты изучения процесса кристаллизации смесей глюкозы и мальтозы различного состава из водно-органических растворителей при температуре 25 °С. Изучено три состава, с относительным содержанием глюкозы f_0 : 25, 50 и 75 %, остальное – мальтоза. Отношение объемов органического растворителя и воды ω изменялось от 2 до 12. Экспериментально установлено, что во всех случаях состав насыщенных растворов (межкристалльной жидкости) соответствовал уравнениям растворимости [5] глюкозы P_G и мальтозы P_M в водно-органическом растворителе с содержанием воды C в водном изопропанолe:

$$P_r = 1,74C^{2,01}, \quad P_m = 2,36C^{2,74},$$

в водном ацетоне:

$$P_r = 2,22C^{2,57}, \quad P_m = 4,83C^{3,72}.$$

Такое соответствие указывает на независимость растворимости углеводов, т.е. на отсутствие химического взаимодействия глюкозы и мальтозы в процессе растворения. Это позволяет провести расчеты полного материального баланса процесса, которые приведены на Рисунке 4, Рисунке 5 и в Табл.1, 2, 3 и 4, где СВ – массовая доля сухих веществ в исходном сиропе, f_1, f_2 – массовые доли глюкозы к СВ в межкристалльной жидкости и кристаллах соответственно, d_1 – доля углеводов, перешедшая из исходного сиропа в жидкую фазу, E – интегральный показатель эффективности (эффективность) разделения глюкозы и мальтозы, который рассчитывается по формуле [3]

$$E = \frac{(f_1 - f_0)d_1}{f_0(1 - f_0)}.$$

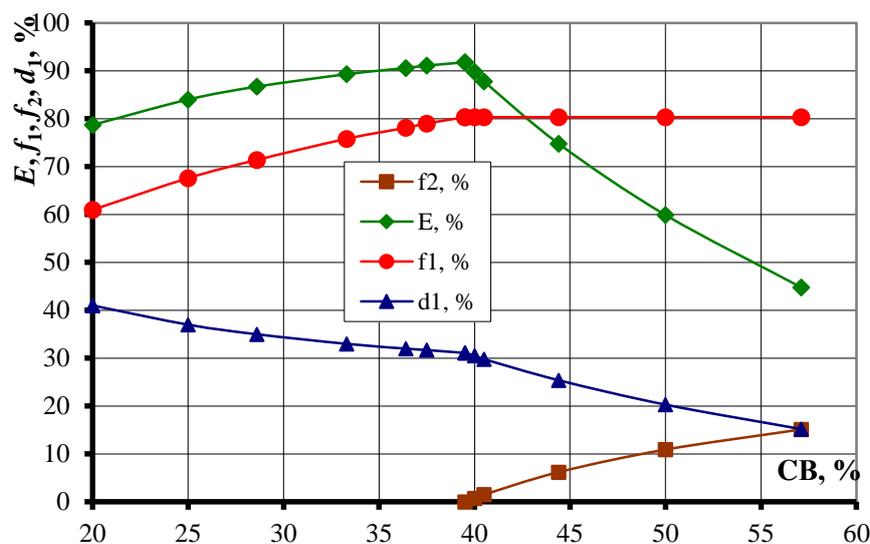


Рис.4. Параметры кристаллизации глюкозно-мальтозных смесей из водного изопропанола для $\omega = 12$ при $f_0 = 25\%$

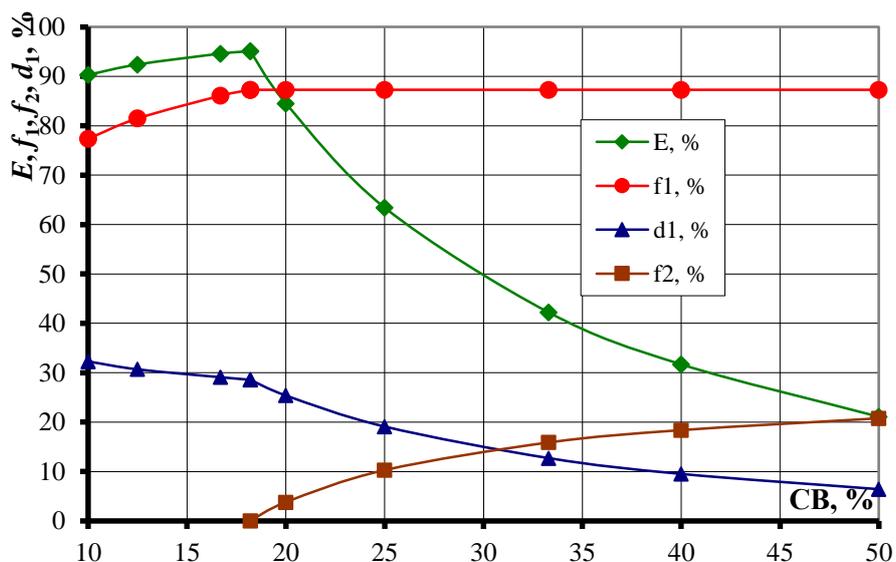


Рис.5. Параметры кристаллизации глюкозно-мальтозных смесей из водного ацетона для $\omega = 12$ при $f_0 = 25\%$

Как видно из Рисунков 4 и 5, построенных для случая $f_0 = 25\%$ и отношения объема добавленного органического растворителя к объему воды, содержащемуся в исходном сиропе, $\omega = 12$, зависимости эффективности и других параметров кристаллизации от содержания СВ в сиропе носит сложный характер.

С ростом количества СВ, растворяемого в фиксированном объеме воды с образованием сиропа при заданном отношении ω максимум эффективности (макс. E) достигается в случае равенства концентрации глюкозы в полученной смеси максимально возможной концентрации для данного состава бинарного растворителя. Таким образом, в экстремальной точке (опт. СВ) при достижении насыщения межкristального раствора глюкозой в выпавшей кристаллической фракции ее содержание равно нулю ($f_2 = 0$), т.е. при СВ ниже оптимального значения кристаллическая фаза состоит из чистой мальтозы, а при СВ выше оптимального значения кристаллическая фаза содержит оба углевода, что вызывает резкое уменьшение эффективности E , и дает перелом на кривой зависимости $E(\text{СВ})$. После достижения насыщения смеси по глюкозе состав межкristальной жидкости не изменяется, в то время как содержание глюкозы в кристаллах увеличивается.

При сравнении Рисунок 4 и Рисунок 5 видно, что эффективность кристаллизации глюкозно-мальтозного сиропа и концентрация глюкозы в межкristальной жидкости в присутствии ацетона существенно выше, чем в присутствии изопропанола. В первом случае при $\omega = 12$ эффективность достигает значения $E = 95,1\%$, а $f_1 = 87,3\%$ - такие же параметры были достигнуты при разделении глюкозно-фруктозных сиропов методом избирательной кристаллизации в присутствии изопропанола для смеси углеводов, содержащей 25% фруктозы и 75% глюкозы [2].

В таблицах приведены максимально достижимые значения эффективности E и соответствующие экстремальные параметры СВ, f_1 , d_1 при фиксированных отношениях $\omega = 2, 4, 6, 8, 10$ и 12. Данные для смеси, содержащей 75% глюкозы и 25% мальтозы ($f_0 = 75\%$) не приведены, т.к. в этом случае метод избирательной кристаллизации не эффективен. Эффективность кристаллизации состава с $f_0 = 50\%$ в случаях применения ацетона и изопропанола значительно ниже, чем эффективность кристаллизации высокомальтозной смеси, содержащей 75% мальтозы и 25% глюкозы ($f_0 = 25\%$). Уменьшение количества добавленного органического растворителя с исходному сиропу смеси углеводов приводит к резкому падению общей эффективности процесса разделения глюкозы и мальтозы.

Таблица 1

Максимумы эффективности E и экстремальные значения СВ, f_1 , d_1 кристаллизации глюкозно-мальтозной смеси ($f_0 = 25\%$) в водном изопропаноле

| ω | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| макс E , % | 77,3 | 83,9 | 87,2 | 89,3 | 90,9 | 91,8 |
| опт. СВ, % | 72,8 | 62,3 | 54,5 | 48,4 | 43,5 | 39,5 |
| f_1 , % | 59,5 | 67,5 | 72,4 | 75,9 | 78,4 | 80,3 |
| d_1 , % | 42,0 | 37,0 | 34,5 | 32,9 | 31,9 | 31,1 |

Таблица 2

Максимумы эффективности E и экстремальные значения СВ, f_1 , d_1 кристаллизации глюкозно-мальтозной смеси ($f_0 = 50\%$) в водном изопропаноле

| ω | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| макс E , % | 31,9 | 51,8 | 61,8 | 68,3 | 72,5 | 75,5 |
| опт. СВ, % | 57,3 | 45,3 | 37,5 | 31,9 | 27,8 | 24,6 |
| f_1 , % | 59,5 | 67,5 | 72,4 | 75,9 | 78,4 | 80,3 |
| d_1 , % | 84,0 | 74,0 | 69,0 | 65,9 | 63,8 | 62,3 |

Таблица 3

Максимумы эффективности E и экстремальные значения СВ, f_1 , d_1 кристаллизации глюкозно-мальтозной смеси ($f_0 = 25\%$) в водном ацетоне

| ω | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| макс E , % | 75,6 | 85,9 | 90,3 | 92,7 | 94,1 | 95,1 |
| опт. СВ, % | 66,7 | 48,6 | 36,4 | 28,1 | 22,3 | 18,2 |
| f_1 , % | 57,8 | 70,3 | 77,4 | 81,9 | 85,0 | 87,3 |
| d_1 , % | 43,3 | 35,6 | 32,3 | 30,5 | 29,4 | 28,6 |

Максимумы эффективности E и экстремальные значения СВ, f_1 , d_1 кристаллизации глюкозно-мальтозной смеси ($f_0 = 50\%$) в водном ацетоне

| ω | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| макс E , % | 26,9 | 57,8 | 70,8 | 78,0 | 82,4 | 85,4 |
| опт. СВ, % | 50,1 | 32,1 | 22,2 | 16,3 | 12,5 | 10,0 |
| f_1 , % | 57,8 | 70,3 | 77,4 | 81,9 | 85,0 | 87,3 |
| d_1 , % | 86,5 | 71,1 | 64,6 | 61,0 | 58,8 | 57,3 |

Анализ полученных результатов исследования позволяет рекомендовать метод избирательной кристаллизации для эффективного разделения глюкозно-мальтозных смесей с высоким содержанием мальтозы на мальтозную кристаллическую фазу и высокоглюкозную межкристалльную жидкость, которая в дальнейшем может быть переработана в кристаллическую глюкозу. Таким образом, данным способом технологически возможно разделение глюкозно-мальтозных исходных смесей на чистые компоненты.

Для практической реализации метода в качестве органических растворителей можно использовать, как ацетон, так и изопропанол. Применение ацетона дает более высокую общую эффективность процесса разделения, в то время, как применение изопропанола имеет другое важное технологическое преимущество – более высокое оптимальное содержание СВ (в два и более раза) в глюкозно-мальтозном сиропе, т.е. в последнем случае на единицу массы перерабатываемых сахаров расходуется значительно меньше органического растворителя для кристаллизации. Оптимально использовать разработанный метод для переработки легко получаемых гидролизом крахмала высокомальтозных сиропов с содержанием глюкозы менее 30 %, которые обычно являются конечным продуктом крахмалопаточного производства в нашей стране.

Работа проведена в рамках гранта Президента РФ № МД – 3576.2015.4.

Список литературы

1. Данильчук, Ю.В. Модификация процесса получения мальтозы и глюкозы из крахмалсодержащего сырья с помощью метода избирательной экстракции / Ю.В. Данильчук // Сборник материалов VII межведомственной научно-практической конференции «Инновации в товароведении, общественном питании и длительном хранении продовольственных товаров». – М.: Издательство ООО "Франтера", 2015. – С. 36-39.
2. Данильчук, Ю.В. Новый способ получения фруктозы методом избирательной кристаллизации ГФС/ Ю.В. Данильчук // Сахар. – 2012. – № 12. – С. 41-49.
3. Данильчук, Ю.В. Оценка эффективности избирательной кристаллизации глюкозно-фруктозных сиропов/ Ю.В. Данильчук // Сахар. – 2012. - № 3. – С. 53-55.
4. Данильчук, Ю.В. Растворимость мальтозы в водно-органических средах / Ю.В. Данильчук // Сборник материалов VII межведомственной научно-практической конференции «Инновации в товароведении, общественном питании и длительном хранении продовольственных товаров». – М.: Издательство ООО "Франтера", 2015. – С. 40-43.
5. Данильчук, Ю.В. Растворимость углеводов в водно-органических средах / Ю.В. Данильчук, Ю.И. Сидоренко // Доклады Академии наук. – 2013. – Т. 453, № 5. – С. 516-518.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЛОДОВ КИВИ РАЗНЫХ СТРАН-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Старостенко И.Э., Антонова П.А.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, РФ, г. Санкт-Петербург

Плоды киви культивируют в ряде стран субтропического пояса и не выращивают в России. Киви поступают на российский рынок по импорту в течение круглого года (основные поставки происходят с сентября по июнь).

В зависимости от конкретного года около 40-50 тысяч тонн или 50-55% всего объема поставок киви на российский рынок до недавнего времени поступало из Греции (29,8% всего российского импорта киви в сезоне 2013-2014 гг.) и Италии (17,1%). Крупным поставщиком киви также является Чили (17,9%), но плоды из Южной

Америки начинают поставлять на рынок России с апреля-мая месяца. До конца зимы существенные объемы поставок киви могут осуществляться из Ирана, но эта страна уже поставляла на российский рынок почти 26 тысяч тонн (при общем объеме выращивания киви в 32 тысячи тонн в сезоне 2013-2014 года), что, очевидно, делает невозможным существенное увеличение отгрузок. Около 1,5 – 2 тысяч тонн киви в год, как правило, поставляются в Россию из Новой Зеландии [1]. Однако, новозеландская продукция существенно более дорогая, поэтому необходимо добиваться замены в полном объеме поставок из этой страны, чтобы снизить цену на плоды киви, реализуемые в розничной торговой сети [2].

Введение в 2014 году санкций стран США и Евросоюза в отношении России вызвало изменение состав стран-поставщиков, а, следовательно, и качество поставляемой ими продукции.

В связи с вышеизложенным цель работы состояла в оценке основных показателей качества и пищевой ценности плодов киви разных стран-производителей.

Качество киви, реализуемых в розничной торговле нормируется по межгосударственному стандарту ГОСТ 31823 — 2012, который гармонизирован со стандартом FFV — 46:2008. В задачи работы входило исследовать показатели качества, утвержденные в стандарте, дополнительно определить содержание витамина С в исследуемых плодах, и изучить изменение этих показателей в процессе хранения плодов.

В качестве объектов исследования были отобраны три образца плодов киви разных стран-импортеров, наиболее широко представленных на рынке Санкт-Петербурга: образец 1 — киви из Ирана, 2 — киви, поступившие из Камеруна, 3 — киви из Чили.

Все три исследуемых образца плодов согласно данным маркировки были представлены помологическим сортом Hayward, урожая 2015 года, первого товарного сорта. Дата поставки образцов в магазины — март 2016 года.

В процессе исследования первым был оценен такой показатель качества, как масса плодов. По ГОСТ 31823—2012 заявленная масса плодов первому сорту должна быть не менее 70 г [3]. Киви образца 1 имели среднюю массу 64, 3 г, образца 2 — 66 г, образца 3 — 75,4 г. Таким образом, только киви образца 3 соответствовали заявленному первому сорту по данному показателю, у образца 2 плоды отвечали норме второго сорта, а киви образца 1 оказались нестандартными. Отношение минимального диаметра к максимальному диаметру плода, измеренного в поперечном сечении у всех образцов составило 0,9.

Далее была проведена оценка органолептических показателей: внешнего вида и внутреннего строения исследуемых образцов, которая дала следующие результаты: плоды всех трех образцов по внешнему виду соответствовали первому сорту. Киви образца 3 выгодно отличались сбалансированным сладко-кислым вкусом и хорошо выраженным запахом от плодов других образцов.

К показателю, который нормируется по стандарту, относится содержание растворимых сухих веществ, дополнительно в плодах была определена массовая доля аскорбиновой кислоты. Данные показатели определялись по стандартным методам.

По содержанию массовой доли растворимых сухих веществ все образцы киви не соответствовали норме стандарта, что очевидно связано со степенью зрелости этих плодов, больше соответствующей съемной степени зрелости, чем потребительской. Этим может объясняться пониженное содержание в них растворимых сухих веществ.

