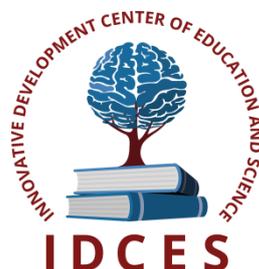


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК В
РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ**

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(10 февраля 2015г.)**

**г. Новосибирск
2015 г.**

Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом/Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. Новосибирск, 2015. 162 с.

Редакционная коллегия:

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

В сборнике научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом» (г.Новосибирск) представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

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

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

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	7
ЗНАЧИМЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИНЖИНИРИНГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	
Пикалов Д.Г.	7

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	9
АНАЛИЗ УГРОЗ НАРУШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОМПЬЮТЕРНЫМ АТАКАМ	
Варлатая С.К., Кирьяненко А.В.	9
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ	
Поляков С.Д., Быстрикова В.А.	13
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО МЕТОДА	
Свиридов В.П.	16
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЁННОГО ИМТИАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ	
Удалов А.В.	19
УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА	
Ажмухамедов И.М., Князева О.М.	23
ЯЗЫК TSM ОПИСАНИЯ СИМВОЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ ИНФОРМАТИКИ СИНФ: ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	
Куров Б.Н.	26

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00).....	28
--	-----------

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	28
БАЗИРОВАНИЕ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦАПФ	
Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А.	28
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ЭКСКАВАТОРА С ПРИМИНЕНИЕМ НАПЛАВКИ	
Санина Т.М., Липчанская Ю.Г., Сеницын Д.В.	31
ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БОРШТАНГИ С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ ПРИ РАСТАЧИВАНИИ ОТВЕРСТИЙ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ С АЭРОСТАТИЧЕСКИМИ ОПОРАМИ	
Лутьянов А.В.	33
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ РЕМОНТИРУЕМОЙ ЦАПФЫ	
Бондаренко Ю.А., Федоренко М.А.	35
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКЕ С ГИДРОУПОРАМИ	
Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М.	38
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦАПФЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКЕ С ГИДРОУПОРАМИ	
Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Погонин А.А., Ковалёв Е.А.	41
РАЗРАБОТКА ВОЗДУШНОГО ПЛАЗМАТРОНА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ	
Бондаренко Ю.А., Федоренко М.А., Липчанская Ю.Г.	43
СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН	
Иванова П.В., Иванов С.Л., Кувшинкин С.Ю., Шибанов Д.А.	46
СПОСОБЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОМБАЙНОВ УРАЛ-20Р	
Асонов С.А., Иванов С.Л., Шишляников Д.И.	48
ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ОБОРУДОВАНИЯ	
Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А.	51

СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	53
ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ФАЗОВОГО ПОВЕДЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ СМЕСЯХ	
Фаталиев В.М.	53
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОГО ФИЛЬТРА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ЧАСТОТНЫМ КРАНОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ	
Авербух М.А., Коржов Д.Н., Лимаров Д.С.	58
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	61
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	62
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ САННИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, НАМСКОГО УЛУСА	
Сутакова Э.М., Григорьева Ю.А.	62
КЛАСТЕРИЗАЦИЯ, КАК ОСНОВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЕТЕРОФАЗНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ	
Аникин А.И., Жереб В.П., Аникина В.И., Бундин М.П., Беляев С.В.	65
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗОБЖИГОВЫХ ОКАТЫШЕЙ ИЗ МЕЛОЧИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД	
Толымбекова Л.Б., Жунусов А.К., Толымбеков А.М.	68
СЕКЦИЯ №8.	
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)	71
РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ТИПОВ ИТС: АКТУАЛЬНОСТЬ ДЛЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА	
Карпушкин В.Г.	71
СЕКЦИЯ №9.	
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	74
ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ КОНФЛИКТОВ В ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ	
Искендеров Н.И.	74
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА АВИАЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ДЕФЕКТАМИ В ВИДЕ РАССЛОЕНИЙ	
Кокуров А.М.	75
СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	78
АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА ПРОЕКТНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ СТАЛЬНОЙ СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ	
Ульшин А.Н.	78
ВЛИЯНИЕ ГЛИНИСТЫХ ПРИМЕСЕЙ ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ЗОЛОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА	
Карнеев Д.Н.	81
НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА	
Винокуров И.В.	83
НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАВИГАЦИИ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА	
Винокуров И.В.	85
О ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД	
Раткин В.В., Шеин А.А., Кокодеев А.В.	87
ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ «МАССОВОГО ТЕАТРА» В Г. ИВАНОВО	
Карпова М.А.	89
РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА БАРНАУЛА	
Харламов И.В., Перфильев В.В., Плотникова О.В., Сивоконь А.А.	92
ТИПЫ ЖИЛЫХ ДОМОВ В СТРУКТУРЕ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ	
Сидорова Е.И.	96
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АРХИТЕКТУРЕ	
Лезина Е.Г.	100

СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	102
ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОКРЕКИНГА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ПРИБАЛТИЙСКОГО БАССЕЙНА	
Назаренко М.Ю., Кондрашева Н.К., Салтыкова С.Н.	102
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	105
МОРСКИЕ ОБЪЕКТЫ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КАК ПРОДУЦЕНТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ	
ИНГРЕДИЕНТОВ	
Харчук В.А., Супрунова И.А.	105
ОБОСНОВАНИЕ ИНГРЕДИЕНТНОГО СОСТАВА ПЕЧЕНОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОЙ КУЛИНАРНОЙ	
ПРОДУКЦИИ	
Козлова Е.И.	107
ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С	
ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭУБИОТИКОВ	
Милентьева И.С., Просеков А.Ю., Зимина М.И., Шишин М.В.	111
РАЗРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННОЙ ЖИРОВОЙ СМЕСИ – ЗАМЕНИТЕЛЯ МАСЛА КАКАО	
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	
Шахов С.В., Глотова И.А., Куцова А.Е., Мелихов В.А.	114
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	116
ПЛАСТИЧЕСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ЦЕЛЬНОВАЛЕННОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ ДИАГОНАЛЬНОЙ	
РАСКЛАДКЕ ВОЛОКОН ШЕРСТИ	
Диева О.Н.	116
СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	119
ВЫБОР ЧАСТОТ СИГНАЛОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ОТСУТСТВИЕ ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ	
В СИСТЕМЕ С МДЧР	
Сизякова А.Ю., Лыу Хай Нам	119
МИКРОМОЩНЫЕ ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ	
ВЕЛИЧИН ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	
Жоао А.Ж.	126
НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРА КАЛМАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОГО	
ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА	
Елисеев А.В., Овсянников С.Н., Музыченко Н.Ю.	129
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ	
СТРУКТУРЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ	
Елисеев А.В., Пшеничный С.А., Крылов А.А., Остапенко А.В.	135
ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ	
ТОЛСТЫХ ПЛЁНОК	
Подвигалкин В.Я.	139
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	
Фирстов В.Г.	142
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)	144
СИНТЕЗ НЕСТАЦИОНАРНОГО МАТРИЧНОГО ОПЕРАТОРА КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В	
ЗВУКОВОМ КАНАЛЕ ЦИФРОВОЙ КИНОВИДЕОАППАРАТУРЫ	
Башарин С.А.	144
СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ,	
ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	146
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	146

СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	146
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	147
ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСИИ КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК	
Бесперстова Г.С., Углова Е.С., Буракова Е.А., Осипов А.А.	147
СИНТЕЗ И ИСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА	
ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА, ДОПИРОВАННЫХ ВАНАДИЕМ	
Симонова Н.С., Шубин А.А., Аникина В.И., Астафьева Е.А., Дикарев В.В.	150
ФОТОЛИТОГРАФИЯ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА	
Ибрагимова А.И., Гайнуллина Н.Р.	155
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	157
К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СРЕДСТВАМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ	
ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРСКИХ КАДРОВ	
Кириленко Д.А., Кириленко А.М.	157
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	159
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2015 ГОД	160

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

**ЗНАЧИМЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА
ИНЖИНИРИНГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Пикалов Д.Г.

МГОСГИ, г.Коломна

Машиностроение в наши дни подразумевает наличие огромного количества чертежей. Чертежи и прилагаемая к ним соответствующая документация являются носителем информации о различных изделиях и их свойствах. Чертеж отображает геометрию детали и ее свойства, будь то тело вращения или листовая металл, а также указывает состояние поверхности детали (шероховатость), предельные отклонения размеров формы деталей и т.д. Другими словами, чертеж представляет собой средство связи разрабатываемого будущего механизма и взаимосвязями составляющих его элементов с квалифицированным работником, обратившимся к этому документу. Отсюда следует вывод, что чертеж должен содержать достаточно полную информацию для его понимания, но и в туже очередь не должен быть перегруженным ею.

Необходимо, чтобы при ознакомлении с конструкторской документацией у работника складывалось полное представление об образах деталей, сборочных единицах и всем проекте в целом. Кроме того, взаимосвязь деталей в узле также должна быть представлена без наличия двойственности (дуализма) понимания общей концептуальной идеи.

В настоящее время при проектировании широко используются САД-системы, однако они не решают проблемы грамотного оформления чертежа. Компьютерное моделирование в машиностроении – очень не простой процесс, требующий от конструктора достаточного уровня знаний в области материаловедения, технологии машиностроения, начертательной геометрии и т.д. Помимо этого он должен хорошо знать методику автоматизированного проектирования и возможности используемой графической системы [4].

САД-системы предназначены для создания 3D-моделей деталей, сборочных единиц, спецификаций и чертежей. Эскизный проект (прорисовка) занимает примерно четвертую часть от всего объема затрачиваемого времени [3, с.20]. В итоге первоначальное проектирование может быть подвержено всевозможным доработкам или вовсе отказу от предварительно разработанной концепции. Когда проект утвержден, на исправление модели всего изделия уходит примерно еще одна четвертая часть общего времени. Оставшееся время в основном тратится на правильное и грамотное оформление соответствующих документов. Примерные временные составляющие конструкторского рабочего проекта представлены на диаграмме 1.

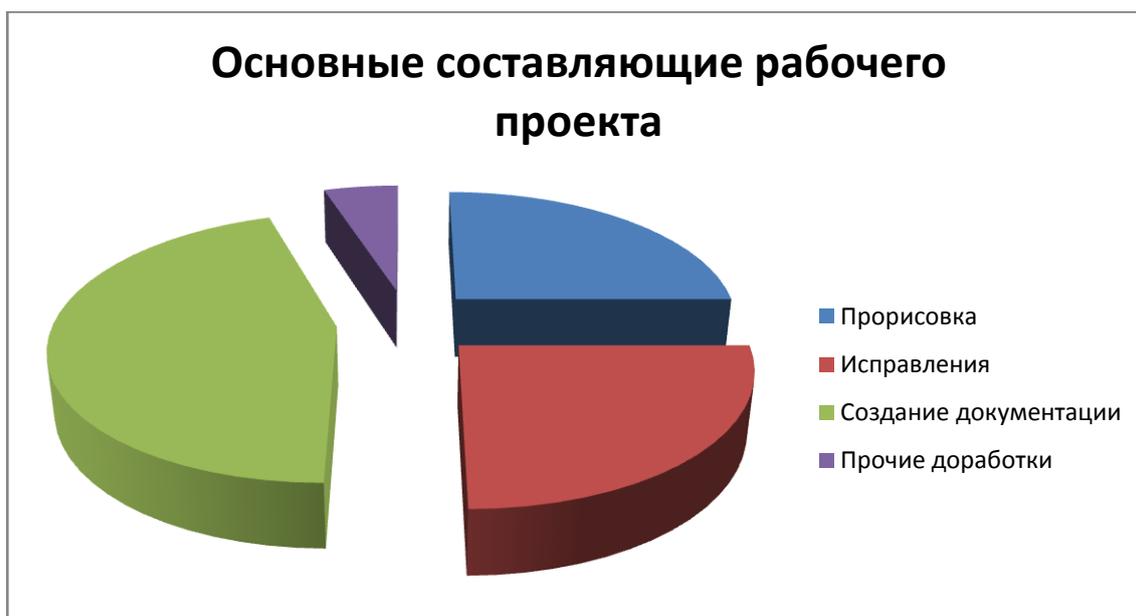


Диаграмма 1. Распределение объема времени, в процентах

Проектные операции двух- и трехмерного моделирования формы деталей в современных CAD-системах автоматизированы достаточно полно. Однако на производстве требуется чертеж, на котором правильно и полно приведена вся необходимая информация. Задача же построения чертежей автоматизирована явно недостаточно, а в общем виде – вообще не автоматизирована. Имеют место только отдельные разработки, ориентированные на узкие предметные области [1].

Базисным элементом создания чертежа является готовая 3D-модель, «вставленная» в поле чертежа в определенном проекционном виде – главном виде, т.е. виде, который отображает максимальное количество информации о будущей детали. Этот вид определяется исходя из геометрии детали и способе ее обработки. Например, тела вращения, получаемые на токарных станках, располагают горизонтально, чтобы ось детали совпадала с осью трехкулачкового патрона, в который зажимается заготовка. Различные призмы, предполагающие фрезерную обработку, требуют расположения главного вида, совпадающим с видом сверху или видом сбоку и т.д. [2, с.30].

Наличие дополнительных конфигураций в детали, таких как демонтажные отверстия, внутренние уплотнительные канавки, насечки, выточки и другие элементы, подразумевает вынесение на чертеж вспомогательных проекций. Основными из них являются:

- местный вид – выноска части контура в увеличенном масштабе;
- разрез – отображение ключевых форм, попавших в секущую плоскость;
- «вырыв» детали – разрез на одном из проекционных видов для предотвращения создания полноценного разреза;
- вспомогательный вид – дополнительный вид, отличающийся от трех стандартных видов.

Все эти дополнительные виды и другие необходимые атрибуты чертежа (шероховатость поверхности, отклонение формы поверхности, посадки и т.д.) показаны на примере детали «Ось» (Рисунок 1). На нем изображено:

- А - местный вид;
- В - вспомогательный вид;
- Г-Г – разрез и вырыв детали между двумя местными видами.

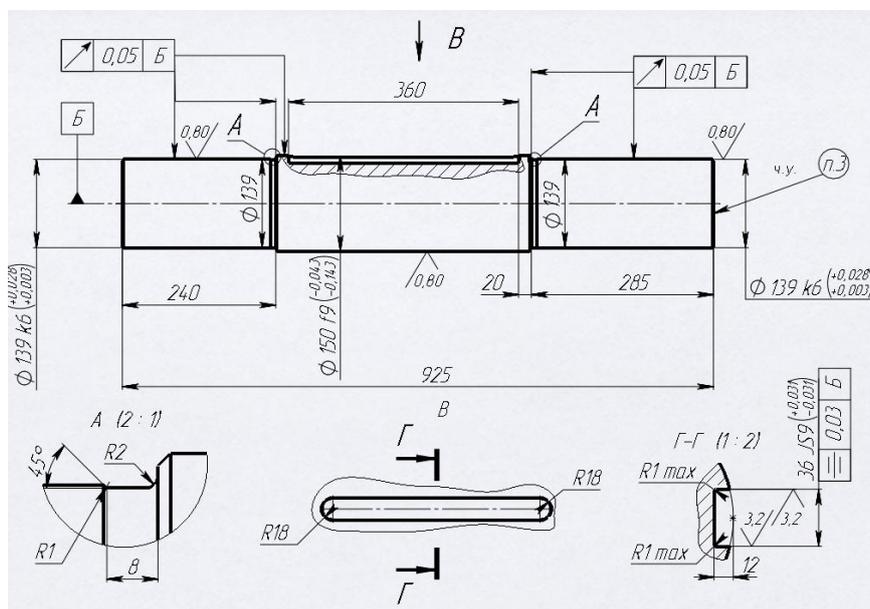


Рис.1. Фрагмент чертежа детали «Ось».

После вставки основных и вспомогательных видов конструктору необходимо проставить все необходимые размеры, соблюдая размерные цепи и исключая дублирования размеров, а также расставить технологические базы и отклонения форм, если того требует обработка, назначить допуски и посадки размеров сопрягаемых деталей в системе валов и отверстий. Простановка обработки поверхностей – также неотъемлемый атрибут оформления чертежа, поскольку в зависимости от назначенной шероховатости каждой поверхности в дальнейшем определяется тип механической обработки того или иного измерения детали.

В нестандартных случаях, или в случаях, когда деталь сложная, в технических требованиях указывают дополнительную информацию о конкретном формоизменении детали. Простым примером может являться шпилька больших габаритов или изготовленная из дорогого материала, на противоположных концах которой нарезана правая и левая резьба. Простая пометка в одном из пунктов технических требований детали (3.Горец шпильки с проточкой – левая резьба М48-ЛН) предотвратит нежелательный брак при изготовлении.

Создание и представление геометрической формы деталей с достаточным объемом данных с помощью современных графических решений является залогом правильного восприятия информации пользователем, изучающим чертеж. Тонко подмеченные, корректно учтенные и правильно отображенные аспекты конструкции детали являются гарантией качественного производства, а, следовательно, увеличения производительности труда и эффективности предприятия в целом. Безусловно, широкие возможности современной компьютерной техники и программного обеспечения позволяет решать многогранные задачи на любом этапе их проектирования изделий. Тем не менее, грамотное оформление чертежей остается задачей творческой, недостаточно автоматизированной и занимающей немалое количество времени. Таким образом, представляются актуальными исследования, направленные на повышение уровня автоматизации формирования конструкторской документации.

Список литературы

1. Бунаков П.Ю. БАЗИС: автоматическое получение 2D-документов по 3D-модели // САПР и графика. – 2009. – № 1(147) –с. 12-15.
2. Вяткин Г.П., Андреева А.Н, Болтухин А.К. Машиностроительное черчение -М.: Машиностроение, 1985.-368с., ил.
3. Кунву Ли. Основы САПР CAD/CAM/CAE-СПб.: Питер, 2004. — 560 с.
4. Электронный ресурс:
https://www.gstu.by/sites/default/files/files/science/malahovskaya_zavistovskiy_hobotova-tezisy.pdf

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

АНАЛИЗ УГРОЗ НАРУШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОМПЬЮТЕРНЫМ АТАКАМ

Варлатая С.К., Кирьяненко А.В.