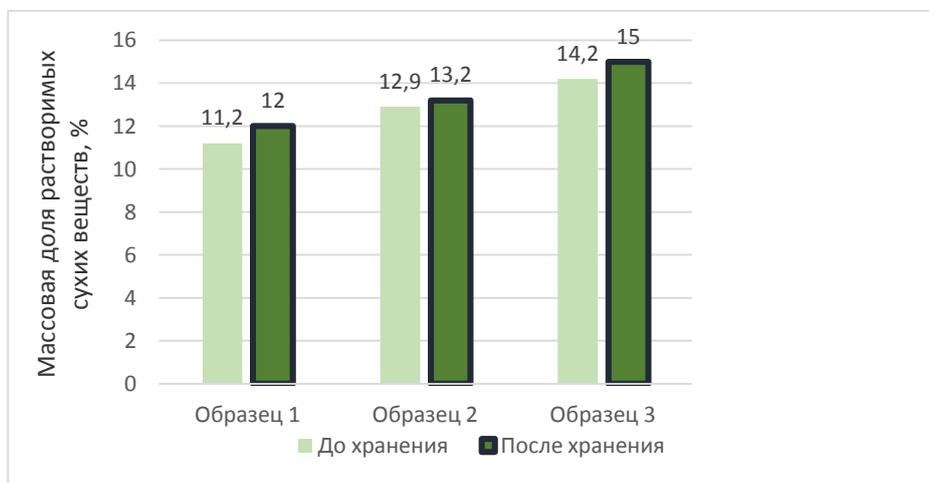


Рис.1. Массовая доля растворимых сухих веществ до и после хранения

Киви выделяют среди других плодов высокой массовой долей витамина С, который в зависимости от ряда показателей варьирует от 60 до 300 мг/100г (в среднем у конечного потребителя 70 мг/100г). По результатам исследования витамин С в киви, исследуемых образцов составил: образец 1 — 55,2 мг/100г, образец 2 — 34,8 мг/100г, образец 3 — 40,8 мг/100г, что ниже данных полученных в других работах [4]. Очевидно, что пониженное содержание витамина С вызвано климатическими условиями произрастания, а также продолжительными сроками транспортирования и хранения исследуемых плодов киви, особенно образцов 2 и 3.

Для проверки интенсивности изменений исследуемых показателей в процессе хранения, киви хранили в бытовом холодильнике семь дней после первого исследования при температуре +4 °С. После этого были вновь проведены испытания по определению массовой доли растворимых сухих веществ и содержанию аскорбиновой кислоты.

В результате проведенного исследования было выявлено, что массовая доля растворимых сухих веществ в каждом образце пропорционально повысилась за недельный срок хранения, что можно связать с процессом созревания плодов, изменениями в углеводном комплексе, расщеплением протопектина до растворимых пектиновых веществ. На Рисунке 1 приведены результаты проведенных экспериментов.

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах киви заметно уменьшилось у всех трех образцов. У образца 1 — на 47%, у образца 2 — на 43% (34 %), у образца 3 — на 44% (51 %). Витамин С является самым нестойким из витаминов и разрушается в процессе хранения или при любых способах переработки плодов, т.к. окисляется кислородом воздуха [5]. Как видно по показателям, наглядно представленным на Рисунке 2, во всех образцах произошло значительное снижение содержания аскорбиновой кислоты.

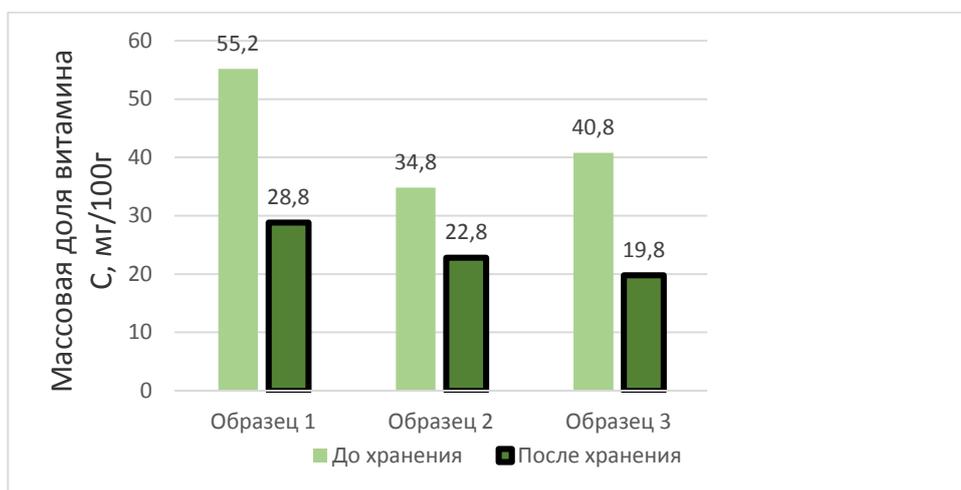


Рис.2. Содержание аскорбиновой кислоты до и после хранения

Витамин С - важный биологически-активный компонент плодов киви. Снижение его количества отражается на пищевой ценности плодов, но это не находит отражения на розничной цене на плоды киви в процессе хранения.

По результатам исследовательской работы были сделаны следующие выводы:

- Плоды киви всех исследуемых образцов характеризовались первоначально пониженным содержанием растворимых сухих веществ и не отвечали норме ГОСТ 31823—2012 по данному показателю;
- По органолептической оценке, наилучшими вкусовыми свойствами обладали киви образца 3, импортированные из Чили. Эти же плоды лидировали по содержанию растворимых сухих веществ, как до, так и после хранения, когда значение показателя достигло 15%, что соответствовало стандартной норме;
- По содержанию витамина С лидировали плоды киви из Ирана, у которого массовая доля аскорбиновой кислоты была равна 55,2 мг/100г, что несколько ниже чем по другим работам, но выше среди исследуемых нами образцов. Возможно, киви, полученные из Чили и Камеруна, содержали меньше аскорбиновой кислоты из-за более длительного срока транспортирования, чем иранские плоды;
- Анализы измерения аскорбиновой кислоты после недельного холодильного хранения показали, что потери витамина С от первоначального во всех образцах плодов киви составили от 34 до 51 %.

Список литературы

1. FruitNews [Интернет-журнал] URL: <http://www.fruitnews.ru/home-page/fruits/40534-kak-izmenitsya-rossijskij-rynok-frukto-v-rezultate-zapreta-postavok-iz-stran-evrosoyuza-norvegii-ssha-kanady-i-avstralii.html>

2. Белокурова Е.С., Дмитриченко М.И. Качество и конкурентоспособность продовольственного сырья и пищевых продуктов. Монография.- СПб, изд-во СПбГУСЭ, 2009- 119 с.
3. ГОСТ 31823 — 2012 Киви, реализуемые в розничной торговле. — Технические условия: Межгосударственный стандарт — Введ. 2014-01-01. UNECE STANDARD FFV-46:2008, 2013 – 16 с.
4. Старостенко И. Э., Флоринская Е.Э. К вопросу о качестве импортируемых плодов группы ТНВЭДТС//1 Ученые записки Санкт-Петербургского филиала имени В. Б. Бобкова Российской таможенной академии, 2013, 414/28 — с. 38-45.
5. Старостенко И.Э., Белокурова Е.С. Антиоксиданты в плодоовощных консервах для детского питания. Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика в условиях Евразийского экономического союза и ВТО. Сборник статей III Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2015. с.140-145

СЕКЦИЯ №13. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

О ВОЗМОЖНОСТИ АРМИРОВАНИЯ ПЕНОАЛЮМИНИЯ

¹Ковтунов А.И., ²Хохлов Ю.Ю., ³Мямин С.В., ⁴Острянко А.О.

¹Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет»

²Инженер, ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет»

³Инженер, ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет»

⁴Должность: студент, ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет»

Аннотация

Для повышения прочностных свойств пеноалюминия предложено его армирование титаном. Разработана жидкофазная технология получения пеноалюминия армированного титановой проволокой. Проведены испытания механических свойств композиционного материала.

REINFORCEMENT OF THE POSSIBILITY ALUMINUM FOAM

¹Kovtunov A., ²Khokhlov Y., ³Myamin S., ⁴Ostrenko A.

¹D.t.n., professor, Togliatti State University, Togliatti

²Engineer, Togliatti State University, Togliatti

³Engineer. Togliatti State University, Togliatti

⁴Student. Togliatti State University, Togliatti

Abstract

The titanium reinforcement of porous aluminum has been offered for its strength improvement. Technology has been set up for liquid phase formation of porous aluminum reinforced with titanium wire. Tests of mechanical properties of resulting composite material have been conducted.

Ключевые слова: Пеноалюминий, титан, армирование, проволока, алюминиевый расплав, флюс, активация поверхности.

Keywords: Porous aluminum, titanium, reinforcement, wire, aluminum melt, flux, surface activation

Пеноалюминий благодаря уникальному комплексу свойств находит все более широкое применение. Однако механические свойства пеноалюминия не отличаются высокими показателями. Пеноалюминий, полученный фильтрацией через растворимые соли имеет значения предела прочности при сжатии на уровне 20-25МПа, а при растяжении на уровне 9-10МПа [1].

Для повышения прочности пеноалюминия было предложено армировать пеноалюминий сплошным металлом. В качестве арматуры можно использовать титан и титановые сплавы, которые отличаются высокой прочностью при относительно невысокой плотности [2].

Для получения пеноалюминия армированного титаном было предложено армировать и формировать пористую структуру одновременно в форме при фильтрации жидкого алюминия через слой водорастворимых солей с установленной арматурой [3-5]. После затвердевания полученную отливку извлекают из формы и помещают в воду для растворения соли. Размер пор алюминиевого слоя определяется размером гранул, а пористость находится в пределах 45-70% [3,4].

Исследование процессов формирования изделий из пеноалюминия армированных титановой проволокой проводили с использованием цилиндрической металлической форм диаметром 40мм. В форму предварительно устанавливали титановую проволокой сечением 2 мм и заполняли пространство между арматурой гранулами диаметром 6-8мм из хлорида натрия. Для получения адгезионной связи между титаном и пеноалюминием проволоку перед установкой покрывали слоем алюминия в жидком расплаве при температуре 800 °С с предварительной активацией поверхности титана флюсом на основе эвтектической системы KF-AlF₃ [5] (Рисунок 1). Перед заливкой алюминием формы алюминированная титановая проволока так же покрывалась тем же активирующим флюсом.

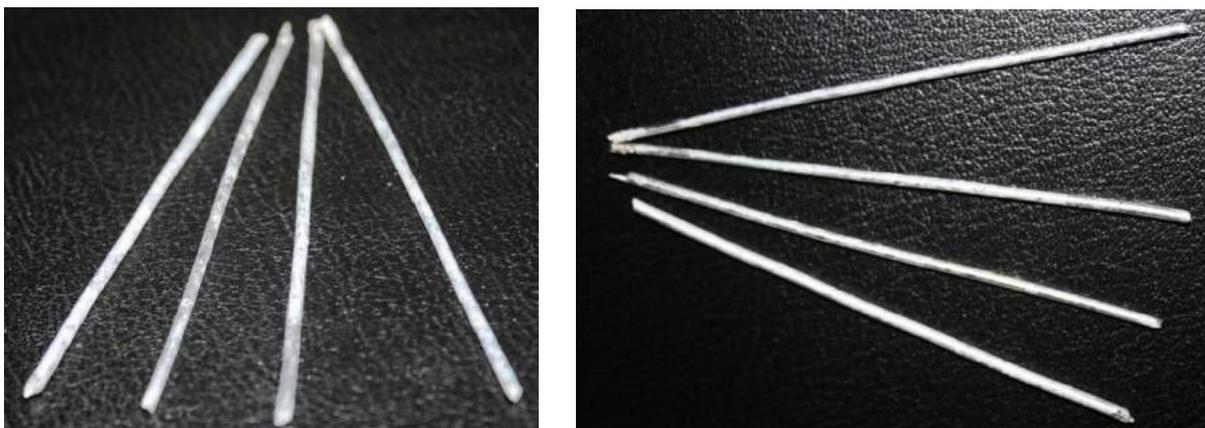


Рис.1. Алюминированная титановая проволока диаметром 2 мм.



Рис.2. Внешний вид образцов пеноалюминия армированного титановой проволокой.

Для определения прочности армированного пеноалюминия отливали образцы с различным количеством, установленных титановых проволок, высотой 150мм (Рисунок 2) и испытывали их при растяжении на машине (Рисунок 3).

Качество адгезионной связи при алюминировании титана и получении армированного пеноалюминия, оценивалось на микрошлифах при металлографическом анализе.

Химический анализ алюминированного слоя и области взаимодействия титана и алюминия в композите проводился методами растровой электронной микроскопии на комплексе сканирующего электронного микроскопа LEO 1455 VP (ZEISS, Германия) с блоками рентгеновского энергетического спектрометра INCA Energy-300 и рентгеновского волнового спектрометра INCA Wave-500.

Проведенные исследования показали, что для получения пеноалюминия армированного титаном без недоливов и с удовлетворительным качеством адгезионной связи между арматурой и пеноалюминием температура заливки расплавленным алюминием должна быть не ниже 800°C. Температура формы с арматурой и гранулами при этом должна составлять не менее 500 °С.

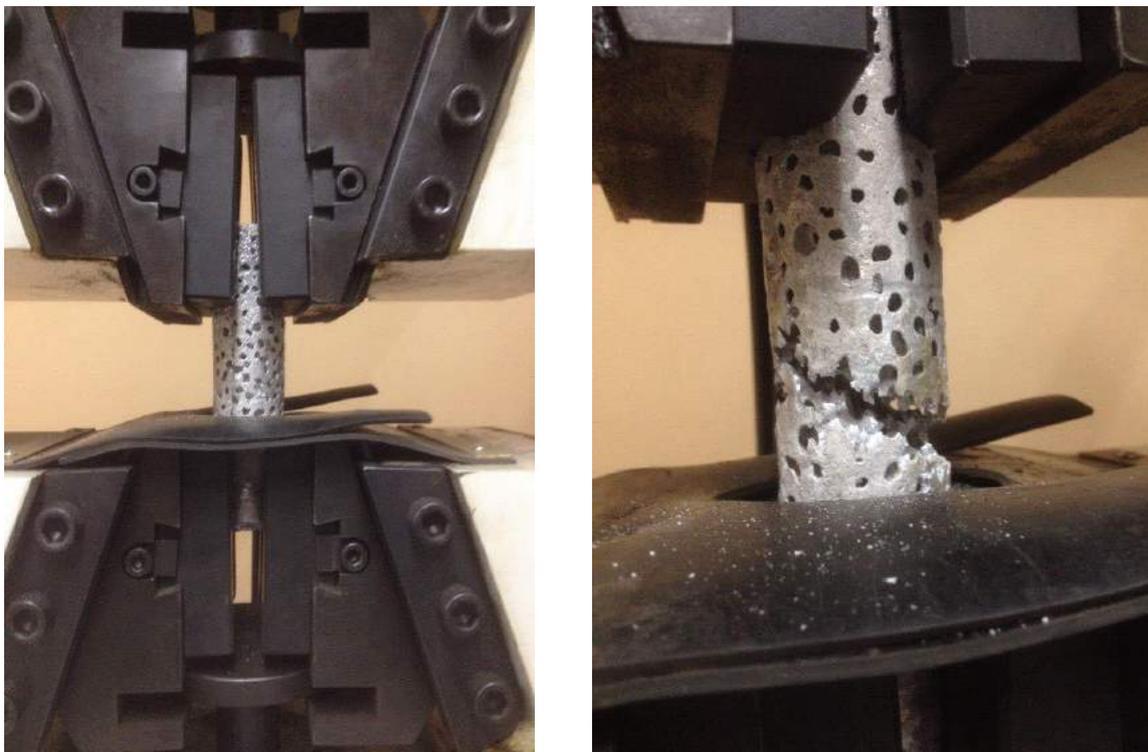


Рис.3. Испытание образцов армированного пеноалюминия при растяжении

При жидкофазном алюминировании на поверхности титановой проволоки формируется слой алюминия толщиной 10-20мкм с хорошей адгезионной связью, без непропаев и флюсовых включений, с титановой проволокой (Рисунок 4). Алюминиевый слой содержит до 0,3% Ti, что является следствием растворения титановой проволоки при алюминировании.

Заливка алюминием формы с арматурой и гранулами при установленных тепловых режимах обеспечивает формирование адгезионной связи титана и алюминия (Рисунок 5). Площадь непропаев составляет не более 1-3% от площади контакта.