Дальневосточный федеральный университет, г.Владивосток

В статье анализируются угрозы нарушения информационной безопасности информационных систем и существующие модели и методы противодействия компьютерным атакам. В статье так же рассматриваются проблемы обеспечения информационной безопасности.

Ключевые слова: информационная система, информационная безопасность, модели, методы, информационные угрозы

На сегодняшний день проблемам информационной безопасности (ИБ) как в масштабах государства, так и в масштабах отдельного предприятия уделяется достаточное внимание, несмотря на это, количество потенциальных угроз не становится меньше.

Разнообразие угроз нарушения ИБ столь велико, что предусмотреть каждую достаточно трудно, но при этом задача выполнима.

С целью обеспечения заданного уровня защиты информации, необходимо, во-первых, выявить основные угрозы нарушения ИБ для конкретного объекта информатизации, во-вторых спроектировать адекватную модель противодействия им и в дальнейшем её реализовывать.

Под информационной угрозой обычно понимают потенциально существующую опасность преднамеренного или непреднамеренного (случайного) нарушения порядка хранения и обработки информации.

Процессы сбора, хранения, обработки и распространения информации, происходящие в информационной системе (ИС) обуславливают появление информационных угроз.

Угрозы ИБ можно классифицировать по нескольким основным критериям [1, 6]:

- по природе возникновения (естественные, искусственные);
- по аспекту ИБ (доступность, конфиденциальность, целостность);
- по степени воздействия на ИС (пассивные, активные);
- по компонентам ИС, на которые направлены угрозы (инфраструктура, каналы связи, аппаратное обеспечение, программное обеспечение);
- по расположению источника угроз (внутренний, внешний);
- по способу осуществления (случайные, преднамеренные).

На современном этапе развития средств защиты информации известны возможные угрозы ИБ предприятия независимо от формы собственности. К ним прежде всего относятся:

- преднамеренные действия сотрудников;
- случайные действия сотрудников;
- атаки хакеров с целью получения конфиденциальной информации или причинения вреда деятельности предприятия.

По мнению экспертов в области информационной безопасности более 90 % от всех преступлений в сфере информационных технологий совершают сотрудники организаций (внутренние пользователи).

На практике более часто информационные угрозы классифицируют исходя из их воздействия на основные свойства информации. Рассматривая данную проблему, в качестве основных свойств информации можно выделить [3, 7]:

- Целостность информации – свойство информации сохранять актуальность и непротиворечивость в процессе ее сбора, накопления, хранения, поиска и распространения; устойчивость информации к разрушению и несанкционированному изменению.

- Доступность информации – способность сохранять свою ценность в зависимости от оперативности ее использования и возможность быть предоставленной авторизированному пользователю в определенный период времени.

- Конфиденциальность информации – это свойство информации быть известной только допущенным и прошедшим проверку (авторизацию) субъектам предприятия (руководству, ответственным сотрудникам, пользователям информационной сети предприятия и т.п.) и терять свою ценность при раскрытии не авторизированному пользователю.

В дополнение вышеперечисленных свойств информации так же необходимо добавит значимость и уязвимость информации.

Значимость информации – это интегрированный показатель оценки качества информации, используемой в управлении конкретным видом деятельности, ее обобщающая характеристика, отражающая важность для принятия управленческих решений, практическую значимость для достижения конкретных результатов или реализации конкретных функций

Уязвимость информации – возможность подвергнуться потенциальной утечке, физическому разрушению и несанкционированному использованию в рамках информационных процессов.

Из вышесказанного следует, что все более актуальной становится проблема обеспечения безопасности ИС. Очевидно, что ее решение должно осуществляться системно, на основе всестороннего исследования технологий обеспечения безопасности информационной сферы, моделей и методов противодействия компьютерным атакам.

На основе анализа литературы по системам обнаружения и анализа компьютерных атак, приведенные методы как правило не имеют достаточного математического описания. В основном они формализованы в виде способов и функций средств обнаружения компьютерных атак, используемых в инструментальных средствах средств предупреждения и обнаружения компьютерных атак [2, 4]. Проблемные вопросы противодействия компьютерным атакам в современной литературе самостоятельного отражения не нашли, поэтому анализ рассматриваемых методов осуществлен для известных методов обнаружения и анализа атак. Методы обнаружения и анализа несанкционированных воздействий на ресурс информационной системы можно разделить на:

- методы анализа сигнатур,
- методы обнаружения аномальных отклонений.

Методы анализа сигнатур предназначены для обнаружения известных атак и основаны на контроле программ и данных в ИС и эталонной сверке последовательности символов и событий в сети с базой данных

сигнатур атак. Исходными данными для применения методов служат сведения из системных журналов общего и специального программного обеспечения, баз данных и ключевые слова сетевого трафика ИС. Достоинством данных методов является незначительные требования к вычислительным ресурсам ИС, сохранение высокой оперативности выполнения технологического цикла управления (ТЦУ) в ИС и достоверности обнаружения и анализа атак. Недостатком методов анализа сигнатур является невозможность обнаружения новых (модифицированных) атак без строгой формализации ключевых слов сетевого трафика и обновления базы данных сигнатур атак.

Методы обнаружения аномальных отклонений предназначены для обнаружения неизвестных атак. Принцип их действия состоит в том, что выявляется аномальное поведение ИС отличное от типичного и на основании этого факта принимается решение о возможном наличии атаки. Обнаружение аномальных отклонений в сети осуществляется по признакам компьютерных атак, таким как редкие типы стеков протоколов (интерфейсов) для запроса информации, длинные пакеты данных, пакеты с редкими распределениями символов, нестандартная форма запроса к массиву данных.

Для применения методов обнаружения аномальных отклонений и уменьшения числа ложных срабатываний необходимы четкие знания о регламентах обработки данных и требованиях к обеспечению безопасности информации (установленном порядке администрирования), обновлениях контролируемых программ, сведения о технологических шаблонах выполнения ТЦУ в ИС. Способы применения методов обнаружения аномальных отклонений различаются используемыми математическими моделями [5]:

- Статистическими моделями:
 - вероятностными моделями;
 - моделями кластерного анализа.
- Моделями конечных автоматов.
- Марковскими моделями.
- Моделями на основе нейронных сетей.
- Моделями на основе генной инженерии.

В методе обнаружения аномальных отклонений, в котором используются статистические модели, выявление аномальной активности осуществляется посредством сравнения текущей активности сетевого трафика ИС с заданными требованиями к технологическому шаблону (профилю нормального поведения) выполнения ТЦУ ИС.

В качестве основного показателя в вероятностных моделях обнаружения компьютерных атак используется:

- вероятность появления новой формы пакета передачи данных отличной от эталонной;
- математическое ожидание и дисперсия случайных величин, характеризующих изменение IP-адресов источника и потребителя информации, номеров портов АРМ источников и потребителей информации.

Статистические методы дают хорошие результаты на малом подмножестве компьютерных атак из всего множества возможных атак. Недостаток статистических моделей обнаружения аномальных отклонений состоит в том, что они не позволяют оценить объем передаваемых данных и не способны обнаружить вторжения атак с искаженными данными. Узким местом методов является возможность переполнения буфера пороговых проверок «спамом» ложных сообщений.

Для эффективного использования статистических моделей в методе обнаружения аномальных отклонений необходимы строго заданные решающие правила и проверка ключевых слов (порогов срабатывания) на различных уровнях протоколов передачи данных. В противном случае доля ложных срабатываний, по некоторым оценкам, составляет около 40 % от общего числа обнаруженных атак.

В основе моделей кластерного анализа лежит построение профиля нормальных активностей (например, кластера нормального трафика) и оценка отклонений от этого профиля посредством выбранных критериев, признаков (классификатора главных компонент) компьютерных атак и вычисления расстояний между кластерами на множестве признаков атак. В моделях кластерного анализа используется двухэтапный алгоритм обнаружения компьютерных атак. На первом этапе осуществляется сбор информации для формирования множества данных кластеров аномального поведения ИС на низших уровнях протоколов передачи данных. На втором этапе выполняется сравнительный анализ полученных кластеров аномального поведения ИС с кластерами описания штатного поведения системы. Вероятность распознавания атак моделями кластерного анализа составляет в среднем 0,9 при обнаружении вторжений только по заголовкам пакетов передачи данных без семантического анализа информационной составляющей пакетов. Для получения достоверных данных с использованием моделей кластерного анализа необходим анализ порядка идентификации и аутентификации,

регистрации абонентов, системных прерываний, доступа к вычислительным ресурсам в нескольких системных журналах ИС: аудита, регистрации, ресурсов, что приводит к задержке времени на принятие решений. Такая задержка часто делает невозможным применение моделей кластерного анализа в системах квазиреального масштаба времени.

Обнаружение атак с использованием модели конечных автоматов основано на моделировании конечными автоматами процессов информационного взаимодействия абонентов ИС по протоколам передачи данных. Конечный автомат описывается множествами входных данных, выходных данных и внутренних состояний. Атаки фиксируются по «аномальным» переходам ИС из состояния в состояние. Предполагается, что в ИС «штатные» переходы системы из состояния в состояние определены, а неизвестные состояния и переходы в эти состояния регистрируются как аномальные. Достоинством этой модели является упрощенный подбор классификационных признаков для ИС и рассмотрение малого числа переходов из состояния в состояние. Модель позволяет обнаруживать атаки в потоке обработки данных сетевыми протоколами в режиме близком к реальному масштабу времени. К недостаткам модели следует отнести необходимость разработки большого числа сложных экспертных правил для сравнительного анализа требуемых и аномальных состояний и переходов системы. Экспертные правила оценки состояний ИС взаимосвязаны с характеристиками сетевых протоколов передачи данных.

Методы обнаружения аномальных отклонений на основе марковских моделей основаны на формировании марковской цепи нормально функционирующей системы и функции распределения вероятностей перехода из одного состояния в другое. Эти сведения используются как обучающие данные. Обнаружение аномалий осуществляется посредством сравнения марковских цепей и соответствующих функций распределения вероятностей аномального и нормального функционирования ИС по значениям порога вероятностей наступления событий. На практике эта модель наиболее эффективна для обнаружения компьютерных атак, основанных на системных вызовах операционной системы, и требует дополнительных метрик условной энтропии для использования в системах квазиреального масштаба времени.

Методы обнаружения компьютерных атак на основе нейронных сетей применяют для предварительной классификации аномалий в ИС. Они базируются на идентификации нормального поведения системы по функции распределения получения пакетов данных (выполнения заданных команд оператора), обучении нейронной сети и сравнительного анализа событий по обучающей выборке.

Аномальное отклонение в ИС обнаруживается тогда, когда степень доверия нейросети своему решению лежит ниже заданного порога. Предполагается, что применению модели нейронных сетей для реализации механизмов защиты информации ИС от компьютерных атак предшествует обучение этих сетей заданным алгоритмам нормального функционирования. Недостатками методов обнаружения компьютерных атак с использованием нейронной сети являются сложный математический аппарат, который недостаточно эффективно работает в системах квазиреального масштаба времени, и сложность обучения сети для выявления неизвестных атак.

Модели обнаружения компьютерных атак на основе генной инженерии опираются на применение в сфере информационных технологий достижений генетики и моделей иммунной системы человека. Подход этой модели базируется на моделировании элементов иммунной системы человека в средствах обнаружения аномалий путем представления данных о технологических процессах в ИС цепочкой (вектором) признаков, и затем вычисления меры сходства между обучающей цепочкой признаков, характеризующих нормальное «поведение» ИС и тестовой цепочкой, характеризующей аномальное функционирование. Если согласование между данными обучающей и тестовой цепочек не найдено, то процесс интерпретируется как аномальный. Одна из основных трудностей применения этой модели состоит в выборе порога согласования данных, формирования необходимого объема данных обучающей и тестовой выборки и чувствительности к ложным срабатываниям.

Модель на основе генной инженерии (природной иммунной системы), применяется для обнаружения аномальных соединений по протоколу TCP/IP по данным об IP-адресах: источника информации, потребителя информации и коммуникационных средств, с помощью которой соединяются абоненты в сети. Недостаток этих моделей заключается в том, что требуется сложная процедура настройки обучающей и тестовой выборок или данных о поведении индивидуума в ИС с привлечением высококвалифицированного оператора.

Таким образом, достоинством методов обнаружения аномальных отклонений является возможность анализа динамических процессов функционирования ИС и выявления в них новых типов компьютерных атак. Методы дают возможность априорного распознавания аномалий путем систематического сканирования уязвимых мест.

К недостаткам этих методов можно отнести необходимость увеличения нагрузки на трафик в сети, сложность реализации и более низкая достоверность обнаружения компьютерных атак в сравнении с

сигнатурным анализом.

Ограничением методов обнаружения и анализа компьютерных атак является необходимость детальной информации о применении протоколов (стеков протоколов) передачи данных в ИС на всех уровнях эталонной модели взаимодействия открытых систем.

Сравнительный анализ существующих методов обнаружения компьютерных атак по анализу сигнатур и аномальных отклонений в ИС показал, что наиболее универсальным подходом к выявлению известных и неизвестных атак является метод обнаружения аномалий. Для повышения устойчивости функционирования ИС необходим комбинированный метод противодействия компьютерным атакам, который гибко использует элементы сигнатурного анализа, выявления аномалий и функционального анализа динамически выполняемых функций ИС.

Список литературы

1. Бетелин В.Б., Галатенко В.А. Основы информационной безопасности: курс лекций: учебное пособие. Издание третье, 2006 г., 208 с.
2. Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Дзюбко С.И., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления безопасностью. Серия «Безопасность». - СИНТЕГ, 2001 г., 160 с.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27033-3 — 2014 Информационная технология Методы и средства обеспечения безопасности. Безопасность сетей. Часть 3 Эталонные сетевые сценарии. Угрозы, методы проектирования и вопросы управления.
4. Девянин П.Н. Модели безопасности компьютерных систем. Издательский центр «Академия», 2005 г., 144 с.
5. Климов С.М., Сычев М.П., Астрахов А.В. Противодействие компьютерным атакам. Методические основы. Электронное учебное издание. - М.:МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2013 г., 108 с.
6. Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. ДМК Пресс, 2012 г., 591 с.
7. http://sagmu.ru/nauka/images/stories/vestnik/full_text/2013_2/balanovskaya_7-17 - "Анализ угроз информационной безопасности деятельности промышленных предприятий", Балановская А.В., 2013 г.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Поляков С.Д., Быстрикова В.А.

ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», г.Москва

Конкурентоспособность продукции на международном и российском рынке обеспечивается комплексом мероприятий по повышению уверенности заказчиков и потенциальных потребителей в ее безопасности и приемлемом уровне качества. Обеспечение качества можно рассматривать как взаимосвязанный процесс разработки требований, контроля и действий по поддержанию уровня соответствия продукции установленным требованиям.

Соблюдение гарантий качества информационно-программных средств имеет ряд особенностей. Эти особенности обусловлены их сложностью и наукоемкостью, спецификой разработки и эксплуатации, свойствами и характеристиками качества, методами оценки соответствия требованиям.

Информационно-программные средства – это достаточно широкий спектр номенклатуры продукции, имеющей в своей основе информационное наполнение и программную составляющую, которые позволяют выполнять определенные функции или комплекс функций по реализации и сопровождению прикладных специфических процессов в различных сферах экономики (техносфера, банковский сектор, энергетика, медицина, образование и др.). К информационно-программным средствам могут быть отнесены: корпоративные информационные и управляющие среды и системы; базы данных; сетевые информационные ресурсы (Web-сайты и информационные порталы, средства электронной коммерции, системы электронного взаимодействия; электронные библиотечные системы и др.); встроенные программные средства систем, в том числе реального времени, и другая программная продукция.

О качестве информационно-программных средств необходимо задумываться на самых ранних стадиях их жизненного цикла, начиная с анализа и разработки требований, создания детального проекта. Необходимо осуществлять контроль и корректирующие действия на последующих стадиях их жизненного цикла, в том числе, при кодировании и тестировании, интеграции, квалификационных испытаниях, поставке заказчику или

коммерческой реализации, в процессе функционирования. Качество информационно-программных средств существенным образом зависит уровня и полноты разработанных требований.

Требования к программной реализации информационно-программных средств необходимо разрабатывать на основе различных нормативно-технических документов, международных и национальных стандартов, стандартов организаций, сводов правил, документов содержащих требования к программной продукции (например, технических заданий при заключении договоров разработчика и заказчика программного продукта, документов систем сертификации и др.). На основе этих документов может быть сформирован стандартизованный профиль требований к создаваемому программному продукту. Потребности заказчика или потенциальных пользователей, характеристики аналогов определяют специфические требования к программному продукту. Предварительная оценка соответствия требований потребителей, а также их перевод в конкретные технические характеристики программной продукции может быть обеспечен технологией развертывания функций качества (Quality Function Deployment, QFD) [3].

В отличие от общих требований, требования к качеству программного продукта можно определить как взаимосвязанный набор требований, позволяющий определить его качество или его уровень качества в соответствии со стандартизованными моделями качества (ISO/IEC 25010:2011; ISO/IEC 9126-2,3,4-2003-2004).

Требования предложено разрабатывать в терминах характеристик качества (в рамках структур моделей требований к качеству система/программный продукт [6]), что позволяет обеспечить исчерпывающую классификацию и распределение требований в рамках соответствующих характеристик моделей качества. Применение этого условия позволит существенно снизить фактор недостаточности или избыточности требований, предъявляемых к программному продукту, а также обеспечить их локализацию относительно требований к характеристикам качества, что необходимо для последующей промежуточной и окончательной оценки соответствия этим требованиям на этапах верификации, валидации и функционирования в жизненном цикле программной продукции.

Разработка нормативно-технических требований к информационно-программным средствам является необходимой, но достаточно сложной и трудоемкой задачей. В Российской Федерации такие требования разрабатываются в рамках деятельности технических комитетов по стандартизации. Например, в системе образования такая работа ведется Техническим комитетом по стандартизации № 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании (ИКТО)» [4].

Информационно-программные средства, кроме программной составляющей, содержат информационные ресурсы, поэтому при их разработке необходимо учитывать требования не только к программной реализации, но и к их информационному содержанию (контенту). К таким требованиям, например, может быть отнесено: соответствие предметного содержания конкретной области знаний, а также законодательству и стандартам; выполнение организационных и методических особенностей формирования информационного наполнения информационно-программных средств и др. Например, для электронных ресурсов в сфере образования необходимо применение психолого-педагогической стратегии и дидактических приемов [8].