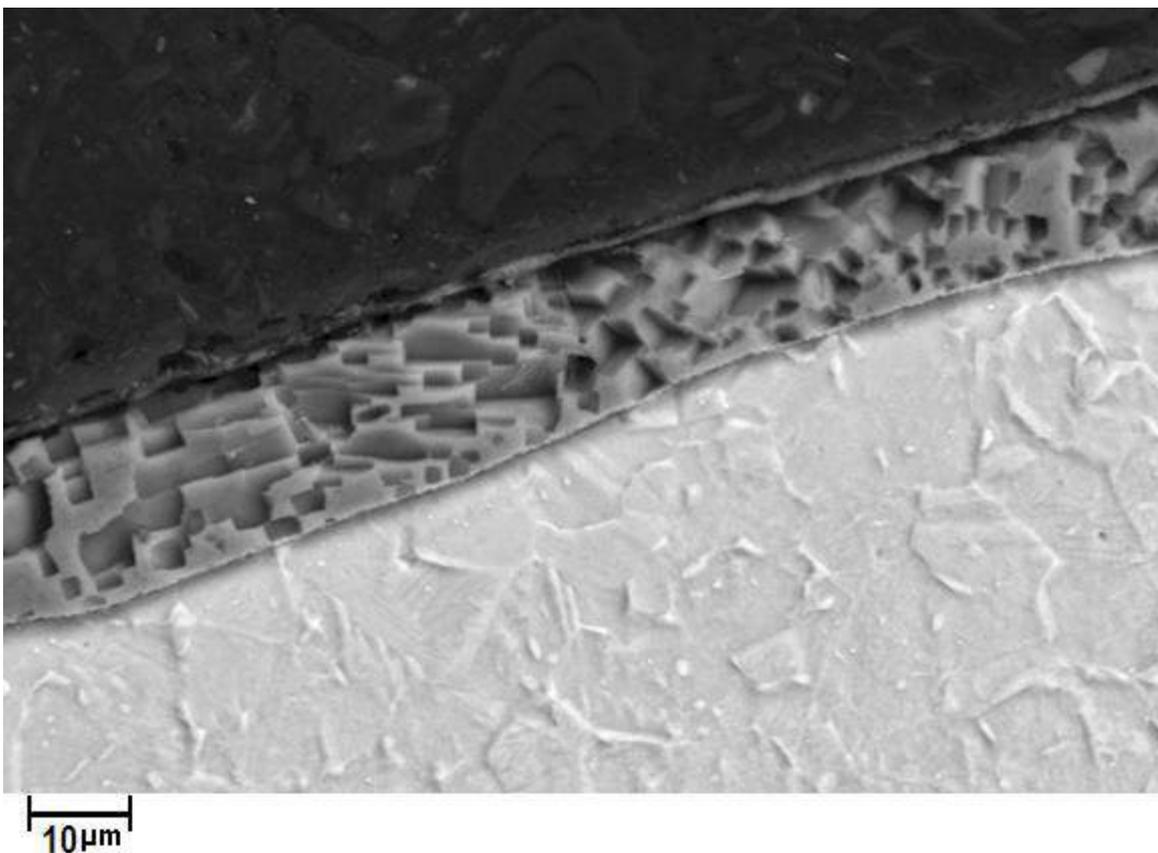


Рис.4. Микроструктура алюминированной титановой проволоки (x3500)

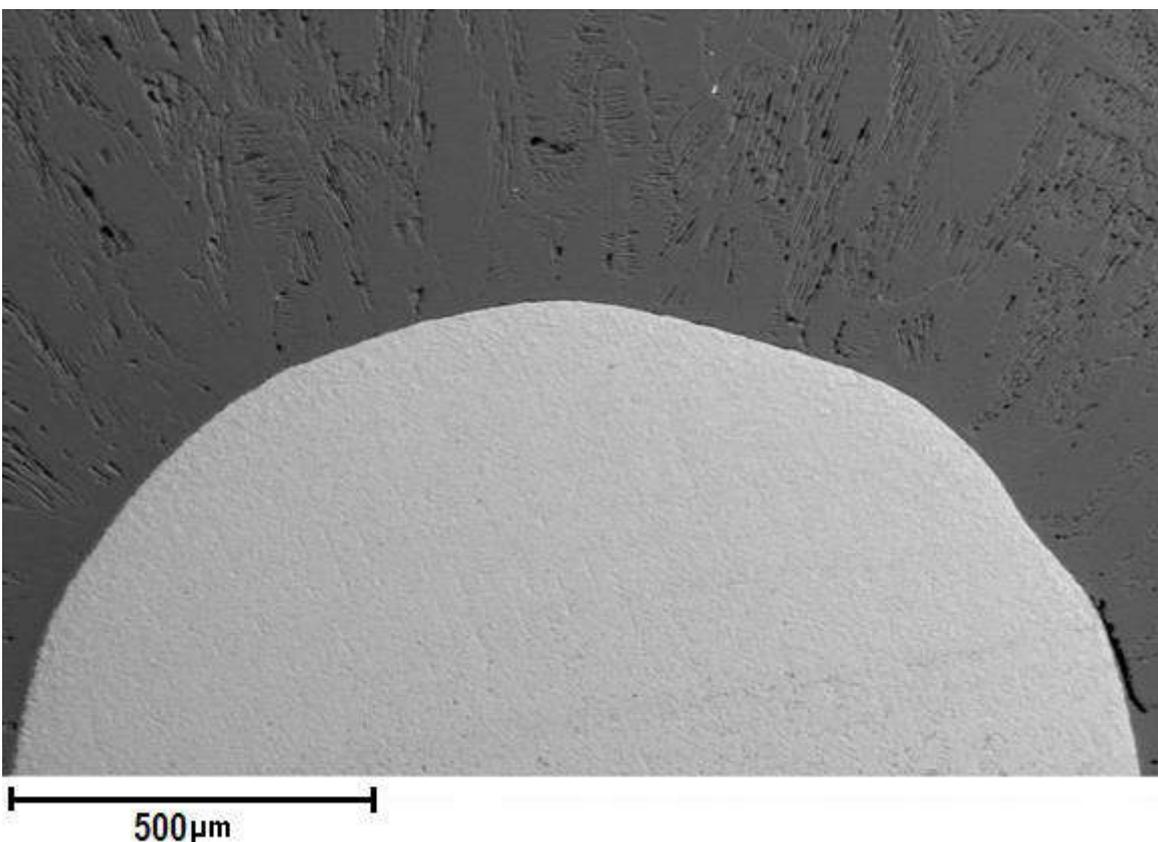


Рис.5. Микроструктура армированного пеноалюминия (x250)

Испытания механических свойств показали, что армирование повышает предел прочности при растяжении пеноалюминия (Табл.1). Увеличение относительной площади арматуры способствует повышению предела

прочности при растяжении композиционного материала. При этом плотность композиционного материала повышается незначительно.

Таблица 1

Физико-Механические свойства пеноалюминия армированные титановой проволокой

| № п/п | Описание | Количество, армированных проволок | Относительная площадь арматуры в сечении образцов, % | Предел прочности при растяжении, МПа | Плотность, гр/см ³ |
|-------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Пеноалюминий | 0 | 0 | 9,1 | 1,11 |
| 2 | Пеноалюминий армированный титановой проволокой, сечением 2 мм. | 1 | 0,25 | 10 | 1,18 |
| 3 | Пеноалюминий армированный титановой проволокой, сечением 2 мм. | 2 | 0,5 | 11,3 | 1,42 |
| 4 | Пеноалюминий армированный титановой проволокой, сечением 2 мм. | 4 | 1 | 12,85 | 1,52 |

Таким образом, предложенная технология обеспечивает формирования пеноалюминия, армированного титаном с хорошим адгезионным контактом между компонентами композиционного материала. Армирование позволяет повысить прочность пеноалюминия, значительно не повышая его плотности.

Список литературы

1. Ковтунов, А.И. Исследование физико-механических свойств пеноалюминия, полученного фильтрацией через водорастворимые соли/Ковтунов А.И, Хохлов Ю.Ю, Семистенов Д.А. //Заготовительные производства в машиностроении - 2012. - №6.
2. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов/ Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. – М.: МИСИС, 2005 – 432 с.
3. Ковтунов, А.И. Тепловые условия формирования пеноалюминия фильтрацией через водорастворимые соли / А.И. Ковтунов, Д.А. Семистенов, Ю.Ю. Хохлов, Т.В. Чермашенцева // Литейщик России.- 2011.-№6.-С. 43-45.
4. Ковтунов, А.И. Исследование процессов формирования пеноалюминия фильтрацией через водорастворимые соли/А.И. Ковтунов, Д.А. Семистенов, Ю.Ю. Хохлов, Т.В. Чермашенцева// Технология легких сплавов.-2011 №4.-С.74-78.
5. Ковтунов, А.И. Исследование технологических и механических свойств слоистых титаноалюминиевых композиционных материалов, полученных жидкофазным способом/ А.И. Ковтунов, С.В. Мямин // Авиационные материалы и технологии.-2013 №1.-С.9-12

СЕКЦИЯ №14.

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)**

**СЕКЦИЯ №15.
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)**

НАСТРОЙКА ЗАМКНУТОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА СИММЕТРИЧНЫЙ ОПТИМУМ

Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Хрисанов А.А.

КГЭУ, РФ, г.Казань

Настройкой замкнутого электропривода (ЭП) на симметричный оптимум (СО) называется синтез регулятора с целью получения динамических характеристик контура, близких к типовым характеристикам контура с астатизмом второго порядка ($\nu = 2$), перерегулированием 43 %, запасом устойчивости по фазе $\theta_3 = 37^\circ$ и временем нарастания переходного процесса $t_n \approx 3,1T_\Sigma$.

В основе процедуры настройки контура на СО лежит допущение о том, что в рабочем диапазоне частот передаточная функция неизменяемой части ЭП

$$W_n(s) = \frac{K}{(T_\Sigma s + 1) \prod_{i=1}^n (T_i s + 1)} \quad (1)$$

с учетом

$$\frac{T_i}{T_\Sigma} \gg 1, \quad (2)$$

можно представить в виде

$$W_n(s) = \frac{K}{(T_\Sigma s + 1) \prod_{i=1}^n T_i s}, \quad (3)$$

где $T_\Sigma = \sum_{j=1}^m \tau_j$ - суммарная малая постоянная времени контура,

T_i - компенсируемые большие постоянные времени контура.

Применительно к структурной схеме динамической модели (ССДМ) контура скорости (КС), показанной на Рисунке 3, передаточная функция неизменяемой части

$$W_n(s) = \frac{K_{\text{бП}} K_{\text{ДВ}} K_{\text{ТГ}}}{T_M s (T_\Sigma s + 1)}, \quad (4)$$

где $T_\Sigma = T_{\text{бП}} + T_{\text{ТГ}}$ - суммарная малая постоянная времени КС,

T_M - электромеханическая постоянная времени двигателя, подлежащая компенсации.

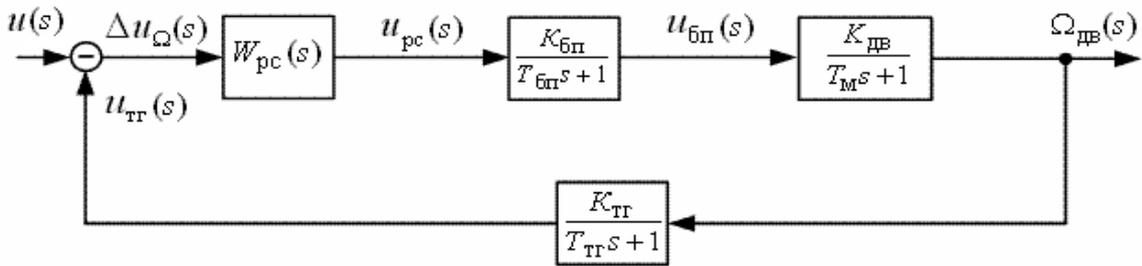


Рис.3. Структурная схема динамической модели контура скорости

Для получения желаемых результатов нужно выбрать ПИ-регулятор с передаточной функцией

$$W_{pc}(s) = \frac{K_{pc}(T_{pc}s + 1)}{T_{pc}s}. \quad (5)$$

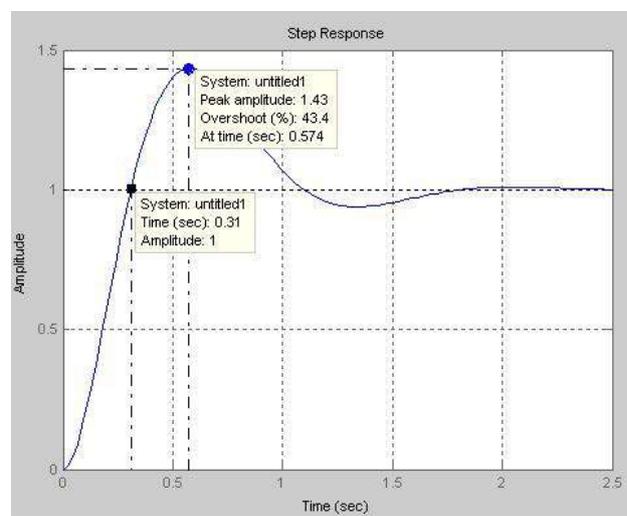
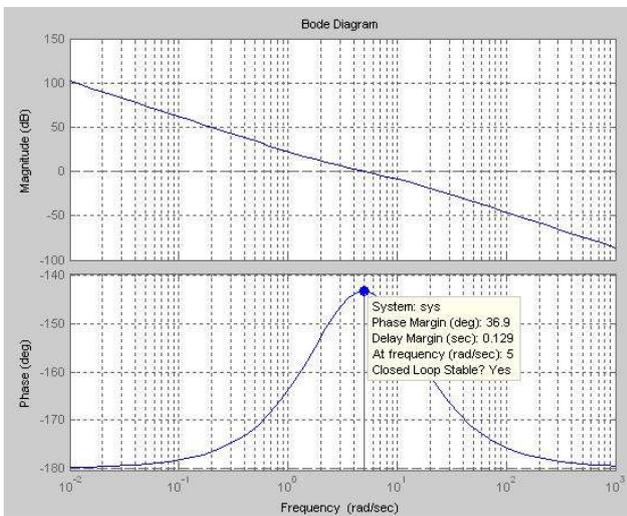
Параметры ПИ-регулятора определяются следующими выражениями:

$$K_{pc} = \frac{T_M}{K_{бп} K_{дв} K_{гр} 2T_{\Sigma}}, \quad T_{pc} = 4T_{\Sigma}. \quad (6)$$

Тогда передаточная функция контура скорости, настроенного на СО,

$$W_{kc}(s) = \frac{(4T_{\Sigma}s + 1)}{8T_{\Sigma}^2 s^2 (T_{\Sigma}s + 1)}. \quad (7)$$

Из выражения (7) видно, что свойства КС соответствуют свойствам контура с астатизмом 2-го порядка. Динамические свойства КС иллюстрируются графиками, показанными на Рисунках 1, 2. Показатели качества КС, настроенного на СО, имеют следующие значения: запас устойчивости по фазе $\theta_3 \approx 37^\circ$, перерегулирование $\sigma \approx 43\%$ и время нарастания переходного процесса $t_n = 3,1T_{\Sigma} = 0,31$ с.



Если условие (2) трудно выполнимо, то производят настройку КС в соответствии с передаточной функцией неизменяемой части ЭП

$$W_n(s) = \frac{K_{бп} K_{дв} K_{гр}}{(T_M s + 1)(T_{\Sigma} s + 1)}. \quad (8)$$

Параметры ПИ-регулятора при этом рассчитываются по выражениям (6). Тогда передаточная функция скорректированного КС

$$W_{kc}(s) = \frac{T_M (4T_{\Sigma} s + 1)}{8T_{\Sigma}^2 s (T_{\Sigma} s + 1)(T_M s + 1)}. \quad (9)$$

Следует отметить, что в полученном выражении необходимым является выполнение условия $T_M > 4T_\Sigma$, в противном случае настройка на СО невозможна.

Для КС с электромеханической постоянной времени $T_M = 0,1$ с, структурная схема которого представлена на Рисунке 3, получаем ЛЧХ (Рисунок 4) и переходную характеристику (Рисунок 5).

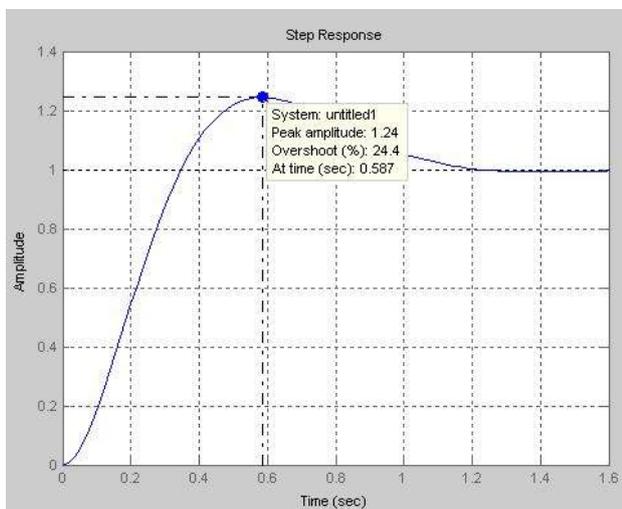


Рис.3. ЛЧХ контура скорости с астатизмом первого порядка ($\nu=1$)

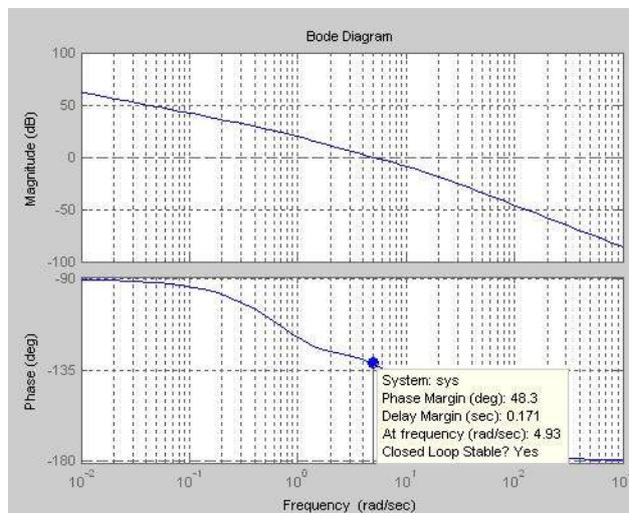


Рис.4. Переходная характеристика контура скорости с астатизмом первого порядка

Также следует отметить, что при увеличении электромеханической постоянной времени T_M и неизменном значении суммарной малой постоянной времени T_Σ увеличивается запас по фазе $\theta_3 = 48,3^\circ$ и уменьшается перерегулирование $\sigma = 24,4\%$.

Список литературы

1. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Павлов С.В. Стандартные настройки и их применение // Актуальные вопросы науки и техники: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. – Самара, 2016. – С. 141–144.
2. Терехов В. М. Системы управления электроприводов: учеб. для студ. вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 304 с.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

УРАВНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ДИСКРИМИНАТОРОВ

Раимова А.Т.

ОГУ, РФ, г.Оренбург

Одной из сложнейших задач является реализация с одним уровнем точности автоматического регулирования и стабилизации многих параметров сложных технологических процессов. Т.е. существует проблема принципиального свойства – невозможность получения оценок одинаковой точности о всем многообразии параметров разнообразных процессов.

Решение проблемы возможно на пути представления сложных технологических процессов сигналами электрической природы, т.к. для всего многообразия контролируемых величин достижение одного уровня оценок относительных изменений параметров будет сведено к решению проблемы задания и сравнения параметров электрических сигналов при одном уровне точности. Наибольшей потенциальной точностью сравнения сложных

технологических сигналов обладает спектральный метод, основанный на возможности представления периодизированных процессов полиномами Фурье с минимальным отклонением от формы разлагаемой функции времени.

Однако потенциальная точность анализа отклонений от эталонной формы может быть реализована только на основе закономерностей, определяющих характер изменений амплитуд и фаз при вариациях параметров технологических сигналов, т.к. они позволяют синтезировать структурные схемы дискриминаторов изменений информативных параметров, обладающих усилительными свойствами. Решение проблемы возможно на пути представления сложных технологических процессов сигналами электрической природы, т.к. для всего многообразия контролируемых величин достижение одного уровня оценок относительных изменений параметров будет сведено к решению проблемы задания и сравнения параметров электрических сигналов при одном уровне точности. Наибольшей потенциальной точностью сравнения сложных технологических сигналов обладает спектральный метод, основанный на возможности представления периодизированных процессов полиномами Фурье с минимальным отклонением от формы разлагаемой функции времени.

Однако потенциальная точность анализа отклонений от эталонной формы может быть реализована только на основе закономерностей, определяющих характер изменений амплитуд и фаз при вариациях параметров технологических сигналов, т.к. они позволяют синтезировать структурные схемы дискриминаторов изменений информативных параметров, обладающих усилительными свойствами.

Решение проблемы высокоточного различения относительных изменений параметров позволяет осуществить замену качественных показателей реальных процессов в различных режимах работы соответствующими «сигналами-эталонами» с переходом от дорогостоящих работ по отладке систем автоматизации различных производств в реальных условиях к работам с образцовыми электронными моделями. Разработка методов точного воспроизведения и дискриминирования параметров технологических процессов по эталонным моделям является актуальной задачей, особенно в энергетике, т.к. качественные показатели потоков энергии в значительной мере определяют уровень качественных показателей зависимых технических процессов.

Основой для анализа качественных показателей дискриминаторов являются уравнения преобразования, которые связывают между собой изменения величины, выступающей в качестве первичного носителя информации, и изменения амплитуды и/или фазы n-ой гармоники последовательности сигналов, выступающих в качестве носителя информации, изменение параметров которого обусловлено воздействием первичного носителя путем модуляции.

В соответствии с этим различают три возможных метода преобразования изменений параметров модулированного сигнала амплитудный, фазовый и амплитудно-фазовый.

Нами рассмотрено использование суперпозиций последовательностей импульсов. Анализ метрологических свойств таких сигналов, являющихся источником информации, представляет значительный интерес. В этом случае применительно для амплитудного и фазового методов преобразования возможны следующие уравнения преобразования:

- для суперпозиции последовательностей прямоугольных импульсов с одинаковыми параметрами:
- при одинаковой полярности:

$$\left| \dot{A}_n \right| = \frac{4E}{\pi n} \left| \sin \frac{n\omega\tau}{2} \right| \left| \cos \frac{n\omega t_3}{2} \right| \quad (1)$$

$$\psi_n = -\frac{n\omega}{2}(\tau + t_3) \quad (2)$$

- при противоположной полярности:

$$\left| \dot{A}_n \right| = \frac{4E}{\pi n} \left| \sin \frac{n\omega\tau}{2} \right| \left| \sin \frac{n\omega t_3}{2} \right| \quad (3)$$

$$\psi_n = -\frac{n\omega}{2}(\tau + t_3) - \frac{\pi}{2} \quad (4)$$

- для суперпозиции последовательностей прямоугольных импульсов кратных частот при $E_2 = mE_1$ (где $m = \frac{\omega_1}{\omega_2}$):

$$\left| \dot{A}_n \right| = \frac{4E_2}{\pi n} \left| \sin \frac{n\omega_1\tau_1}{2} \right| \left| \cos \frac{n\omega_1 t_{32}}{2} \right| \quad (5)$$

$$\psi_n = -\frac{n\omega}{2}(\tau + t_{32}) \quad (6)$$

- для прерывистых последовательностей m прямоугольных импульсов с параметрами E , τ_0 , T_0 и T при $T/T_0=1$ – целом числе с временем задержки относительно начала координат t_3 :

$$\left| \dot{A}_n \right| = \frac{4E}{\pi n} \left| \sin \frac{n\omega\tau}{2} \right| \left| \frac{\sin \frac{mn\omega T_0}{2}}{\sin \frac{n\omega T_0}{2}} \right| \quad (7)$$

$$\psi_n = -\frac{n\omega}{2} [\tau + 2t_3 + (m-1)T_0] \quad (8)$$

Структурные схемы дискриминаторов на основе уравнений (1-8) приведены на Рисунках 1 а, б.

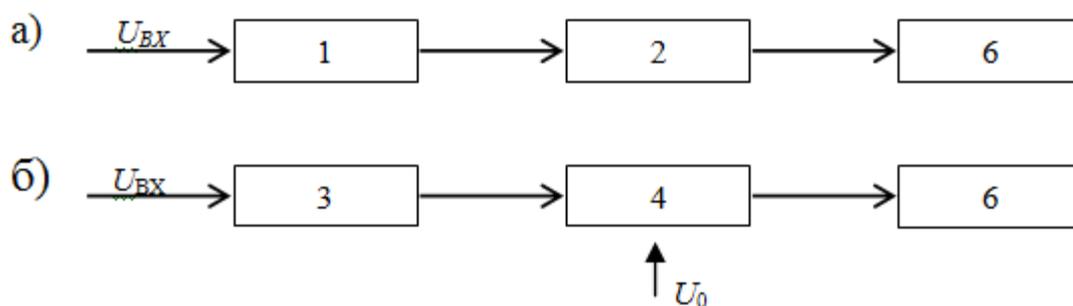


Рис.1. Структурные схемы измерительного преобразования

1 и 3 - избирательные системы, настроенные на n -ую гармонику частоты повторения последовательностей импульсов;

2 - точный выпрямитель (амплитудный детектор);

4 - фазочувствительный выпрямитель;

6 - выходной измерительный прибор.

Из соотношений (1) ÷ (6) и структурной схемы фазового дискриминатора, представленной на Рисунке 1 а, следует, что с помощью регистрации изменений фазы n -ой гармоники частоты повторения относительно фазы опорного напряжения возможно дискриминирование изменений времени задержки импульсов t_3 , длительности

$$f = \frac{1}{T}$$

импульсов τ и частоты повторения

Из соотношений (1) ÷ (8) и структурных схем фазового и амплитудного дискриминаторов, представленных на Рисунках 1 а, б, следует, что с помощью регистрации изменений амплитуды n -ой гармоники частоты повторения возможно дискриминирование изменений амплитуды импульсов E суперпозиций последовательностей импульсов и прерывистых последовательностей, длительности импульсов τ , частоты их

$$f_0 = \frac{1}{T_0}$$

повторения внутри последовательности

, частоты повторения прерывистых последовательностей f и числа импульсов m внутри последовательности, а с помощью регистрации изменений фазы n -ой гармоники относительно фазы опорного напряжения возможно дискриминирование изменений времени задержки t_3 суперпозиций последовательностей и прерывистых последовательностей t_3 , длительности импульсов τ и

$$f = \frac{1}{T}$$

частоты повторения

$$f_0 = \frac{1}{T_0}$$

частоты повторения внутри последовательности m .

Возможно также комплексное использование амплитудного и фазового методов для целей дискриминирования изменений параметров импульсов прямоугольной формы, их суперпозиций и прерывистых последовательностей, когда регенерация задержанных импульсов не вызывает технических затруднений. Эта

возможность основывается на известной зависимости длительности импульсов временного модулятора от управляющего напряжения.

Очевидно, что в качестве управляющего напряжения временного модулятора может быть использовано выходное напряжение амплитудного дискриминатора. Выходные импульсы временного модулятора, длительность которых пропорциональна управляющему напряжению, могут быть поданы непосредственно на вход дискриминатора, как показано на Рисунке 2 а.

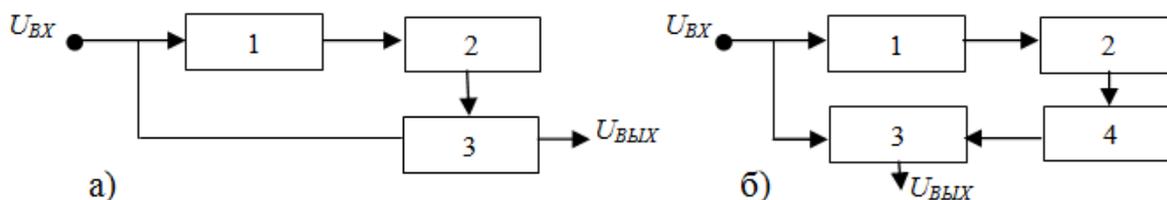


Рис.2. Структурные схемы дискриминаторов для реализации комплексного метода

- 1 – амплитудный дискриминатор;
- 2 – временной модулятор (генератор импульсов управляемой длительности, работающий в ждущем режиме);
- 3 – фазовый дискриминатор;
- 4 – генератор импульсов постоянной длительности τ , работающий в ждущем режиме (запуск задними фронтами импульсов временного модулятора).

В этом случае изменение одного из параметров последовательности импульсов (E , τ , f) с помощью амплитудного дискриминатора преобразуется в изменения длительности импульсов временного модулятора, которые с помощью фазового дискриминатора преобразуются в выходное напряжение.

Выходные импульсы временного модулятора могут быть поданы на запуск генератора импульсов постоянной (τ_0), время задержки которых пропорционально управляющему напряжению временного модулятора. Импульсы постоянной длительности поступают на вход фазового дискриминатора, как показано на Рисунке 2 б.

На Рисунках 2 а, б представлены структурные схемы дискриминаторов для комплексного использования изменений амплитуд и фаз гармоник в качестве источников информации.

Проведенное исследование показало, что:

1. Информация об изменениях параметров последовательностей импульсов и их суперпозиций может извлекаться из изменений амплитуд и фаз гармоник, а также путем комплексного использования этих изменений, т.е. амплитудным, фазовым или комплексными методами дискриминирования.

2. Многократные периодические изменения амплитуды гармоник суперпозиции последовательностей импульсов кратных частот или суперпозиции прерывистых последовательностей импульсов могут использоваться для дискриминирования изменений времени задержки между последовательностями, образующими суперпозицию.

На основании проведенного анализа представляется, что спектрально-импульсные преобразователи с использованием особенностей спектров суперпозиций прерывистых последовательностей импульсов позволяют повысить точность и расширить частотный диапазон дискриминирования амплитудных, частотных и фазовых параметров колебаний при малом объеме оборудования.

Список литературы

1. Раимова, А.Т. Метод восстановления периодизированного сигнала по принятым дискретным отсчетам / А.Т. Раимова, В.И. Кутузов, В.М. Вакулюк, В.Д. Шевеленко // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург. – 2006. - № 1. – С. 149 – 154.
2. Чижма, С.Н. Метод спектрального анализа сигналов в системах электроснабжения // Омский вестник / С.Н. Чижма, Р.И. Газизов. – Омск, 2013. – С. 198 – 201.
3. Современные проблемы отечественной энергетики. – Режим доступа : <http://5fan.ru/wievjob.php?id=4734>

**СЕКЦИЯ №17.
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ**

¹Каморный В.М., ²Хорина К.В.

¹Канд. тех. наук, доцент Дальневосточного федерального университета, г.Владивосток

²Магистрант 2 года обучения Дальневосточного федерального
университета, г.Владивосток

ФГАОУ ВПО Дальневосточный федеральный университет, г.Владивосток

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для проведения аэрофотосъемки является весьма актуальным направлением развития методов сбора геопространственных данных.

Одно из наиболее перспективных направлений использования БПЛА – аэрофотосъемка для решения картографо-геодезических, землеустроительных и кадастровых задач. Также решается задача получения пространственных данных о каком-либо объекте или о местности наиболее экономически и технологически выгодном способе.

Для примера взято село Техтюр Хангаласского улуса. Территорию села составляет один кадастровый квартал с номером 14:32:100101. Сведения государственного кадастра недвижимости содержат сведения о 300 земельных участках в пределах этого кадастрового квартала. 127 земельных участков предназначены для ведения личного подсобного хозяйства, 158 участков – для индивидуальной жилой застройки, 15 участков используются и предназначены для других целей.

Село Техтюр является административным центром муниципального образования «Техтюрский наслег» Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия). Расположено село на левом берегу реки Лены (в её долине), в 38 км к северо-востоку от улусного центра города Покровска. Численность населения к 2010 году составляет 630 человек.

Рассчитываются экономические показатели по выполнению комплексных кадастровых работ в отношении земельных участков села Техтюр с разрешенным использованием для ведения личного подсобного хозяйства и индивидуального жилищного строительства, кадастровые сведения о которых не соответствуют установленным требованиям к описанию местоположения границ земельных участков, с применением сведений, полученных с использованием беспилотного летательного аппарата, и без их применения.

Из 127 земельных участков с разрешенным использованием для ведения личного подсобного хозяйства 125 внесены в кадастр недвижимости как ранее учтенные, границы еще двух участков, поставленных на кадастровый учет, на основании результатов анализа кадастровых сведений, требуют уточнения местоположения границы либо исправления кадастровой ошибки. Из 158 земельных участков с разрешенным использованием для индивидуального жилищного строительства 154 участка имеют статус «ранее учтенный», границы одного участка, на основании результатов анализа кадастровых сведений, установлены в соответствии установленными требованиями к описанию местоположения границ, границы трех учтенных участков требуют уточнения местоположения границы. Таким образом, необходимо рассчитать стоимость проведения комплексных кадастровых работ в отношении 285 земельных участков.

В результате выполнения комплексных кадастровых работ обеспечивается подготовка карты-плана территории, содержащей необходимые для кадастрового учета сведения о земельных участках в границах территории выполнения комплексных кадастровых работ. Такие сведения можно получить геодезическими способами, выполнив горизонтальную съемку местности, либо используя ортофотопланы территории, полученные в результате обработки материалов беспилотного летательного аппарата.

Определение сметной стоимости работ и сравнительный анализ

Для определения сметной стоимости работ по горизонтальной съемке одного земельного участка используется Сборник цен и общественно необходимых затрат труда (ОНЗТ) на изготовление проектной и изыскательской продукции землеустройства, земельного кадастра и мониторинга земель, утвержденных Приказом Комитета Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству от 28 декабря 1995 г. № 70 [3, с.8]. В качестве объекта выбран условный земельный участок. Параметры участка и условия работы установлены с

учетом характеристик земельных участков, в отношении которых выполняются комплексные кадастровые работы, и территориальных особенностей села Техтюр.

В общую сметную стоимость работ входит продолжение теодолитного хода и выполнение горизонтальной съемки земельного участка с учетом районного коэффициента, равного 1,40, повышающего коэффициента на 2016 год, равного 16,109129 для Дальнего Востока, и налога на добавочную стоимость в размере 18 %. Параметры земельного участка и горизонтальной съемки, используемые в расчетах, представлены в Табл.1. Объект отнесен к III природной категории сложности.

Таблица 1

Параметры условного земельного участка и работ по его горизонтальной съемке

| №№ пп | Наименование | Единица измер. | Количество |
|----------|---------------------------------|-------------------|------------|
| 1 | Площадь земельного участка | га | 0,3488 |
| 2 | Протяженность теодолитного хода | км | 1 |
| 3 | Количество точек стояния | точка | 5 |
| 4 | Масштаб съёмки | | 1:500 |

Расчет стоимости проложения теодолитного хода (Π^1) производится по формуле:

$$\Pi^1 = a^1 + b^1,$$

где a^1 – цена объекта, рассчитанная на проложение теодолитных ходов в объеме более 15 км;

b^1 – цена за 1 км хода, рассчитанная на проложение ходов с тремя точками стояния на 1 км.

Длина теодолитного хода менее 15 км, поэтому в параметр « a^1 » вводится коэффициент K^1 , рассчитываемый по формуле:

$$K^1 = 1,0 - 0,04(15 - n^1),$$

где n^1 – протяженность хода.

$$K^1 = 1,0 - 0,04(15 - 1,0) = 0,44.$$

Количество точек стояния отличается от принятого при расчете цены, поэтому в параметр « b^1 » вводится коэффициент K^2 , рассчитываемый по формуле:

$$K^2 = 1,0 + 0,08(n^2 - 3),$$

где n^2 – количество точек стояния на 1 км хода.

$$K^2 = 1,0 + 0,08(5 - 3) = 1,16.$$

Стоимость проложения теодолитного хода с учетом коэффициентов рассчитывается по формуле:

$$\Pi^1 = a^1 * K^1 + b^1 * K^2.$$

$$\Pi^1 = 1276 * 0,44 + 293 * 1,16 = 901,32 \text{ руб.},$$

Где $a^1 = 1276$ руб. цена объекта по т.2 СЦОНЗТ,

$b^1 = 293$ руб. цена 1 км хода по т.2 СЦОНЗТ.

Расчет стоимости горизонтальной съемки (Π^2) производится по формуле:

$$\Pi^2 = a^2 + b^2,$$

где $a^2 = 1510$ руб. цена объекта, рассчитанная на выполнение съемки в объемах более нормативной площади по т.5 СЦОНЗТ;

$b^2 = 13$ руб. цена за 1 га территории, рассчитанная на выполнение съемки в масштабе 1:10000 по т.5 СЦОНЗТ.