На основе разработанного профиля требований, для последующего количественного оценивания программной реализации информационно-программных средств следует разрабатывать специальные формализованные модели требований и оценки [6], основанные на стандартизованной модели качества (ISO/IEC 25010:2011). Например, модели требований к безопасности и качеству, внутреннему, внешнему качеству, качеству в использовании, модели, построенные по принципу от атрибутов качества или от элементов программного продукта. Структура модели требований может претерпевать изменения в сторону уменьшения или увеличения компонент относительно стандартизованной модели качества в соответствии со спецификой разрабатываемого программного продукта [6]. Модели требований и оценки качества должны служить основой для последующего контроля информационно-программных средств.

В целях обеспечения качества должна осуществляться регулярная, поэтапная оценка степени соответствия характеристик разрабатываемых программных решений требованиям (верификация, валидация и оценка при функционировании) на основе непрерывного сбора данных, в целях своевременного принятия корректирующих и предупреждающих действий, направленных на снижение ресурсных рисков (временных и денежных), на достижение запланированной результативности и удовлетворенности потребителей.

Поскольку верификация и валидация – процессы, определенные рамками процессов реализации жизненного цикла программных средств (ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010), то качество информационно-программных средств обеспечивается этими процессами только до их поставки потребителям. В целях повышения конкурентоспособности информационно-программных средств после поставки, а также подобных проектов ее создания в будущем, необходимо оценивать их качество в процессе функционирования.

В целях оперативного реагирования на изменяющееся качество в жизненном цикле информационно-программных разработок предложено оценку их качества осуществлять поэтапно в запланированных контрольных точках верификации, валидации и функционирования. А сбор данных для оценки качества информационно-программных средств осуществлять непрерывно в процессе их статического и динамического тестирования, мониторинга потребителей при их использовании и социологических исследований их применения.

К методам статического тестирования (статической экспертной оценки) может быть отнесена инспекционная проверка, формальный и неформальный обзор [1], а динамического тестирования – формальное и неформальное тестирование, α , β -тестирование, функциональное, исследовательское, мутационное, регрессионное, системное, инкрементное интеграционное тестирование, тестирование под нагрузкой, тестирование методом белого и черного ящика и др. [1, 2]. При мониторинге потребителей и социологических исследованиях могут использоваться, например: наблюдение за пользователями при работе с информационной системой, оценки квалифицированных экспертов и анкетный опрос потребителей.

Процессы верификации, валидации и оценка при функционировании должны быть адаптированы к стандартизованным категориям качества, которые определены в международном стандарте ISO/IEC 25010:2011.

Для получения обобщенных (комплексных) значений показателей качества информационно-программных средств может быть взят за основу комплексный метод квалиметрии [9]. Комплексные значения показателей качества (комплексные оценки характеристик и подхарактеристик качества) можно определить на основе известных значений метрических показателей качества (оценок атрибутов, представляющих последний уровень декомпозиции свойств в модели оценки качества) с использованием соответствующих весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты могут быть определены при разработке моделей требований и оценки качества информационно-программных средств на основе известных методов экспертной оценки. В зависимости от жесткости требований и степени разброса значений весовых коэффициентов комплексные показатели качества предлагается определять средневзвешенным арифметическим, геометрическим или гармоническим способом [9].

Степень соответствия требованиям может быть полной, и тогда мы можем говорить о высоком уровне качества информационно-программных средств. Однако в большинстве случаев степень соответствия требованиям может быть не полной, что предполагает введение в модель требований некоторых нормативных значений показателей качества, представляющих собой допустимые уровни соответствия подхарактеристикам, характеристикам и программного продукта в целом. Сравнение вычисленных показателей качества с установленными допустимыми уровнями соответствия в модели требований позволяют определить приемлемый уровень соответствия исследуемого информационно-программного средства. В нормативных документах могут устанавливаться нормативные уровни качества, отражающие степень достижения требований. Сравнение вычисленных показателей качества с установленными нормативными уровнями качества, позволяет определить приемлемый уровень качества. В связи с изложенным, качество информационно-программных средств будет определяться как степень соответствия этим требованиям (ГОСТ ISO 9000-2011), а уровень качества как проекция степени соответствия требованиям на установленную шкалу уровней качества.

Для оценки качества на промежуточных этапах необходимо в соответствующих точках жизненного цикла установить планируемые нормативные значения уровня качества информационно-программного средства и определить объем собираемых данных, достаточный для оценки уровня качества на соответствующих этапах верификации, валидации и функционирования. Планируемые промежуточные нормативные значения можно установить экспертным путем или попытаться спрогнозировать качество на различных этапах создания программного продукта с учетом выполнения подобных проектов в прошлом, в том числе другими организациями и специалистами. Классическое прогнозирование качества на основе многофакторного регрессионного анализа предполагает существенные трудности, связанные со сбором необходимых статистических данных и определением функциональных факторных зависимостей. Авторами предложен метод прогнозирования качества на основе соотношений трудоемкостей работ, направленных на достижение качества и общего объема работ по созданию информационно-программных средств. Метод предусматривает в качестве исходных данных использование результатов исследований и опыта ведущих специалистов в области разработки программного обеспечения [1].

Достижение на промежуточных стадиях соответствующих категорий качеств может рассматриваться как сигнал прекращения процессов нижнего уровня верификации, валидации и оценки при функционировании, т.е. статического, динамического тестирования, мониторинга потребителей и социологических исследований для соответствующих точек оценки промежуточного качества. Экономленные ресурсы могут быть задействованы для достижения запланированного качества на следующих этапах оценки качества программного продукта.

Оценка качества информационно-программных средств перед поставкой и в начале функционирования может обеспечиваться в процессе сертификации, когда контроль соответствия программной продукции требованиям нормативных документов осуществляется специально аккредитованными органами по сертификации и компетентными испытательными лабораториями. Оценка качества в процессе сертификации средств информационно-программных средств обеспечивается на основе методических принципов построения оригинальных моделей оценки [5, 7], тестирования и оценки соответствия, разработанных с учетом метода анализа иерархий и комплексного метода квалиметрии, а также на основе функциональных моделей создания типовых нормативно-методических документов, представляющих собой взаимосвязанные процессы разработки моделей оценки, методик и протоколов испытаний, методик оценки соответствия, а также необходимых форм регистрации результатов и отчетности [7].

Список литературы

1. Дональд Ф. Шафер, Роберт Т. Фастрелл, Линда И. Шафер. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат [Текст]: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1136 с.: ил.
2. Липаев В.В. Тестирование компонентов и комплексов программ. Учебник. – М.: СИНТЕГ, 2010. – 400 с.
3. Мазур И.И., Шапиро В.Д.. Управление качеством: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности управление качеством. – 8-е изд., стер. – М.: Издательство «Омега-Л», 2011. – 400 с.: ил., табл. – (Высшая школа менеджмента).
4. Позднеев Б.М. Разработка национальных и международных стандартов в области электронного обучения // Информатизация образования и науки. 2009. № 2. - С. 3-11.
5. Поляков С.Д. Методические принципы разработки моделей оценки соответствия для сертификации программной продукции / Научно-практический журнал «Методы оценки соответствия» №5. – М: ООО РИА «Стандарты и качество», 2008 г. С. 33 – 37.
6. Поляков С.Д. Применение стандартизованных моделей качества при разработке требований к компьютерным системам / теоретический и прикладной научно-технический журнал «Информационные технологии», № 6, – М.: Издательство «Новые технологии», 2013. –С. 22-26
7. Поляков С.Д. Сертификация программной продукции. Методология оценки соответствия — М.: МГТУ «Станкин», 2011. — 295 с.
8. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: «Новая техника», 2006. – 464 с.: ил.
9. Федюкин В.К. Квалиметрия. Измерение качества промышленной продукции: Учебное пособие — М.: КНОРУС, 2010. — 320 с.

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО МЕТОДА

Свиридов В.П.

СамГТУ, г.Самара

Оптикоэлектронные системы (ОЭС) измерения скорости для большинства применений представляют значительный интерес, т.к. обладают высокой точностью измерения за счет использования оптических систем и фоточувствительных приборов с высоким разрешением. Кроме того, в большинстве этих ОЭС используется пассивный метод измерения, т.е. они воспринимают отраженное излучение поверхностей и объектов без облучения их зондирующим светом. Они находят широкое применение в системах управления и навигации подвижных объектов.

Методы измерения скорости в ОЭС можно разделить на четыре большие группы (Рисунок 1)[1]:



Рис.1. Методы измерения скорости, используемые в ОЭС

В настоящее время нашли наибольшее практическое применение методы, основанные на анализе пространственных частот и корреляционные методы. Корреляционные методы измерения скорости подразделяются на автокорреляционные, взаимокорреляционные и спектральные [1,2].

Корреляционные методы измерения обладают наибольшей помехоустойчивостью и позволяют создавать системы с высокой точностью измерения.

Примеры ОЭС, использующие автокорреляционные и взаимокорреляционные методы, описаны в [1,3,4].

В [3] приведена ОЭС, в которой используется знаковый (сигнатурный) коррелятор для определения оценки знаковой взаимокорреляционной функции двух случайных процессов $U_1(t - \tau)$ и $U_2(t)$.

$$R_{U_1, U_2}(\tau) = M \cdot \{ \text{sgn}[U_1(t - \tau)] \cdot \text{sgn}[U_2(t)] \}$$

Это позволило определять оценку знаковой взаимокорреляционной функции почти в реальном времени, и значительно увеличило быстродействие ОЭС измерения скорости.

Известно, что корреляционная функция $R(\tau)$ стационарного случайного процесса и спектр $S(\omega)$ связаны друг с другом парой преобразований Фурье по теореме Винера-Хинчина.

$$S(\omega) = 2 \cdot \int_{-\infty}^{\infty} R(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} \cdot d\tau = 4 \cdot \int_0^{\infty} R(\tau) \cdot \cos \omega\tau \cdot d\tau$$

$$R(\tau) = \frac{1}{4\pi} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} \cdot d\omega = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{\infty} S(\omega) \cdot \cos \omega\tau \cdot d\omega$$

Особенностью спектрального метода анализа является то, что оценка полезного сигнала проводится в области пространственных частот, а не временных частот.

Реализация спектрального метода измерения скорости затруднялась из-за сложности аппаратуры, которая позволяла бы в реальном времени определять спектр объекта.

Под сигнатурным анализом изображений в оптико-электронных системах, из-за отсутствия устоявшихся определений, будем понимать анализ сигнатур, или знаков (sign) изображений и процессов, их описывающих. В отличие от термина «сигнатурный анализ», который применяется в цифровых системах и подразумевает анализ кодов системы в различных ее точках и в разное время и сравнение их с кодами исправной системы, в данном случае понимается анализ знаков сигналов, анализ изменений этих сигналов, изображений, состояний.

В работе [5] было показано, что возможно применение метода спектрального анализа по пересечениям нулей для сигналов, представляющих стационарный гауссовский случайный процесс. Предложено для решения задач различения сигналов и задач классификации использовать нули высоких порядков, что позволит значительно сократить объем данных, необходимых для решения этих задач.

Кратко можно сформулировать, что нули высоких порядков содержат информацию об оценке автокорреляционной функции, и следовательно о спектральных свойствах исследуемого процесса.

$$Nj \Leftrightarrow A(\tau) \Leftrightarrow F(\tau)$$

где Nj – количество нулей высоких порядков; $A(\tau)$ – автокорреляционная функция исследуемого процесса.

Для стационарного гауссовского процесса нули высоких порядков однозначно определяют спектральную функцию $S(\omega)$

$$\cos\left[\frac{\pi \cdot M(Nj)}{N-1}\right] = \frac{\int_{-\pi}^{\pi} \cos(\omega) \cdot \sin(\omega/2)^{2Nj} \cdot dS(\omega)}{\int_{-\pi}^{\pi} \sin(\omega/2)^{2Nj} \cdot dS(\omega)}$$

При наличии шумов, которые практически всегда присутствуют в сигналах, спектральное представление нулей для процесса, состоящего из смеси сигнала и шума, имеет вид

$$\cos\left[\frac{\pi \cdot M(Nj)}{N-1}\right] = \frac{\sigma_1^2 \cdot \cos \omega_1 + \dots + \sigma_p^2 \cdot \cos \omega_p}{\sigma_1^2 + \dots + \sigma_p^2 + \sigma_{\xi}^2}$$

где $\sigma_1 \dots \sigma_p$ – дисперсии гармоник сигнала; σ_{ξ} – дисперсия белого шума

В работе делается вывод, что использовать для различения сигналов величины Nj при больших значениях j неэффективно, т.к. различные процессы характеризуются очень близкими значениями. Т.е сходимость процесса имеет очень высокую начальную скорость. Но можно использовать в качестве критерия различения именно начальную скорость сходимости при небольших значениях величин Nj .

Для успешного различения сигналов достаточно использовать не более 10 величин Nj .

В соответствии с этим, можно построить спектральную ОЭС измерения скорости движения по следующей схеме

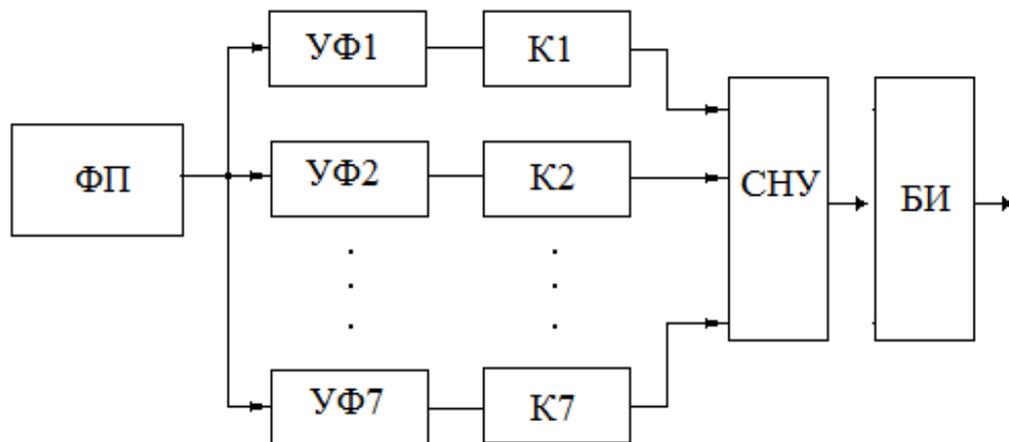


Рис.2. Структурная схема спектральной ОЭС измерения скорости

ФП- фотопреобразователь; УФ1-УФ7 – узкополосные фильтры; К1-К7 –компараторы; СНУ- счетчик нулей и усреднения результатов; БИ- блок измерения и выходной интерфейс.

ОЭС работает следующим образом. Сигнал с фотопреобразователя поступает на набор узкополосных фильтров, настроенных на частоты соответствующих гармоник. В качестве фотопреобразователей можно использовать как отдельные фотодиоды, так и линейки приборов с зарядовой связью. Выходы фильтров соединены с входами компараторов, которые выделяют моменты перехода сигналов через нуль, т.е. производят определение сигнатур сигналов. Затем сигнатуры поступают на счетчик нулей этих сигналов, там суммируются и усредняются. В БИ измеряется оценка спектральной плотности и по ней вычисляется скорость движения изображения.

Предложенная ОЭС обладает высоким быстродействием, сравнительно просто реализуется на современной элементной базе и может найти применение для измерения скорости движения поверхностей в

системах управления подвижных объектов, в металлургии, текстильной промышленности, при производстве древесностружечных плит, а также для оценки качества поверхности и т.д.

Список литературы

1. Сбродов В.В., Свиридов В.П., Лазарев Ю.Н., Лазарев Н.Ю. Методы бесконтактного измерения скорости движения изображения. / Авиакосмическое приборостроение, № 8, М, Научтехлитиздат, 2014 –с.30-40
2. Козубовский С.Ф. Корреляционные экстремальные системы. – Киев: Наукова думка, 1973. – 223 с.
3. Катус Г.П. Оптико-электронная обработка информации. – М.: Машиностроение, 1973 – 448 с.
4. А.С. 1233190 (СССР) Устройство для определения составляющих вектора скорости движения изображения. /Е.М. Карпов, В.В. Сбродов, В.П. Свиридов, С.В. Соков, И.В. Тихомиров, С.А. Шанин. – Оpubл. в Б.И., 1986, №19.
5. А.С. 994993 (СССР) Устройство для определения параметров движения изображения. /И.И. Волков, В.К. Семенычев В.В. Сбродов, В.П. Свиридов. – Оpubл. в Б.И., 1983, №5.
6. Б.Кедем Спектральный анализ и различение сигналов по пересечением нуля.// ТИИЭР, том 74, №11, 1986 – С.6-25.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЁННОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Удалов А.В.

ТвГТУ, г.Тверь

В настоящее время наблюдается непрерывный рост функциональных возможностей цифровой электронной техники (ЦЭТ), который приводит к повышению её сложности. При этом прослеживается тенденция снижения стоимости и сокращения сроков морального старения таких устройств, а значит стоимости и сроков разработки и отладки. Все это приводит к необходимости повышения эффективности моделей ЦЭТ.

Современные системы моделирования обычно используют блочный подход при построении проекта модели. Он заключается в выборе и использовании необходимых элементов (блоков) из созданной разработчиком системы моделирования библиотеки, а также определении связей между ними (структуры). Каждый такой блок представляет собой множество простейших элементов математического аппарата – модуль, имитирующий поведение соответствующего блока реального объекта.

Традиционно системы моделирования используют в своей основе модели монолитной архитектуры. При запуске имитационного эксперимента такие модели строятся из своего проекта путем подстановки из библиотеки модулей соответствующих блоков. Затем происходит организация необходимых в соответствии с проектом связей между блоками. Этот процесс обычно называется синтезом модели.

Проблема заключается в том, что получившаяся в результате синтеза модели комбинация элементов математического аппарата становится монолитным (отсюда и название архитектуры модели) образованием, в котором трудноразличима изначальная структура реального объекта.