Нормативная площадь съемки в масштабе 1:500 равна 20 гектарам, что значительно превышает характеристики рассматриваемого условного участка, поэтому в параметр « a^2 » вводится коэффициент K^3 , рассчитываемый по формуле:

$$K^3 = 1,0 - 0,03(20 - n^3),$$

где n^3 – площадь съемки.

$$K^3 = 1,0 - 0,03(20 - 0,3488) = 0,4.$$

Съемка выполняется в масштабе 1:500, поэтому в параметр « b^2 » вводится коэффициент K^4 , равный 2,1.

Стоимость горизонтальной съемки с учетом коэффициентов рассчитывается по формуле:

$$\Pi^2 = a^2 * K^3 + b^2 * K^4.$$

$$\Pi^2 = 1510 * 0,4 + 13 * 2,1 = 631,30 \text{ руб.}$$

Общая стоимость горизонтальной съемки рассматриваемого и проложения теодолитного хода высчитывается по формуле:

$$\Pi = \Pi^1 + \Pi^2.$$

$$Ц = 901,32 + 631,30 = 1532,62 \text{ руб.}$$

Общая сметная стоимость работ с учетом районного коэффициента (K_p), равного 1,4 в районах Крайнего Севера, повышающего коэффициента на 2016 год ($K_{пов}$), равного 16,331948, и налога на добавочную стоимость в размере 18 % высчитывается по формуле:

$$\begin{aligned} Ц_{общ} &= (Ц * K_p * K_n) + (Ц * K_p * K_n) * 18 \% \\ Ц_{общ} &= (1532,62 * 1,4 * 16,331948) + (1532,62 * 1,40 * 16,331948) * 18\% \\ &= 40786,51 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Выполнение комплексных кадастровых работ выполняется одновременно для всех земельных участков, поэтому для вычисления оптимальной сметной стоимости работ по горизонтальной съемке одного земельного участка с проложением теодолитного хода в рамках выполнения комплексных кадастровых работ вводится понижающий коэффициент ($K_{пон}$), равный 0,7. Оптимальная сметная стоимость работ с учетом понижающего коэффициента высчитывается по формуле:

$$Ц_{опт} = Ц_{общ} * K_{пон}.$$

$$Ц_{опт} = 40786,51 * 0,7 = 28550,56 \text{ руб.}$$

Комплексные кадастровые работы в селе Тёхтюр проводятся в отношении 285 земельных участков. Стоимость выполнения горизонтальной съемки земельных участков для осуществления комплексных кадастровых работ высчитывается по формуле:

$$C_r = Ц_{опт} * n^4,$$

где n^4 – количество земельных участков.

$$C_r = 28550,56 * 285 = 8\,136\,909,32 \text{ руб.}$$

Таким образом, стоимость получения сведений, необходимых для кадастрового учета земельных участков села Тёхтюр, в отношении которых выполняются комплексные кадастровые работы, геодезическим способом составляет

8 136 909,32 рублей.

Для того чтобы, используя ортофотопланы территории, получить необходимые для кадастрового учета сведения о земельных участках, необходимо выполнять аэрофотосъемку местности в крупном масштабе.

Для расчета стоимости аэрофотосъемки территории села Тёхтюр в масштабе 1:500 использованы стоимостные параметры, рассчитанные исходя из затрат труда на выполнение работ (Табл.2).

В стоимость аэрофотосъемки включены транспортные расходы и закрепление на местности точек планово-высотного обоснования.

Таблица 2

Стоимость аэрофотосъемки и изготовления ортофотопланов

| №№ пп | Масштаб | Площадь, км ² | Стоимость без НДС, руб. |
|----------|---------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | 1:5000 | 100 | 365 100 |
| 2 | 1:2000 | 100 | 608 500 |
| 3 | 1:500 | 10 | 730 200 |

Площадь территории, занимаемой кадастровым кварталом № 14:32:100101, по сведениям государственного кадастра недвижимости составляет 3,61 км².

Стоимость аэрофотосъемки территории села Тёхтюр и изготовления ортофотопланов рассчитывается по формуле:

$$Ц^3 = a^3 * n^5,$$

где a^3 – цена за выполнение аэрофотосъемки 1 км² в масштабе 1:500 и изготовления ортофотоплана,

n^5 – площадь аэрофотосъемки.

$$Ц^3 = 73020 * 3,61 = 263\,062 \text{ руб.}$$

Стоимость аэрофотосъемки с учетом налога на добавочную стоимость высчитывается по формуле:

$$C_a = Ц^3 + Ц^3 * 18 \%.$$

$$C_{ндс} = 263\,062 * 18 \% = 47\,351,16 \text{ руб.}$$

$$Ц_3 = 263\,062 + 47\,351,16 = 310\,413,16 \text{ руб.}$$

Стоимость комплексных кадастровых работ, с применением сведений, полученных геодезическим способом, высчитывается по формуле:

$$\text{Скр}_г = \text{Сг} + \text{Ск}.$$

$$\text{Скр}_г = 8\,136\,909,32 + 610\,071 = 8\,746\,980,32 \text{ руб.}$$

Стоимость комплексных кадастровых работ с применением сведений, полученных при аэрофотосъемке беспилотным летательным аппаратом, высчитывается по формуле:

$$\text{Скра} = \text{Са} + \text{Ск}.$$

$$\text{Скра} = 310\,413,16 + 610\,071 = 920\,484,16 \text{ руб.}$$

На основании анализа вышеуказанных расчетов (таблица 1 и таблица 2) можем утверждать, что стоимость выполнения комплексных кадастровых работ в отношении земельных участков села Тёхтюр с разрешенным использованием для ведения личного подсобного хозяйства и индивидуального жилищного строительства, кадастровые сведения о которых не соответствуют установленным требованиям к описанию местоположения границ земельных участков, не основе сведений, получаемых геодезическим способом при выполнении горизонтальной съемки местности, в десять раз превышает стоимость выполнения тех же работ на основе сведений, полученных с использованием беспилотного летательного аппарата. Учитывая при этом сроки выполнения аэрофотосъемки и обработки её результатов, а также полное исключение возможности возникновения кадастровых ошибок при производстве кадастровых работ на основе ортофотопланов, можно сделать вывод, что выполнение аэрофотосъемки территории беспилотным летательным аппаратом - самый быстрый, достоверный и экономичный вариант получения сведений для производства комплексных кадастровых работ.

Список литературы

1. Индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных и пусконаладочных работ по объектам строительства, определяемых с применением федеральных и территориальных единичных расценок, на I квартал 2016 года: письмо Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства российской федерации от 19 февраля 2016 г. № 4688-ХМ/05// Собрание законодательства. – 2016. - № 4688-ХМ/05
2. Об установлении предельных максимальных цен кадастровых работ в отношении земельных участков: приказ Государственного комитета по ценовой политике-региональной энергетической комиссии Республики Саха (Якутия) от 19 декабря 2011 г. № 101// Собрание законодательства. – 2011. - № 101.
3. Об утверждении цен и общественно необходимых затрат труда (ОНЗТ) на изготовление проектной и изыскательской продукции землеустройства, земельного кадастра и мониторинга земель (с изменениями от 3 марта, 10 апреля 1997 г.): приказ Комитета Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству от 28 декабря 1995 г. № 70// Собрание законодательства. –1995. - № 70.

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОСТИ СТРУКТУР В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА

Лукьянова К.С., Голубчик Э.М., Рубин Г.Ш.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», РФ, г.Магнитогорск

В сложившейся рыночной ситуации как никогда актуальным является продукция, производимая на отечественном рынке. Так, например штамповочные диски колес для отечественного автопрома делают из стальной ленты производимой в условиях ЛПЦ - 8 ОАО «ММК». Обеспечение качества производимой продукции является главной задачей для производителя. Качество продукции характеризуется комплексом показателей качества отвечающих предъявляемым требованиям, которые в свою очередь могут быть регламентированы как потребителем, так и самим производителем в соответствующих документах[2,3,5].

Систематизация, обработка и исследование большого числа данных с помощью различных методов с целью выявления закономерностей, которым они подчиняются, называются статистической обработкой; данные при этом называются статистическими данными, а применяемые методы - статистическими методами. Обычно

для обработки и анализа данных используют не один, а несколько статистических методов. Это иногда позволяет получить ценную информацию, которая при анализе разброса данных только одним методом может ускользнуть. При этом статистические методы несут в себе массив данных, без аналитической составляющей.

Учеными ФГБОУ ВПО «МГТУ», в рамках исследования по разработки технологии производства горячекатаной травленной ленты с нормируемой шероховатостью, производимой в условиях ОАО «ММК», были отобраны образцы данной ленты. В нашем случае, при производстве горячекатаной травленной ленты для штамповки колес, ключевым показателем качества является шероховатость поверхности. В лабораторных условиях, с образцов производимой ленты, были сняты фактические значения параметров шероховатости. До сегодняшнего дня, показатель качества шероховатость поверхности носил лишь информативный характер, поскольку управление им заключалось в контроле диапазона значений после технологических операций [6]. Для управления показателями качества, в частности показателем качества шероховатость поверхности, необходимо иметь инструмент позволяющий прогнозировать его изменчивость в ходе технологического процесса, которого на сегодняшний день не существует.

В ранее опубликованной работе [4], показатель качества шероховатость поверхности рассмотрен как показатель имеющий структуру фрактал. Главной характеристикой фрактала является наличие периодически повторяющихся самоподобных фрагментов[1]. При разработке инструмента управления показателем качества шероховатость поверхности необходимо разработать математическую модель позволяющую выделять фрагменты фрактала.

Если предположить, что шероховатость поверхности имеет структуру фрактала, то профилограмма поверхности это графическая сумма всех фракталов (Рисунок 1). Для того чтобы выделить отдельный элемент фрактала, профилограмма поверхности была разложена на гармоники при помощи дискретного преобразования Фурье.

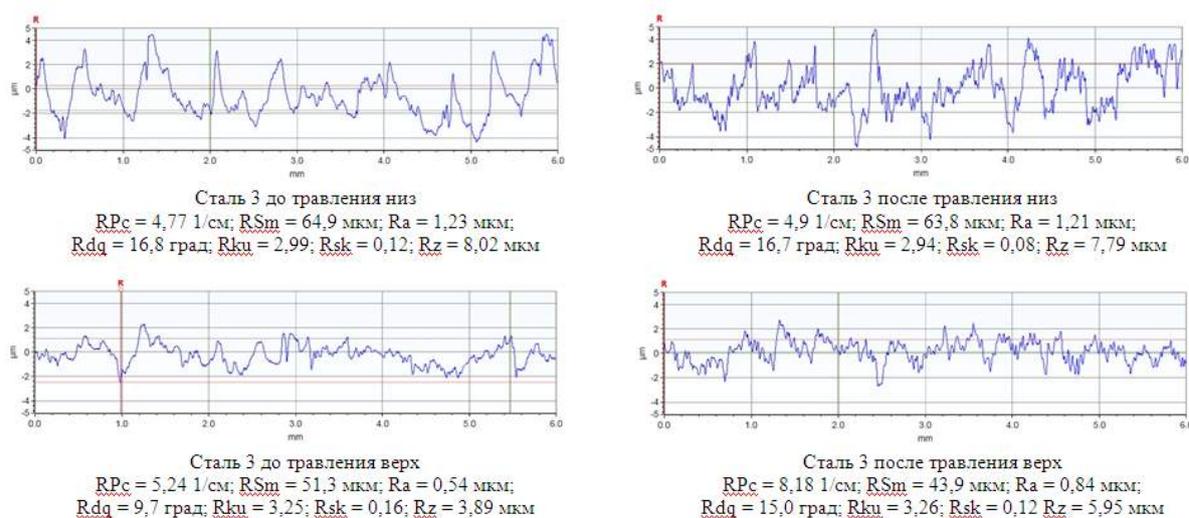


Рис. 1. Профилограммы поверхности изучаемых образцов

Прямое дискретное преобразование Фурье позволило выделить действительную и мнимую часть комплексного числа (формулы 1-2), далее обратное дискретное преобразование Фурье (формулы 3-4) с меняющимся порядковым значением гармоники позволило выделять из профилограммы каждую гармонику отдельно (Рисунок 2). Замечено, что частота гармоники прямопропорциональна порядковому номеру.

$$Y_k = \sum_j^n y_j e^{-i\frac{2\pi}{n}jk}, \quad (1)$$

$$e^{-i\frac{2\pi}{n}jk} = \cos\left(\frac{2\pi}{n}jk\right) - i\sin\left(\frac{2\pi}{n}jk\right) \quad (2)$$

$$y_j = \frac{1}{n} * \sum_k^{n-1} Y_k e^{i\frac{2\pi}{n}jk}, \quad (3)$$

$$Y_k e^{i\frac{2\pi}{n}jk} = |Y| * \cos\left(\frac{2\pi}{n}jk + \varphi\right), \quad (4)$$

В качестве доказательства адекватности данной модели на рисунке представлена сумма фрактальных составляющих (гармоник) обеспечивающая 100 % сходимость результатов моделирования с фактическими данными (Рисунок 3).

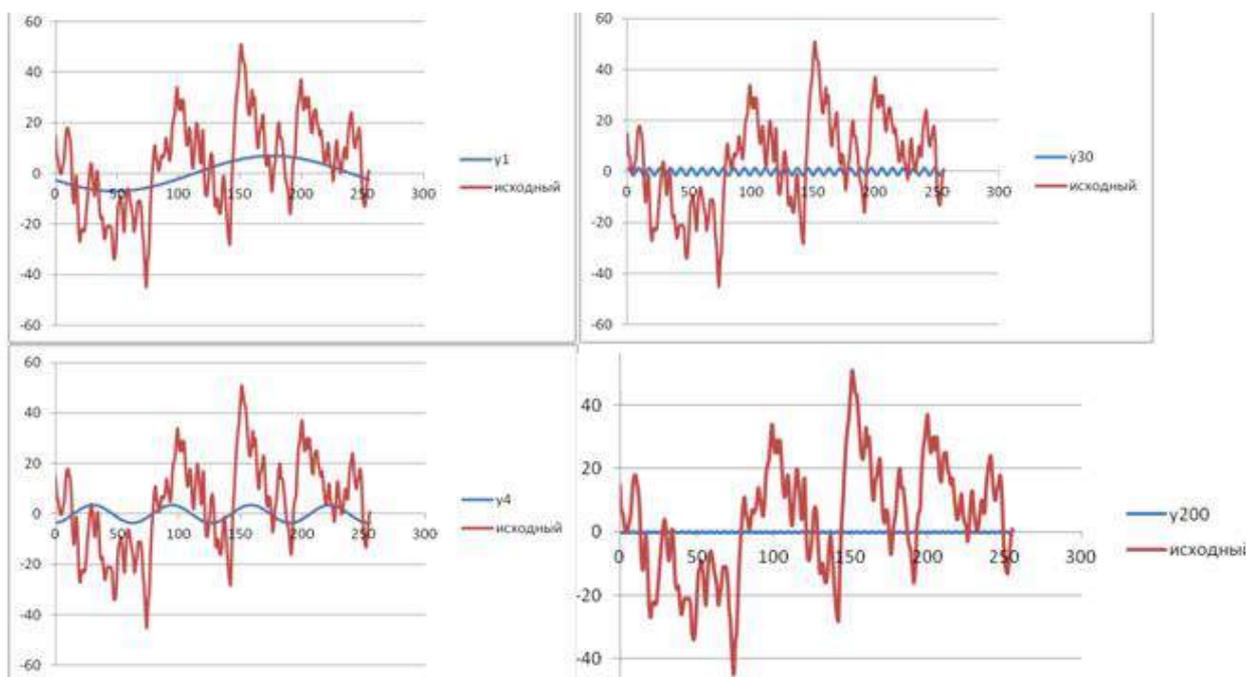


Рис.2. Гармоники с соответствующим порядковым номером

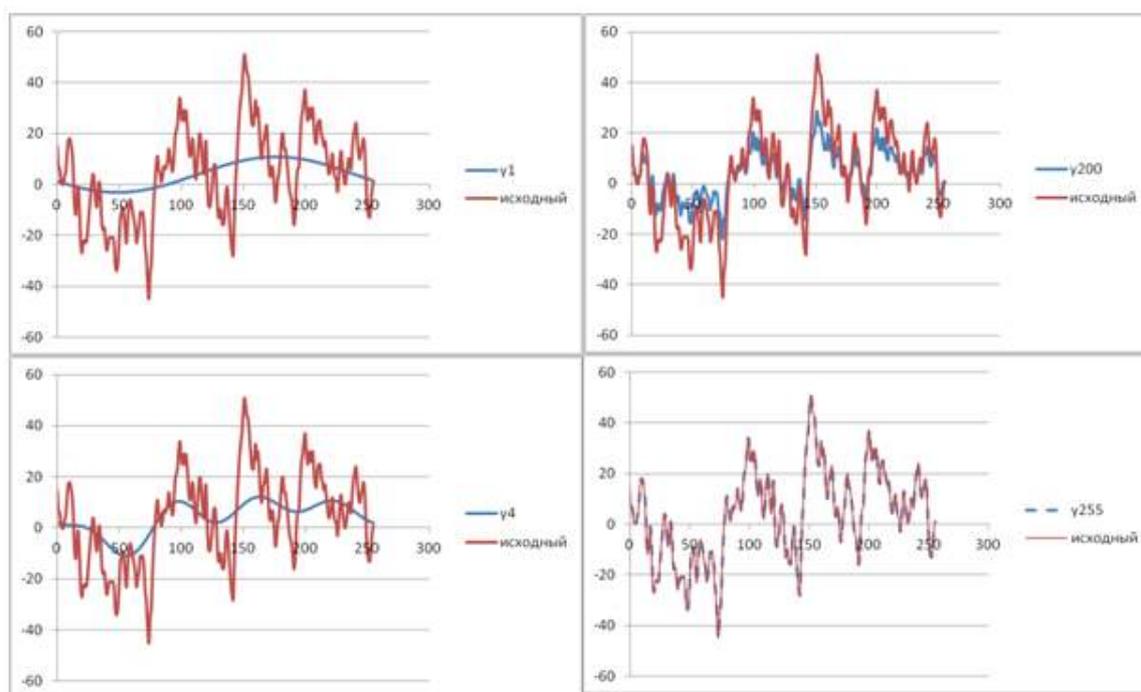


Рис.3. Сумма гармоник

Таким образом, математическую модель, позволяющую выделять фрагменты фрактала, можно применять при разработке аналитической модели для последующего управления показателем качества шероховатость поверхности. Анализ зависимости соответствующих фрагментов фрактала до и после, какого либо технологического воздействия на поверхность обеспечит возможность прогнозирования и управления в широком диапазоне различными параметрами шероховатости.