Использование таких моделей эффективно при работе с реальными объектами невысокой сложности. Однако при моделировании сложной цифровой электронной техники неизбежно возникают следующие трудности. Во-первых, проблема интерпретации, возникающая из-за потери структуры объекта. Другими словами, при отладке необходимы значительные временные и трудозатраты на декомпозицию модели. Во-вторых, возрастание трудозатрат и информационной нагрузки (требований к памяти) приводит к необходимости использовать несколько компьютеров и целую команду проектировщиков и отладчиков. Очевидно, что монолитная модель не может быть распределена на несколько компьютеров таким образом, чтобы сохранить работоспособность, целостность и адекватность условно-графического отображения. В-третьих, увеличение размера модели приводит к повышению вычислительной нагрузки, и, в свою очередь, снижению её быстродействия.

Описанные факторы негативно влияют на сроки и стоимость разработки цифровой электронной техники. Кроме того, существуют субъективные современные тенденции непрерывного сокращения сроков жизненного цикла такой техники и её стоимости. Это связано с повсеместным распространением цифровой электронной техники, технической и экономической конкуренцией и другими факторами.

Распределённые модели отличаются от традиционных (монолитных) тем, что состоят из взаимодействующих автономных частей (компонент) не только на этапе разработки проекта, но и в ходе имитационного эксперимента и отладки модели. Это достигается благодаря использованию более сложного вида блока – компоненты. В отличие от блока, компонента состоит не только из функционального модуля, представляющего собой монолитную модель (внутреннюю часть), но и из его внешнего представителя. Он представляет собой «черный ящик», обладающий определённым интерфейсом для взаимодействия с блоком извне. Обе части компоненты связаны между собой через механизм обмена сообщениями о происходящих событиях (Рисунок 1). Взаимодействие между блоками может осуществляться только посредством их внешних представителей.

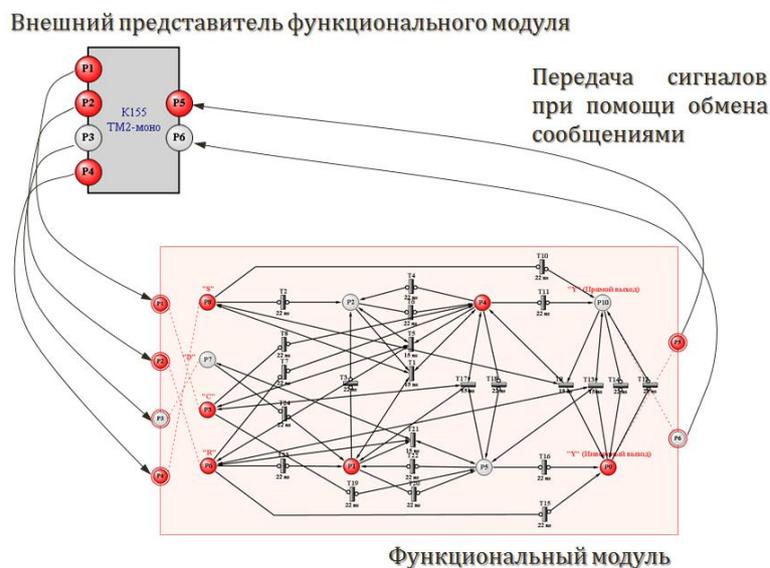


Рис.1. Передача сигналов между функциональным модулем и его внешним представителем.

Благодаря такому представлению блока (компоненты) модель становится иерархической. Это означает, что она может состоять из компонент, каждая из которых, в свою очередь, представляет собой структуру из множества подчиненных компонент. При этом количество таких иерархических уровней (слоёв) неограниченно.

Внешние представители и их взаимосвязи в составе распределённой модели позволяют сохранить структуру реального объекта, хотя и несут в себе дополнительную информационную нагрузку и сложность реализации такой модели. Кроме того, две части компоненты могут находиться как в одном приложении, так и в разных адресных пространствах – в разных приложениях и даже на разных компьютерах. Распределение информационной и вычислительной нагрузки позволяет снизить требования к компьютерам, повысить быстродействие распределённой модели и организовать коллективную работу с моделью.

В настоящее время большинство систем моделирования цифровых электронных устройств использует при построении моделей графический интерфейс. Он предназначен для отображения модели цифрового устройства, и взаимодействия с ней при помощи специальной понятной проектировщику визуализации. Как правило, таким представлением модели являются её схемное и блочно-схемное условно-графические отображения (Рисунок 2). При таком подходе проектировщиком схемного решения цифрового электронного устройства обязательно должен быть специалист в области моделирования, знакомый с особенностями математического аппарата и моделей, используемых для имитации поведения реальных блоков устройства.

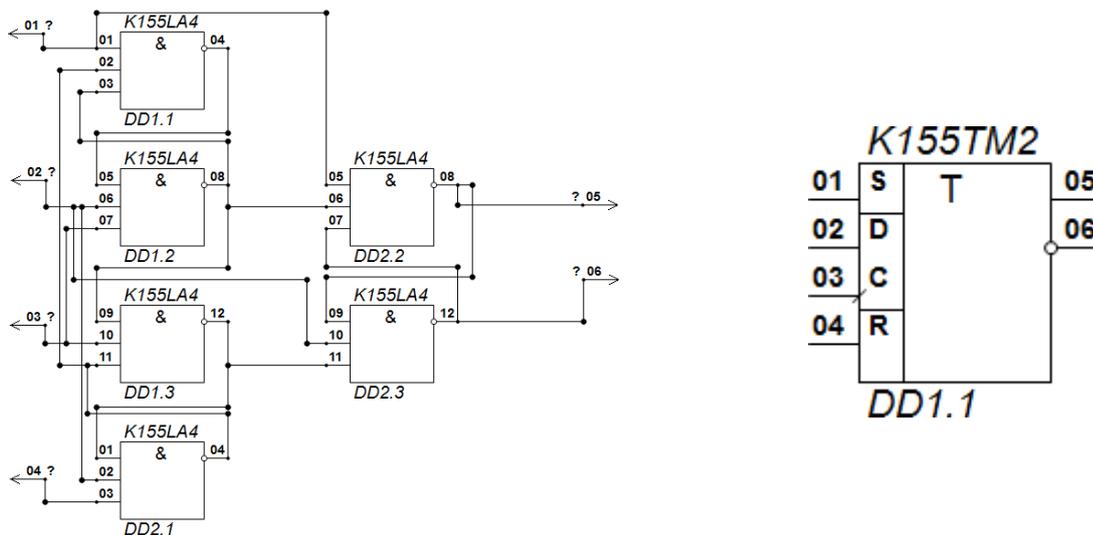


Рис.2. Схемное и блочно-схемное отображение D-триггера K155TM2.

Построение проектировщиком моделей простейших цифровых устройств выполняется с использованием моделей атомарных базовых блоков цифровых устройств, которые разрабатываются с помощью определенного математического аппарата специалистами по моделированию, которым для этого необходима другая визуализация. Например, наиболее простым и понятным представлением моделей D-сети Петри, используемых при разработке распределённых моделей цифровых устройств, является графовое (Рисунок 3).

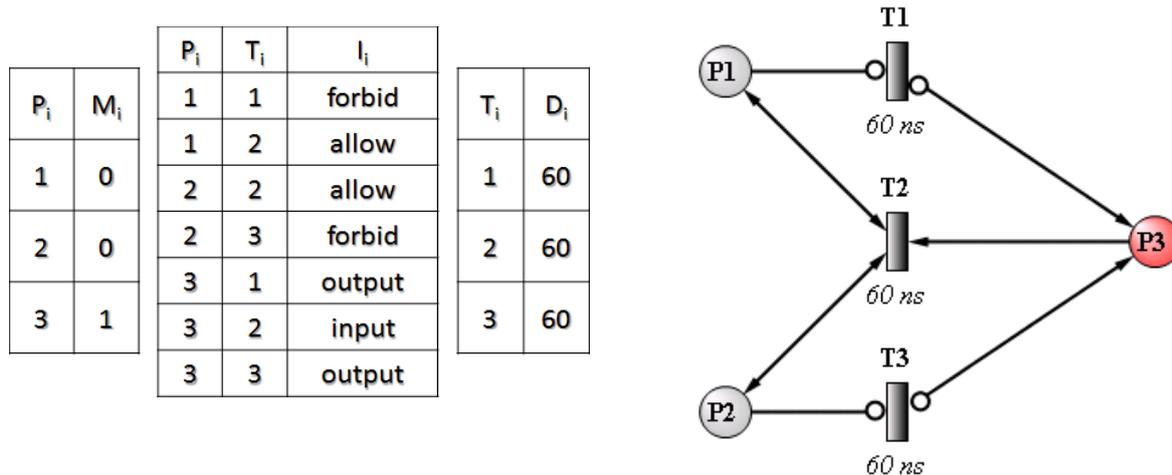


Рис.3. Табличное и графовое представления модели логического элемента 2И-НЕ, построенной с использованием D-сетей Петри.

При использовании графических отображений пользователь не имеет непосредственного доступа к модели. Вместо этого он взаимодействует с моделью через одну из её визуализаций, которая выполняет соответствующие изменения в модели и отображает их результаты посредством механизма обмена сообщениями. Иными словами, блоки редактирования модели и её графического отображения полностью независимы, хотя и связаны при помощи сообщений о происходящих в них событиях.