Список литературы

1. Бузунов Е.Г., Рубин Г.Ш., Мезин И.Ю., Описание процесса диффузии цинковых покрытий стальной проволоки на основе теории конструктивных фракталов//Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.-2010. -№1.-С. 66-69.

2. Голубчик Э.М., Адаптивное управление качеством металлопродукции// Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова. – 2014. - №1. - С.63-68
3. Голубчик Э.М., Корчунов А.Г., Пивоварова К.Г., Лысенин А.В. Применение адаптационных механизмов для повышения качества продукции с глубокой степенью переработки//Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 5. С. 131-134.
4. Лукьянова К.С., Голубчик Э.М., Рубин Г.Ш., Исследование процесса управления качеством горячекатаной травленной ленты на основе фрактальности структуры//Science Time.-2015.-№3(15). – С. 359-362.
5. Полякова М.А., Телегин В.Е., Голубчик Э.М. Анализ требований стандартов на стальную холоднокатаную ленту//Черные металлы. -2010. -№ 7. -С. 20-26.
6. Смирнов П.Н., Бондяев И.И., Куницын Г.А., Голубчик Э.М. Управление качеством поверхности холоднокатаной ленты//Сталь. – 2007. - №2. – С. 79-82.

**СЕКЦИЯ №19.
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)**

**СЕКЦИЯ №20.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)**

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБОСНОВАНИЯ НАБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА СИС**

Кириленко Д.А., Кириленко А.М.

46 ЦНИИ, РФ, г.Москва

В практических задачах формирования СИС часто возникает потребность в сравнении образцов близкого функционального назначения между собой по уровню удовлетворения конкретным критериям. Образцы обычно описываются рядом параметров, по которым и происходит сравнение. При этом чаще всего имеет место случай когда образец А превосходит Б по одной группе показателей, а по другой – уступает. Противоречия в оценках показателей образцов приводят к необходимости решения задач многокритериального выбора и упорядочения.

В качестве метода многокритериального выбора и упорядочения образцов с точки зрения их качественных характеристик в данной работе предлагается использовать метод многомерного шкалирования, а точнее его частные случаи – одномерное и двумерное шкалирование. С этой целью в рамках составления аналитической модели необходимо описать:

формат входных данных;

правило определения расстояния (метрику) между образцами, представленными в некотором пространстве;

формат выходных данных.

В качестве входных данных в методе метрического шкалирования используется квадратная матрица $D = [d_{ij}]$ расстояний между каждой парой объектов.

$$D = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & \dots & d_{2n} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & \dots & d_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & d_{n3} & \dots & d_{nn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где n – количество сравниваемых объектов.

Зачастую, исходные данные об образцах представляются матрицей «объект-признак» $T=[t_{ij}]$, в которой образцы представлены строками, а их признаки столбцами.

$$T = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & \dots & t_{1k} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & \dots & t_{2k} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & \dots & t_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n1} & t_{n2} & t_{n3} & \dots & t_{nk} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где t_{ij} – значение j -го признака у i -ого образца, n – количество образцов, k – количество признаков, описывающих каждый образец.

Чтобы применять метод многомерного шкалирования необходимо преобразовать матрицу T в матрицу D . Образцы, представленные матрицей T , можно считать точками k -мерного пространства. Тогда для расчета матрицы D достаточно определить расстояния между образцами в k -мерном пространстве. Множество сходных способов оценки расстояний, такие как метрики Евклида и Хэмминга, могут считаться частным случаем более общей метрики Минковского.

$$d_{ij} = \left[\sum_{m=1}^k w_m |t_{im} - t_{jm}|^r \right]^{\frac{1}{r}}, \quad (3)$$

где w_m – вес m -ого параметра.

Чаще всего применяются метрики Минковского первого ($r = 1$, City-Block) и второго ($r = 2$, Евклидово расстояние) порядка.

Весовые коэффициенты w_m невозможно корректно определить без привлечения экспертов, что накладывает существенные ограничения на применение данной модели. Поэтому для определения весов параметров предлагается применять экспертную процедуру итерационного уточнения весов параметров с учетом особенностей рассматриваемой задачи. Она может быть описана следующим образом.

$w_{im} = \frac{S_{im}}{\sum_{i=1}^n S_{im}}$, где S_{im} – количество предпочтений, отданных одним из m экспертов i -му параметру по сравнению с другими параметрами; w_{im} – коэффициент весомости i -го параметра, определенный одним из m экспертов, n – количество параметров в оцениваемой разработке; m – количество экспертов, привлеченных к оценке.

Коэффициент весомости i -го параметра может быть определен более простым и доступным способом, который получил название метода балльной оценки. Здесь приоритетность параметра оценки определяется по произвольной системе баллов K_{im} , а расчет производится аналогичным образом:

$$w_{im} = \frac{K_{im}}{\sum_{i=1}^n K_{im}}.$$

Вне зависимости от способа определения w_{im} должно соблюдаться условие:

$$\sum_{i=1}^n w_{im} = 1.$$

Коэффициент весомости i -го параметра w_i , выявленный группой экспертов, определяется как среднее арифметическое из суммы полученных значений w_{im} :

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n w_{im}}{m}.$$

Цель метода многомерного шкалирования – определить $n \times m$ матрицу $P = [p_{ij}]$, содержащую координаты n объектов в m -мерном пространстве, так, чтобы матрица попарных расстояний между этими объектами $P = [p_{ij}]$ как можно ближе совпадала с исходной матрицей расстояний $D = [d_{ij}]$.

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2m} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & \dots & P_{3m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nm} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Расстояние между i -ым и j -ым объектами определяется невзвешенной метрикой Минковского.

$$p_{ij} = \left[\sum_{k=1}^m w_m |p_{ik} - p_{jk}|^r \right]^{\frac{1}{r}} \quad (5)$$

Нахождение матрицы P происходит итерационно. Расчет прекращается при достижении требуемой точности либо при выполнении заданного количества итераций. Правило расчета координат объектов (матрица P) на каждой итерации основано на минимизации ошибки расчета результата.

$$S = \frac{1}{2} \sum_i \sum_{j \neq i} (d_{ij} - p_{ij})^2 \quad (6)$$

После дифференцирования (6) получается правило расчета значений матрицы P на каждой итерации.

$$p_{jk}^{new} = p_{jk}^{old} + \lambda (d_{ij} - p_{ij}) p_{ij}^{1-r} |p_{ik} - p_{jk}|^{r-1} \text{sign}(p_{ik} - p_{jk}) \quad \forall j \neq i, \quad (7)$$

где λ – скорость сходимости алгоритма ($0 < \lambda \leq 1$).

Таким образом, метод многомерного шкалирования преобразует описание объекта предметной области из k -мерного вектора в m -мерный при помощи которого и производится сравнение объектов.

В заключении следует отметить, что задача определения весов параметров, помимо способа указанного выше, может быть описана следующим образом.

Пусть задано некоторое конечное множество вариантов (альтернатив) решений A . Из множества A или любого его подмножества X ($X \subseteq A$) необходимо выделить одно или несколько вариантов решений в некотором смысле лучших или более соответствующих каким-либо заранее оговоренным условиям. Для решения этой задачи традиционно используется критериально-экстремизационный подход, который может быть описан следующим образом.

Множество вариантов A проецируется на числовую ось, так что каждому варианту соответствует конкретная точка числовой оси. Числовая ось, на которую спроецировано множество вариантов A , становится шкалой. Если после такого проецирования упорядочить все варианты из A по величине приписанных им числовых оценок и сохранить за вариантами лишь их порядковый номер, то образованная таким образом шкала становится ранговой.

Если вариант считается тем «лучше» или более соответствующим заранее фиксированной цели выбора, чем большая (или меньшая) числовая или ранговая оценка приписывается варианту, то шкала становится критериальной.

Таким образом, использование критерия есть способ выражения различий в оценке альтернативных вариантов с точки зрения ЛПР, которое в данном случае предпочтительно должно быть коллективным.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Бердыш И.А., Симонова Д.А., Бакеев Д.А., Беляева М.А.

РЭУ им. Г.В. Плеханова, РФ, г.Москва

Аннотация: В данной статье рассмотрены основные аспекты процесса сублимационной сушки плодово-ягодного сырья. Описано использование имитационной многоподходной системы AnyLogic для анализа основных показателей при проведении сублимационной сушки.

Представленная имитационная модель сублимационной сушки плодово-ягодного сырья на примере вишни может быть полезна технологам, механикам, менеджерам, логистам и бизнесменам для информационной поддержки и анализа структуры работы предприятия, в решении вопросов, связанных с хранением и транспортировкой сырья.

Ключевые слова: сублимационная сушка, имитационная модель, пищевое сырье

Berdysh I.A., Simonova D.A., Bakeev D.A., Belyaeva M.A.

Plekhanov Russian University of Economics, Russian Federation, Moscow

Annotation: The main aspects of sublimation drying process are reviewed in the article. Method of using imitation models in AnyLogic system for analyze of sublimation process is described.

Described imitation model of cherry sublimation drying can be useful for technologists, mechanics, managers, and businessmen for informational support and analyze of departments' work structure and solving of keeping and transportation problems.

Key words: sublimation drying, imitation models, food raw material.

Уровень здоровья населения напрямую влияет на благосостояние общества и темпы его развития. Культура питания граждан напрямую связана с укреплением здоровья человека. Наибольшую важность представляет сырье с высокой пищевой ценностью. Так как доставка продуктов питания в некоторые регионы затруднена, необходимо прибегать к таким способам обработки сырья, которые продлевают срок хранения продуктов и не снижают их пищевую ценность.

Особой популярностью у населения пользуется плодово-ягодное сырье, т.к. является одним из основных природных источников биологически активных веществ. Доля плодов и ягод в рационе питания населения является показателем качества его жизни и продолжительности периода активной жизнедеятельности [5].

Доставка плодово-ягодного сырья в некоторые регионы затруднена из-за небольшого срока хранения продукции, что приводит к поиску такого способа обработки пищевых продуктов, который увеличит срок хранения продуктов при сохранении их пищевой ценности.

Сушка пищевого сырья заключается в удалении влаги из продукта путем ее естественного или искусственного испарения. Одним из преимуществ сушки по сравнению с другими видами пищевой обработки является снижение расходов на транспортировку продуктов, т.к. масса высушенного продукта в 10 и более раз меньше массы исходного.

Способы сушки различают в зависимости от метода удаления влаги из продукта, вида обрабатываемого сырья и требованиям к конечному продукту. Основным требованием, предъявляемым с точки зрения осуществления технологического процесса, является уменьшение энергозатрат на проведение сушки.

Сублимационная сушка является наиболее энергозатратным методом удаления влаги из продукта, но позволяет сохранить пищевую ценность продуктов. Продукты такой сушки отличаются высоким качеством, обладают повышенной восстанавливающей способностью, имеют незначительную усадку.

Сублимационная сушка заключается в удалении влаги из продукта путем ее перехода из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу. Процесс сублимационной сушки подразделяется на 3 этапа:

1. Замораживание продукта. В этот период испаряется 10-15 % всей влаги без подвода тепла за счет выделения теплоты плавления льда при замерзании воды. Основное условие замораживания - максимальное количество влаги должно быть превращено в лед; размеры кристаллов должны иметь минимальный размер и равномерно распределяться по всему объему для интенсивного тепло- и массообмена при сублимационной сушке.

2. Сублимация – период постоянной скорости сушки. В этот период удаляется основная масса влаги (60 % и более). Чем больше влаги удаляется в этот период, тем лучше сохраняются свойства продукта. Продолжительность этого периода зависит от величины остаточного давления в сублиматоре, интенсивности подвода теплоты, температуры продукта, скорости удаления паровоздушной смеси.

3. Удаление остаточной влаги – период убывающей скорости сушки. В этот период удаляется связанная влага, не замерзшая в продукте. Скорость сушки зависит от интенсивности подвода теплоты в углубленную зону испарения и удаление пара из зоны испарения через высохшие слои к поверхности материала. В этот период удаляется 10-20 % всей влаги.

Большие энергозатраты определяются тем, что сублимационная сушка является сложным синтезированным процессом, для которого характерна большая продолжительность рабочего цикла (от 8 до 14 часов и более), зависящая от степени измельчения высушиваемого продукта и других факторов.

Исследования последних лет направлены на снижение энергетических затрат и создание оптимальных условий использования установок для сублимационной сушки.

Существуют различные способы снижения энергозатрат в зависимости от вида используемого оборудования и высушиваемого сырья. Для снижения энергозатрат при сушке термолабильных материалов используется способ вакуумного концентрования, который включает в себя комбинированный вакуум-

сублимационный способ сушки [1]. Способ циклической вакуум-сублимационной сушки термолabile жидкостей позволяет уменьшить энергетические затраты за счет насыщения продукта инертным газом и его замораживании с последующей сушкой при давлении ниже тройной точки. Продукт наносят на поверхность транспортирующего элемента после насыщения, причем последнее ведут до вспенивания продукта при давлении не ниже тройной точки [2].

Одним из способов анализа снижения энергетических затрат при работе сублимационного цеха является создание имитационной модели, включающей основные стадии обработки продукта. Имитационная модель позволяет провести виртуальный эксперимент и проследить основные зависимости в работе цеха.

Работа цеха рассматривается на примере процесса сублимационной сушки вишни. Цех включает в себя участки складирования сырья, его подготовки, заморозки, сушки, упаковки, санитарной обработки, склад готовой продукции и материалов, холодильной компрессорной, ремонтный цех, лабораторию, санитарно-гигиенические и бытовые помещения. Основные этапы обработки вишни заключаются в следующем: поступление сырья на склад; мойка сырья; удаление косточек; бланширование; заморозка; сушка; упаковка; отправка.

Этапы, на которых сырье не претерпевает физико-химических изменений и потерь массы, были опущены для упрощения изображения модели. На Рисунке 1 изображена упрощенная схема движения сырья в цехе сублимационной сушки (материальные потоки предприятия).

Допустим, что сырье поступает в цех по 2 тонны 10 раз в день. Программа позволяет подобрать оптимальный размер и количество партий товара, чтобы общая нагрузка на линию производства была равномерно распределена, а энергетические затраты минимальны.

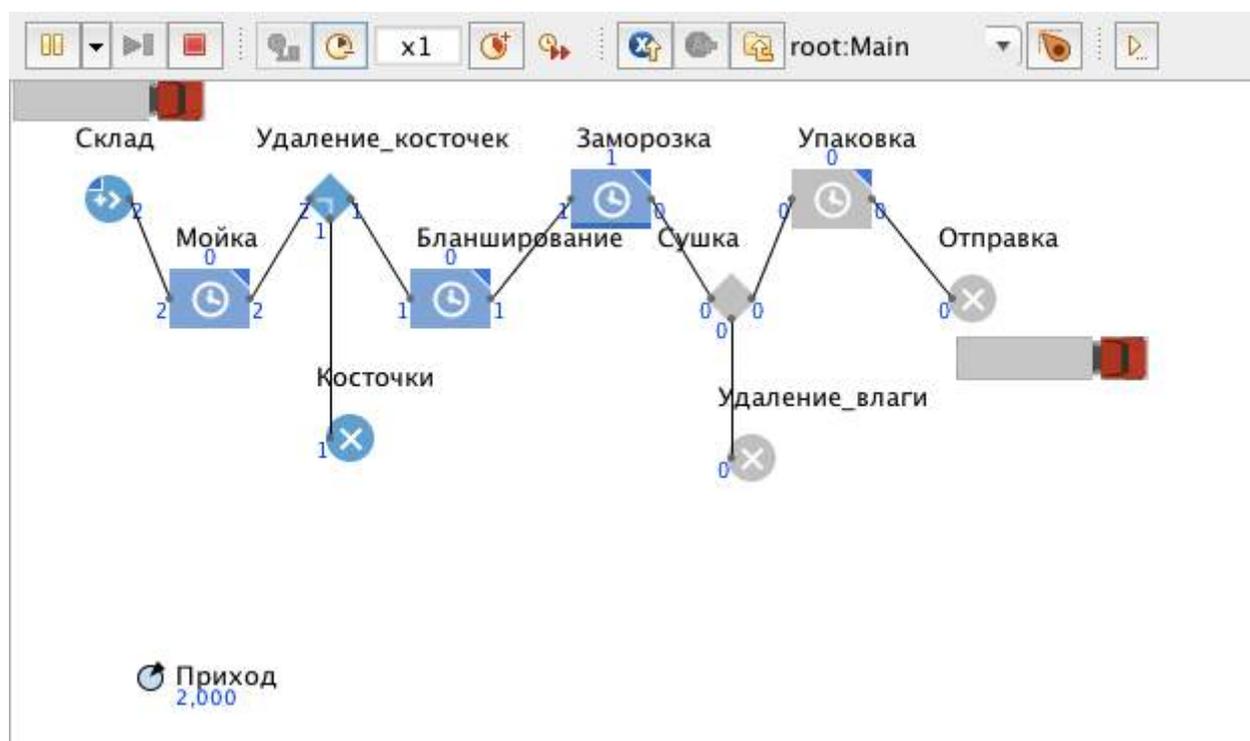


Рис.1. Экранная форма схемы движения сырья в цеху сублимационной сушки (имитационная система Any Logic)

Мойка сырья занимает 60 минут. С помощью имитационной системы Any Logic можно подобрать такие время и производительность процесса, чтобы исключить простой оборудования.

На этапе “Удаление косточек” продукт становится легче примерно на 10%. Этот параметр также может быть в дальнейшем изменен на основе опытных испытаний.

Процесс бланширования ягод длится 30 мин, но его продолжительность может варьироваться в зависимости от производительности оборудования. Необходимо подобрать наиболее эффективное соотношение продолжительности и производительности, чтобы исключить простой оборудования.

Заморозка ягод требует максимально быстрого равномерного превращения влаги в лёд. Именно поэтому здесь также важно правильно подобрать объем продукта и производительность аппарата.

На этапе сушки ягод удаляется примерно 80% влаги из продукта. При использовании модели можно проанализировать количество сырья (продукта) подходит к этому этапу, и подобрать необходимое оборудование

по мощности загрузки и продолжительности процесса, при этом сокращаются энергозатраты на один из продолжительных по времени процессов в сублимационном цехе. На Рисунке 2 показан завершающий этап процесса обработки сырья, который показывает массу высушенного продукта, массу удаленной влаги и потери массы с отходами.

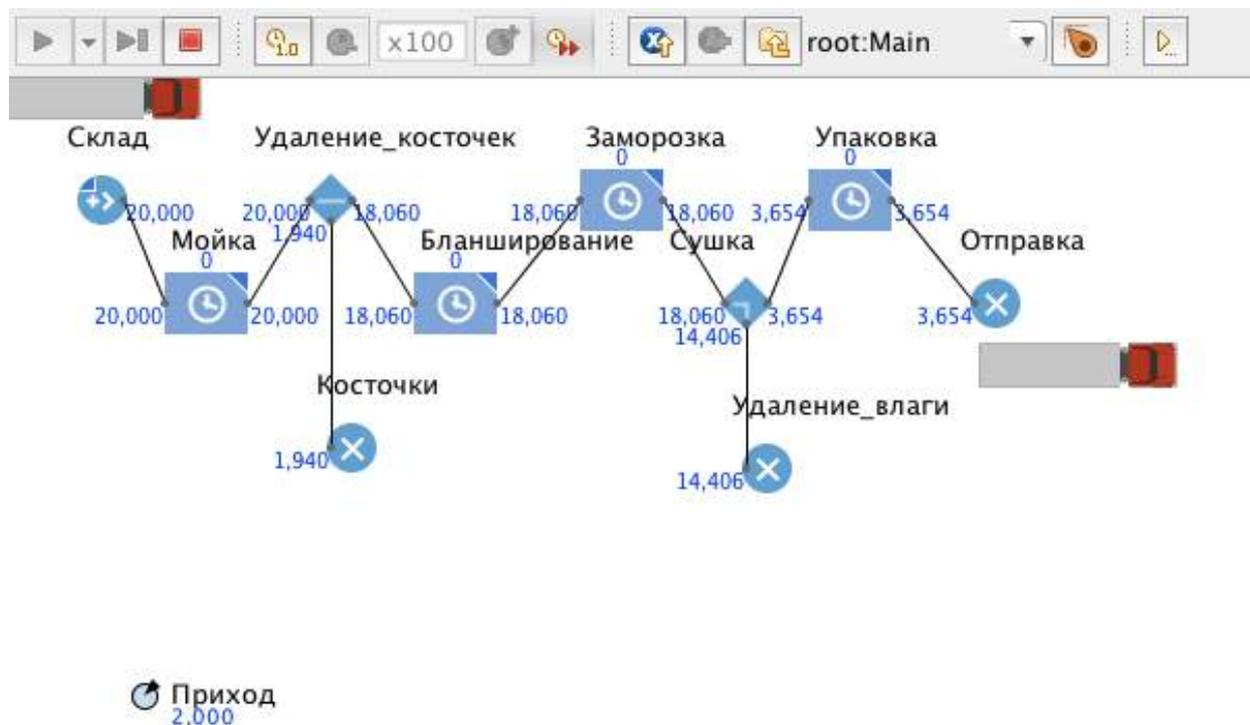


Рис.2. Экранная форма запуска программы завершающего этап процесса обработки сырья

На этапе «Упаковка» можно определить необходимое количество времени и обслуживающего персонала, так как известен объем загружаемого продукта и цикличность процесса.

Оптимизация технологических процессов – необходимая стратегия в современном производстве, совершенствующая систему управления. Моделирование процессов в имитационной системе AnyLogic позволяет рассчитать необходимую производительность оборудования, объем поставки, продолжительность переработки, количество обслуживающего персонала на том или ином участке, функции, операции и многие другие параметры. Единоразово созданную модель можно сохранять в репозитории программы и использовать в качестве шаблона для дальнейшего совершенствования и имитации сценарным методом, запускать модель при различных исходных данных, расширять, добавляя и изменяя в модели как технологические, так и экономические показатели, с целью получения самых наилучших результатов по снижению издержек производства, энергозатрат и увеличению производительности, соответственно, прибыли и выручки предприятия [4].

Если рассматривать с более глобальной точки зрения, использование компьютерных методов моделирования позволяет решать как технические задачи, так и связанные с оценкой экономического состояния предприятия: прогнозирование и планирование доходов, расходов и убытков; планирование средств на строительство; ремонт и содержание инфраструктуры предприятия; выделения основных факторов риска и прогноз критических ситуаций; расчет объема и анализ продаж готовой продукции [3].

Представленная имитационная модель сублимационной сушки плодово-ягодного сырья на примере вишни может быть полезна технологам, механикам, менеджерам, логистам и бизнесменам для информационной поддержки и анализа структуры работы предприятия, в решении вопросов, связанных с хранением и транспортировкой сырья [6,7]. В дальнейшем планируется расширение и создание мультимодельной системы по компьютерной поддержке принятия решений в производстве плодово-ягодной продукции.

Список литературы

1. Кретов И.Т., Мосолов Г.И. Комбинированный вакуумно-сублимационный способ сушки термолabile жидких продуктов. // «Научно-технический прогресс в пищевой промышленности» Тез.докл. Межд. НТК. — Могилев. — 1995. — 67 с.

2. Патент. Способ циклической вакуум-сублимационной сушки (RU 2119625) Авторы патента: Антипов С.Т. , Игнатов В.Е., Эйхаб Хасан, Востриков С.В., Шахов С.В.
3. Беляева М.А., Бурляева О.К., Сырова И.В. Формирование мультимодельной системы для принятия оптимальных управленческих решений на предприятии. // Программные продукты и системы — № 2 (106) / 2014 — 181-187 с.
4. Беляева М.А. Имитационное моделирование социально-экономических систем для поддержки принятия решений. // Пищевая промышленность. — 2011. № 4. С. 86-87.
5. Т.Ф. Киселева, И.С. Зайцева, Д.Б. Пеков, Н.В. Бабий. Выявление предпосылок комплексной переработки плодово-ягодного сырья сибирского региона. // Техника и технология пищевых производств — №3/2009 — 5с.
6. Беляева М.А. Моделирование систем. Москва, МГУП, 2012, часть 1.
7. Беляева М.А. Системный анализ технологий и бизнес-процессов в мясном производстве. Москва, изд-во РЭУ им. Г.В.Плеханова, 2015,- 384 с.

РАЗРАБОТКА ОБРАБОТКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ В СИСТЕМЕ MOODLE КАТЕГОРИЙ И КУРСОВ НА ОСНОВЕ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ СИСТЕМЫ «1С: УНИВЕРСИТЕТ»

Мицнев И.Р., Полубояров В.В., Вуйлов Д.А., Чернавин Д.А.

Чеченская р-ка, г.Аргун

Использование электронных информационно-образовательных систем (ЭИОС) в учебном процессе предусмотрено федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО) по всем направлениям подготовки [1]. Согласно [2], возникает необходимость создания электронного ресурса, который позволит получить доступ к образовательным ресурсам посредством Интернет.

Для достижения этой цели необходимо осуществить выбор программной платформы, с использованием которой будет разрабатываться ЭИОС. Одним из наиболее важных критериев при выборе платформы является используемая система управления учебным процессом, как основной поставщик информации о структуре учебных планов и пользователях для ЭИОС. В ВолГУ в качестве системы управления учебным процессом используется система «1с:Университет ПРОФ» [3]. Выбор в качестве платформы для создания ЭИОС системы Moodle обусловлен наличием в ней механизма веб-сервисов, посредством которых возможен программный вызов механизмов по управлению структурой категорий и курсов, а также пользователями. Для аутентификации пользователей системы Moodle было принято решение использовать модуль расширения LDAP, а для хранения учетных записей пользователей – службу каталогов Active Directory операционной системы Windows 2012 Server R2.

Создание учетных записей пользователей студентов и преподавателей в службе каталогов осуществляется программным способом, с использованием механизма PowerShell, на основе сведений из системы «1с:Университет ПРОФ», Списки студентов и преподавателей в формате CSV выгружаются из системы «1с:Университет ПРОФ», и используются в качестве аргумента скрипта PowerShell.

Для создания необходимой структуры категорий в системе Moodle используется механизм вызова функции веб-сервиса, отвечающих за создание категории. Аргументы функции – идентификатор родительской категории и название создаваемой категории – формируются в системе «1с:Университет ПРОФ» на основе сведений из рабочих учебных планов. Идентификатор родительской категории определяется на основе уровня образования и наименования направления подготовки. Название категории формируется на основе года поступления, формы обучения, профиля подготовки. Для создания категорий были разработаны обработки в системе «1с:Университет ПРОФ».

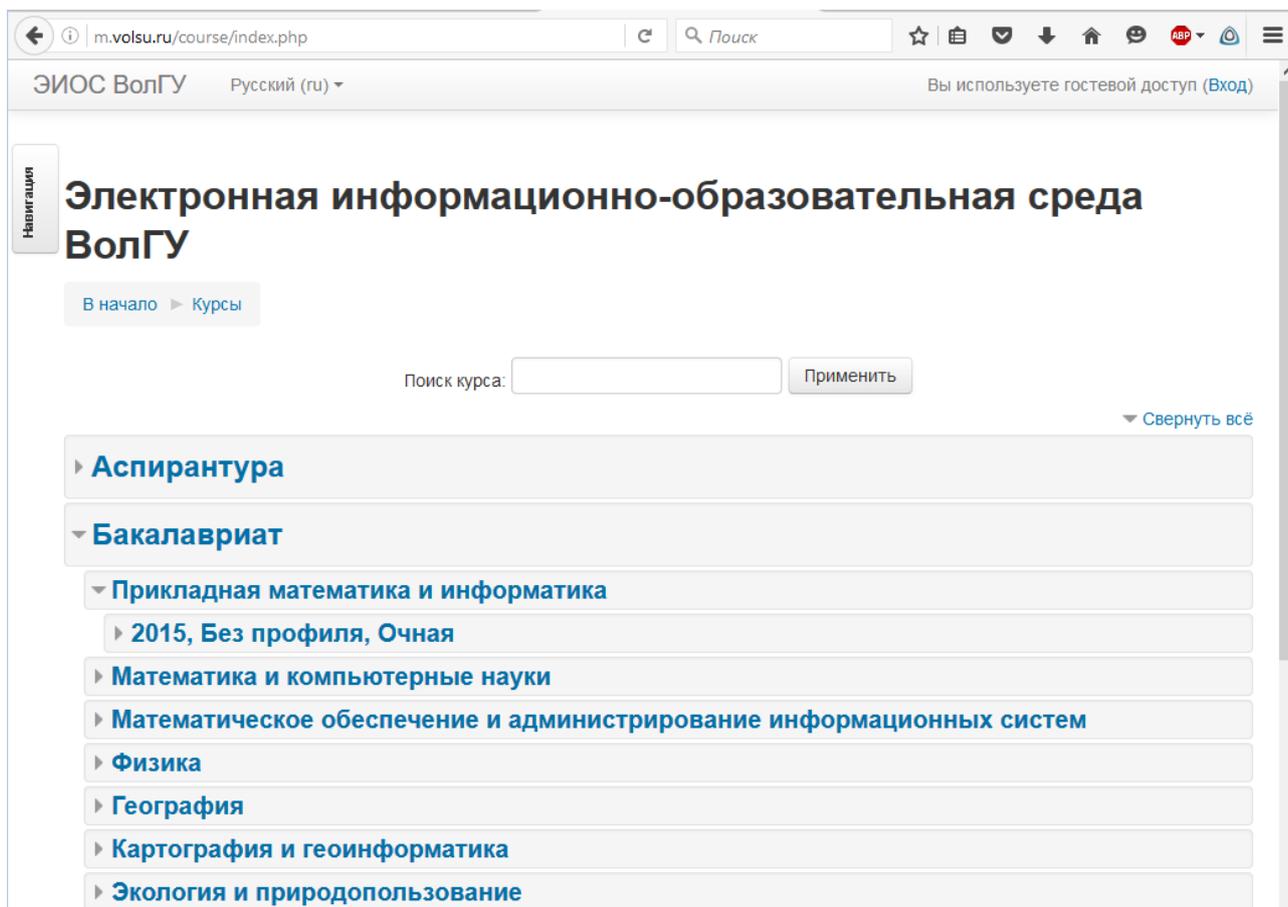


Рис.1. Структура категорий в ЭИОС ВолГУ

Содержимое образовательной программы должно публиковаться в структурированном виде, включающем в себя аннотацию, рабочую программу дисциплины, опорный конспект лекций, материалы для семинаров, задания, презентации, ссылки на научные публикации по теме дисциплины, инструментарий для оценки качества материалов дисциплины, форум, а также список литературы. Поэтому для создания соответствующей структуры в скрытом разделе был создан курс-шаблон, имеющий вид «структура», в котором были созданы необходимые разделы.

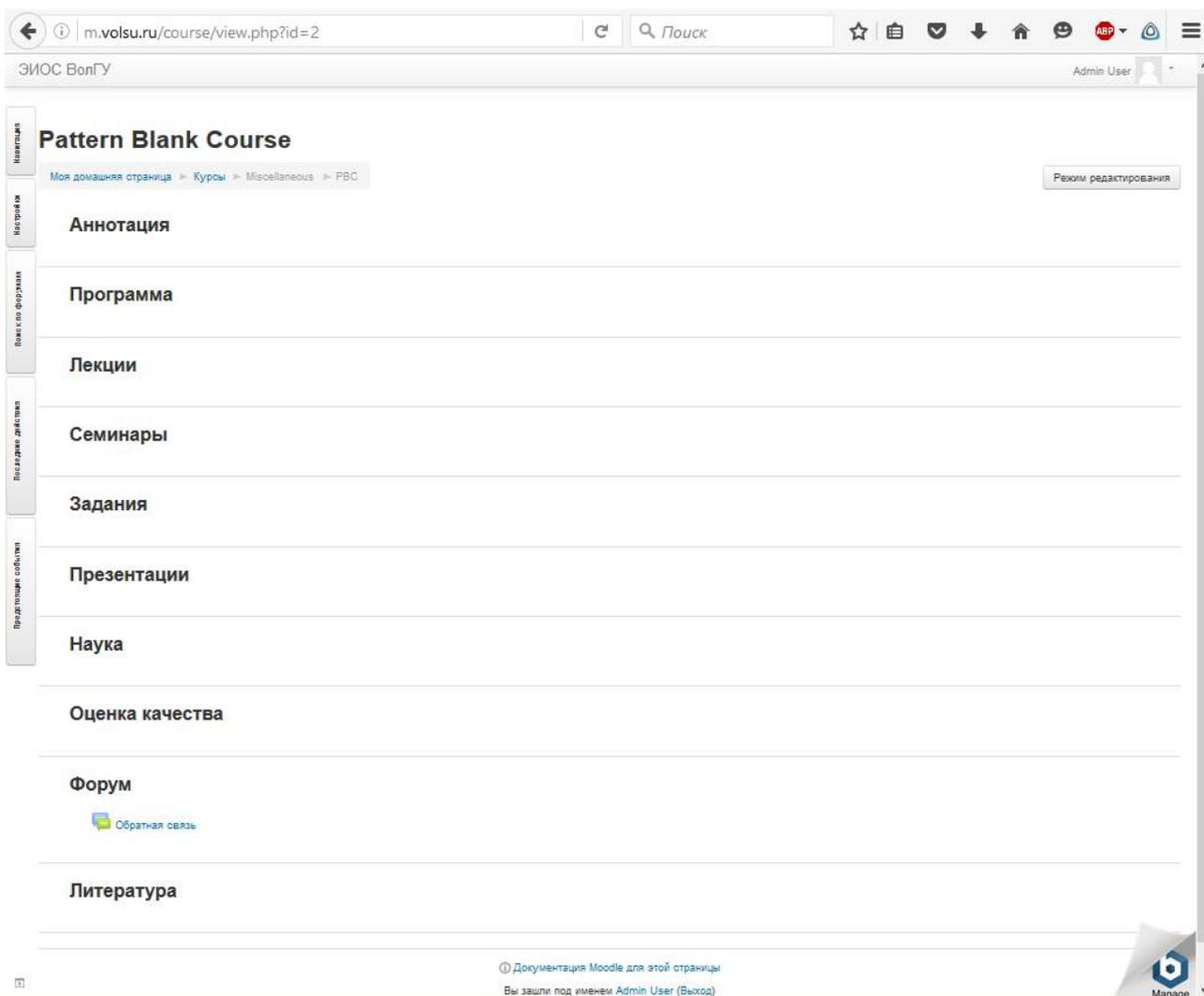


Рис.2. Курс-шаблон

Для создания курсов в системе Moodle, соответствующих дисциплинам образовательных программ, использовался механизм вызова функции копирования курса веб-сервиса Moodle. Для создания курса в нужной категории идентификатор категории определялся на основе вхождения дисциплины в рабочий учебный план. В качестве названия курса использовалось название дисциплины. Для вызова функции копирования веб-сервиса Moodle для каждой дисциплины всех рабочих учебных планов в системе «1с:Университет» была разработана обработка.

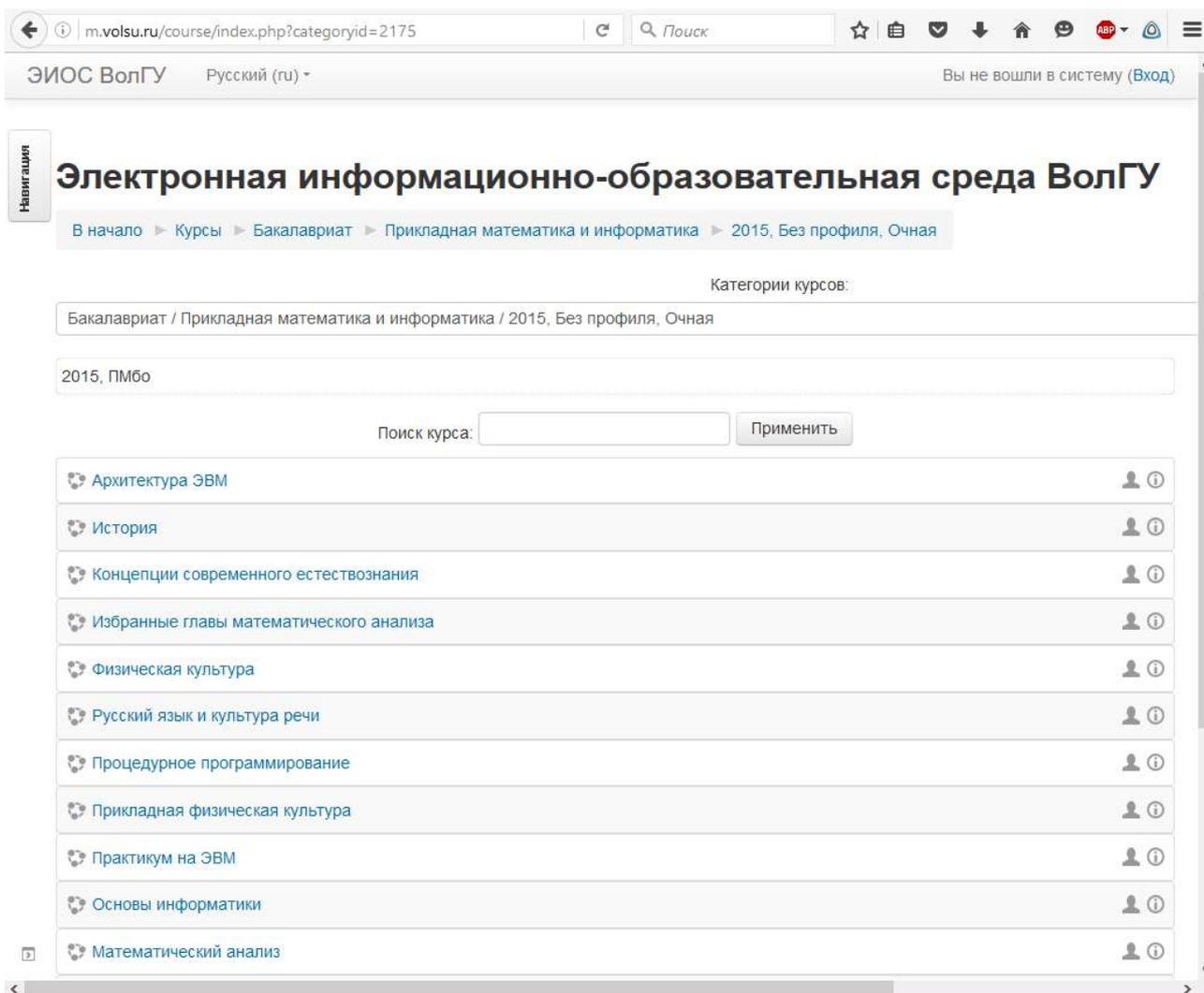


Рис.3. Курсы Moodle, соответствующие дисциплинам ОП

Таким образом, в результате были разработаны обработки в системе «1с: Университет ПРОФ», создающие набор категорий в системе Moodle для образовательных программ на основе рабочих учебных планов и копирующие в них курс-шаблон для каждой из дисциплин рабочего учебного плана.

Дальнейшее развитие системы предполагает создание обработок, осуществляющих раздачу прав пользователям системы Moodle (преподавателям и студентам) на основе информации из системы «1с: Университет ПРОФ» об обучении студента на образовательной программе и закреплением дисциплины учебного плана за преподавателем в виде нагрузки. Также планируется реализация публикации в системе Moodle сведений об успеваемости из системы «1с: Университет ПРОФ» [4]. Для реализации указанного функционала также планируется использовать механизм веб-сервисов системы Moodle, вызов которых осуществляется из системы «1с:Университет ПРОФ».

Список литературы

1. Федеральные государственные образовательные стандарты [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://goo.gl/JtufqV>;
2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://rg.ru/2014/04/16/obuchenie-dok.html>;
3. Функциональное моделирование управления учебным процессом в Волгоградском государственном университете с использованием системы «1с:Университет ПРОФ»/ Полубояров В.В. // Казанский экономический вестник, № 4(18), 2015, с. 115-127
4. Разработка подсистемы учета результатов внутрисеместровой аттестации в программном продукте «1С:Университет ПРОФ» / Полубояров В.В., Чернавин Д.А., Тулин А.А. // Сборник трудов Шестнадцатой Международной научно-практической конференции «Применение технологий «1С» в условиях модернизации экономики и образования», 2-3 февраля 2016 г., часть 2. с. 8-10

**СЕКЦИЯ №21.
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)**

**ОБЩАЯ СХЕМА ОПИСАНИЯ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ
С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИКИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ**

Артюшина Т.Г., к.т.н., доцент, кафедра “Высшая математика”

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г.Москва

Аннотация: анализируются два объекта, один из которых принадлежит технической системе, а другой экономической. На указанных примерах продемонстрировано, что объекты, имеющие различную природу, можно описывать по одинаковой схеме, используя математику нечетких множеств.

Нечеткая логика, созданная в 1960-х гг. профессором Лофти А. Заде, переживает сейчас второе рождение, начиная с конца 1970-х г.г., методы теории нечетких множеств начинают применяться в экономике. Однако, в России совсем недавно появился интерес к исследованиям, которые построены на нечетких принципах. Подробно остановимся на проблемах описания реальной системы, которая представляет собой многоцелевую систему. Под любой реальной системой понимается некоторая совокупность объектов, находящихся в отношениях и связях между собой и взаимодействующих с окружающей средой. Каждая такая система имеет глобальную цель создания, причем каждый объект системы имеет собственную цель. Разрабатывая многоцелевую концепцию реальной системы, можно представить ее математическую модель как семейство частных математических моделей, каждая из которых моделирует определенную задачу. При такой постановке задачи можно менять глобальный критерий оптимизации, так как, при формировании программы функционирования системы на макроэкономическом уровне может быть выдвинут один критерий оптимальности, а при оптимизации проектирования системы на микроэкономическом уровне – другой.

Представим реальную систему как совокупность системообразующих множеств:

$A = A(W, M, R, P)$, где W – множество факторов внешней среды; M – множество элементов системы, объединенных в подсистемы и систему в целом; R – множество отношений, связывающих между собой элементы множества M , а также элементы множества M с элементами множества W ; P – множество свойств системы и его подсистем.

Для управляющей подсистемы задача оптимизации имеет вид:

$$\begin{aligned} &(X_1)_{\min} \leq X_1 \leq (X_1)_{\max}; \\ &G_{j1}(X_1, C_1) \leq A_{j1}(C_1); j1 \in J_1; \\ &\text{extr } Z_1(X_1, C_1); Z_1 \in Z; \end{aligned} \quad (1)$$

где C_1 – вектор элементов технического задания, входящий в системообразующее множество W_1 ; X_1 – вектор, описывающий характеристики компонентов управляющей подсистемы и принадлежащий множеству M_1 ; G_{j1} – оценка $j1$ -го качества подсистемы, построенная на отношениях из R_1 и принадлежащая системообразующему множеству P_1 ; A_{j1} – требования к $j1$ -му качеству подсистемы, J_1 – множество отношений между компонентами управляющей системы; Z_1 – критериальная оценка подсистемы из множества критериальных функций Z .

Для управляемой подсистемы задача оптимизации формулируется как:

$$\begin{aligned} &C_2 = f_C(X_1, G_{j1}, Z_1); \\ &(X_2)_{\min} \leq X_2 \leq (X_2)_{\max}; \\ &X_2 = f_X(X_1, G_{j1}, Z_1); \\ &(X_2)_{\min} = f_{X_{\min}}(X_1, G_{j1}, Z_1); \\ &(X_2)_{\max} = f_{X_{\max}}(X_1, G_{j1}, Z_1); \\ &G_{j2}(X_2, C_2) \leq A_{j2}(C_2); j2 \in J_2; \\ &J_2 = f_J(X_1, G_{j1}, Z_1); \\ &Z_2 = f_Z(X_1, G_{j1}, Z_1); \\ &\text{extr } Z_2(X_2, C_2); Z_2 \in Z; \end{aligned} \quad (2)$$

где $C_2, X_2, G_{j2}, A_{j2}, Z_2$ – имеют тот же смысл, что и для управляющей системы, однако, все они являются функциями элементов управляющей оптимизационной задачи. Определение поведения таких иерархических систем становится все более необходимым, так как особенность подобных систем заключается в том, что значительная часть информации, необходимой для их математического описания, существует в форме

представлений или пожеланий экспертов, что невозможно отразить с помощью традиционной математики, но что легко решается при использовании теории нечетких множеств.

Коротко остановимся на основных терминах, применяемых в теории нечетких множеств. Пусть X - заданное множество альтернатив. Тогда нечеткая цель будет определяться фиксированным нечетким подмножеством C множества X , которая характеризуется функцией принадлежности $\mu_C(x) \in [0;1]$. Причем 0 и 1 представляют собой соответственно самую низкую и самую высокую степень принадлежности элемента к определенному подмножеству. Подобным же образом, описывается нечеткое ограничение L в пространстве X , что дает возможность не делать различия между целями и ограничениями при формировании решения. Проблема принятия решения D в нечетких условиях интерпретируется тогда как комплексное влияние нечеткой цели C и нечеткого ограничения L на выбор альтернатив и характеризуется пересечением C с L . Функция принадлежности для множества решений задается соотношением $\mu_D(x) = \mu_C \wedge \mu_L$.

Постараемся с помощью теории нечетких множеств описать произвольный объект сложной системы, где все множество решений кластеризуется по облегченной схеме как "хорошие", "приемлемые", "плохие" и в качестве варьируемых переменных рассматриваются две переменные X_1 и X_2 . Пусть целью оптимизации данного объекта является минимизация критерия оптимизации.

$$\mu(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{если } \varphi(x_1, x_2) = \varphi_{\min} & \text{"Хорошие"} \\ \frac{\varphi_{\min}}{\varphi(x_1, x_2)} & \text{если } \frac{\varphi_{\min}}{\varphi(x_1, x_2)} \geq A & \text{"Приемлемые"} \\ 0 & \text{если } \frac{\varphi_{\min}}{\varphi(x_1, x_2)} < A & \text{"Плохие"} \end{cases} \quad (1)$$

Как мы видим из представленной системы, функция принадлежности $\mu(x_1, x_2)$ ставит в соответствии число из отрезка $[0;1]$, характеризующее степень его принадлежности к подмножеству эффективных и допустимых решений $\varphi(x_1, x_2)$, где X_1 и X_2 – оптимизируемые переменные. Таким образом, математическое описание зависимости может выглядеть так: «хорошие» решения $[\mu(X_1, X_2)=1]$ при минимальном значении функции оптимизации ($\varphi(x_1, x_2) = \varphi_{\min}$), «приемлемые» решения при разнице значения функции оптимизации от минимальной не более $A\%$, плохие «решения» при разнице значения функции оптимизации от минимальной более $A\%$, где A – константа, задаваемая проектантом и зависит от степени важности подсистемы и определяется путем экспертных оценок. Количество кластеров может быть любым.

Теперь рассмотрим пример реального технического объекта типа "Корпус". Целью оптимизации данного объекта является получение минимального веса конструкций. Варьируемые переменные – приведенные толщины днища и палубы, ограничения – соответствие требованиям Регистра. Функция принадлежности $\mu_{\text{корпуса}}(X_1, X_2) \in [0,1]$ ставит в соответствие каждой паре приведенных толщин днища X_1 и палубы X_2 число из интервала $[0,1]$, характеризующее степень его принадлежности к подмножеству D эффективных и допустимых решений $\varphi(x_1, x_2)$. Математическое описание зависимости без расширения количества критериев (только приведенные толщины днища и палубы X выглядит так:

$$\mu_{\text{корпуса}}(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{если } \varphi(x_1, x_2) = \varphi_{\min} & \text{"Хорошие"} \\ \frac{\varphi_{\min}}{\varphi(x_1, x_2)} & \text{если } \frac{\varphi_{\min}}{\varphi(x_1, x_2)} \geq A & \text{"Приемлемые"} \\ 0 & \text{если } \frac{\varphi_{\min}}{\varphi(x_1, x_2)} < A & \text{"Плохие"} \end{cases} \quad (2)$$

Следующий объект относится к экономической системе. Одна из самых сложных задач в сфере экономики, производства и управления - анализ и оценка инвестиционных проектов, так как при решении вопроса об инвестициях приходится иметь дело с множеством заведомо противоречивых критериев, которые часто не формализованы. Введем понятие NPV (чистый дисконтированный доход) – один из самых распространенных показателей эффективности инвестиционного проекта, который представляет собой разность между дисконтированными по времени поступлениями от проекта и инвестиционными затратами на него:

$$NPV = \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_i}{(1+r_i)^i} + \frac{C}{(1+r_{N+1})^{N+1}} - I, \text{ где } I - \text{стартовый объем инвестиций, } N - \text{число плановых}$$

интервалов инвестиционного процесса, соответствующих сроку жизни проекта, ΔV_i - оборотное сальдо поступлений и платежей в i -м периоде, r_i - ставка дисконтирования, выбранная для i -го периода с учетом оценок ожидаемой стоимости используемого в проекте капитала (например, ожидаемая ставка по долгосрочным кредитам), C - ликвидационная стоимость чистых активов, сложившаяся в ходе инвестиционного процесса (в том числе остаточная стоимость основных средств на балансе предприятия). Данный показатель необходим для многовариантной оценки степени риска инвестиционного проекта.

$$\mu(NPV_{\min}, NPV_{\max}) = \begin{cases} 1 & \text{если } G > NPV_{\max} \\ \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}} & \text{если } NPV_{\min} \leq G \leq NPV_{\max} \\ 0 & \text{если } G < NPV_{\min} \end{cases} \quad (3)$$

где G - предустановленный плановый уровень NPV, ниже которого проект становится неэффективным.

Как и в случае объекта технической системы, мы видим, что функция принадлежности сведена к простейшему упрощенному треугольному виду. При этом степень градации, как для объекта технической системы, так и для объекта экономической системы можно расширить.

В заключении отметим, что оперируя языком нечетких множеств, мы можем описать любую реальную систему. Такой подход дает приближенные, но в тоже время эффективные способы описания поведения систем, настолько сложных и плохо определенных, что они не поддаются точному математическому описанию.

Список литературы

1. Алтуний А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. // Тюмень, Тюменский государственный университет, 2000, 352 с.
2. Артюшина Т.Г. Применение теории нечетких множеств для отображения общности принципов, используемых при описании структуры объектов реальной системы, на примере объектов технической и экономической систем. // Москва, Научное издание, №2, 2016, т.17, с.66-70.
3. Артюшина Т.Г. Описание и оптимизация элемента многоуровневой системы "Судно" на основе теории нечетких множеств. СПб.: Морской Вестник. 2010. №4(36). С 99-101.

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.

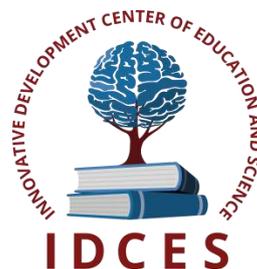
III Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**»,
г.Воронеж

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 (раздел «Технические науки»).

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



Проблемы и достижения в науке и технике

Выпуск III

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

**г. Омск
2016 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.05.2016.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 20,4.
Тираж 250 экз. Заказ № 57.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58