Каждая модель в системе моделирования, как правило, имеет два отображения – графовое и блочно-схемное или схемное и блочно-схемное. Графовое и блочно-схемное используются разработчиками системы моделирования и необходимы для создания встроенной библиотеки моделей атомарных базовых блоков цифровых устройств. Проектировщики же используют схемное и блочно-схемное отображения для разработки моделей сложных цифровых устройств и, при необходимости, создания с их помощью пользовательских базовых блоков. Такие блоки могут быть использованы для построения еще более сложных моделей.

Основным отображением модели является графовое или схемное. Блочно-схемная необходима для:

- интерпретации модели, построенной с использованием одной визуализации, в терминах другой;

- для построения более сложной модели, применяя существующую в качестве одного из её базовых блоков (перехода на более высокий иерархический уровень).

Поэтому нетрудно заметить, что блочно-схемное представление модели напоминает внешнего представителя функционального модуля компоненты распределённой модели.

Если графовая и схемная визуализации обладают связью с моделью с начала её построения, то блочно-схемная требует организации связи с ней. Для этого система моделирования должна содержать соответствующий интерпретатор.

Как уже было замечено, модель и её отображения, аналогично функциональному модулю и его внешнему представителю, независимы, но связаны при помощи механизма обмена сообщениями. Такой подход позволяет:

- использовать для отладки модели её визуальные представления одновременно;
- наблюдать за работой компонент распределённой модели любого иерархического уровня (блоков цифрового устройства любого уровня детализации);
- разрабатывать модель сложного цифрового устройства одновременно с помощью целой команды проектировщиков;
- организовать удалённое наблюдение и взаимодействие в процессе имитационного эксперимента без размещения на управляющем компьютере модели («тонкий клиент»).

При этом необходимо обеспечить удобство пользователя при решении задач установки соединений, конфигурирования, размещения и организации связей. Это вызвано, в основном, тем, что в едином адресном пространстве такой обмен сообщениями реализуется, как правило, при помощи подписки и реакции на происходящие события. При нахождении объектов в разных адресных пространствах необходимо обеспечить формирование, передачу и разбор пакетов, транспортирующих сообщения через каналы связи от компьютера к компьютеру. Организация связей ещё осложняется и тем, что подписка выполняется в разных областях памяти, поэтому непосредственные указатели (ссылки) на такие объекты в памяти не могут быть использованы. Поэтому система моделирования должна содержать соответствующий блок, реализующий указанные задачи.

Таким образом, можно сформировать следующий список требований к разрабатываемой распределённой системе моделирования цифровых устройств:

1. обеспечить построение модели в терминах D-сетей Петри с использованием графового отображения;
2. предоставить возможность сохранения и загрузки модели и её графового отображения в соответствующие библиотеки;
3. реализовать разработку блочно-схемного отображения;
4. обеспечить интерпретацию модели, разработанной в терминах D-сетей Петри с использованием графового отображения, в блочно-схемное отображение;
5. реализовать возможность сохранения и загрузки блочно-схемного отображения в соответствующую библиотеку;
6. обеспечить построение модели в терминах схемных решений с использованием полученных базовых блоков блочно-схемного отображения;
7. предоставить возможность сохранения и загрузки модели и её схемного отображения в соответствующие библиотеки;
8. обеспечить интерпретацию модели, разработанной в терминах схемных решений, в блочно-схемное отображение;
9. реализовать возможность конфигурирования, размещения компонент распределённой модели цифрового устройства и организации связей между ними при её размещении в разных приложениях и на разных компьютерах;
10. обеспечить возможность подключения и визуализации любого блока (компоненты) цифрового устройства.

Список литературы

1. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. / Дж. Питерсон. М.: Мир, 1984. 264 с.
2. Танненбаум, Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. / Э. Танненбаум, М. ван Стеен. СПб.: Питер, 2003. 877 с.
3. Удалов, А.В. Особенности реализации моделей цифровой электронной техники. / А.В. Удалов, А.А. Веселов // Тверь: ТвГТУ. Сборник научных трудов магистрантов и аспирантов. 2013. №3. С. 23-25.

4. Удалов, А.В. Применение распределенных моделей для повышения эффективности САПР цифровых электронных устройств. / А.В. Удалов, А.А. Веселов // Тверь: ТвГТУ. Сборник научных трудов магистрантов и аспирантов. 2012. №1. С. 30-33.
5. Уэйкерли, Дж. Проектирование цифровых устройств. / Дж. Уэйкерли. М.: Постмаркет, 2002. 544 с.

УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА

Ажмухамедов И.М., Князева О.М.

АГТУ, г.Астрахань

Существенное влияние на процесс обеспечения информационной безопасности оказывает профиль деятельности организации. Он предопределяет: виды информации и способы ее обработки; каналы передачи данных; уровень доступа посторонних лиц на территорию организации и т.д.

При этом каждая организация вынуждена искать свои методы управления уровнем информационной безопасности (ИБ). В связи с этим актуальной является задача снижения трудоемкости данного процесса путем унификации подходов к ее решению. Процесс управления уровнем ИБ является итерационным и включает в себя два этапа: оценку текущего уровня информационной безопасности (уровня обеспечения сервисов «конфиденциальность», «целостность», «доступность»); синтез управляющих решений для вывода обеспеченности сервисов ИБ на целевой уровень.

Для оценки текущего уровня информационной безопасности в [1] была предложена методика, основанная на применении нечетких продукционных правил (НПП). В соответствии с ней состояние ИБ характеризуется интенсивностью повреждений информационных активов (ИА) и средств защиты информации (СЗИ).

Уровень повреждений обычно определяется лицом, принимающим решение (ЛПР), на основе наблюдений и формулируется в виде лингвистических оценок. Для формализации таких оценок была введена лингвистическая переменная «Уровень фактора» и терм-множество ее значений QL , состоящее из 5 элементов:

$$QL = \{ \text{Низкий (Н), Ниже среднего (НС), Средний (С),}$$

$$\text{Выше среднего (ВС), Высокий (В)} \} \quad (1)$$

В качестве семейства функций принадлежности для QL использовался пятиуровневый классификатор, в котором функциями принадлежности нечетких чисел (НЧ), заданных на отрезке $[0,1] \in R$, являются трапеции:

$$\{ \mathbf{XX}(a_1, a_2, a_3, a_4) \}, \quad (2)$$

где a_1 и a_4 - абсциссы нижнего, a_2 и a_3 - абсциссы верхнего основания трапеции.

Для формализации экспертных суждений отражающих влияние наблюдаемых повреждений ИА и СЗИ на уровень сервисов безопасности использовался набор нечетких продукционных правил вида (3), которые образуют базу знаний (БЗ):

$$\text{Если } (\&_{i=1}^N [Des_i = D_i]) \text{ То } (\&_{j=1}^3 [(O_j)(K_j = S_j)]), \quad (3)$$

где: $D_i, S_j \in QL$ – лингвистические оценки уровней повреждения ИА и СЗИ и оценки состояния сервисов безопасности, соответственно; символ « \Leftarrow » используется в качестве оператора сравнения; условия " $Des_i = D_i$ " - определяют уровень i -го повреждения ИА или СЗИ; выводы " $K_j = S_j$ " - определяют состояние обеспеченности j -го сервиса безопасности; O_j отражает степень уверенности эксперта в выводе, согласно шкале Харрингтона.

С целью учета ситуации при формировании БЗ, когда при высоком уровне одних повреждений невозможно определить уровень других, была построена иерархия повреждений, состоящая из 4 уровней и включающая в себя 13 блоков. При этом внутри одного уровня иерархии: повреждения не влияют друг на друга; повреждения, находящиеся на более низких уровнях иерархии при определенных условиях могут влиять на возможность идентификации повреждений более высоких уровней.

Для заполнения БЗ предложен следующий алгоритм:

1. Эксперты определяют «атомарные» правила вида:

$$\text{Если } [Des_i = D_i] \text{ То } [(O_i)(K_j = S_i)], \quad (4)$$

Данные правила отражают влияние каждого уровня повреждения элементов в блоках иерархии на сервисы

безопасности. Общее количество атомарных правил при этом составляет 295.

2. Для оценки влияния наблюдаемых ЛПП повреждений k -го блока в целом на j -й сервис безопасности K_j^k применяются «блоковые» правила вида:

$$K_j^k: \text{Если } (\&_{i=1}^W [Des_i = \bar{D}_i]) \\ \text{То } (\&_{j=1}^M [max_m \{O_m\}_{m \in \{\arg(\min_i(\bar{S}_i))\}} (K_j^k = \min_i(\bar{S}_i))]), \quad (5)$$

где W – количество повреждений в k -м блоке; \bar{D}_i – уровень наблюдаемых повреждений Des_i ; M – количество сервисов безопасности, на которые влияют повреждения k -го блока; \bar{S}_i – определяемое согласно соответствующему атомарному правилу значение сервиса безопасности K_j при уровне повреждения Des_i равного \bar{D}_i ; O_m – степень уверенности эксперта в оценке влияния повреждения Des_i , имеющего уровень \bar{D}_i , на j -й сервис безопасности.

Полученная таким образом совокупность блоковых правил образует базу знаний, которая является: полной, поскольку для каждого набора уязвимостей определен логический вывод; не избыточной, поскольку ликвидация хотя бы одного правила делает БЗ неполной; непротиворечивой: исключена ситуация когда два и более правил БЗ имеют одинаковые левые и разные правые части.

Важным этапом создания БЗ является определение множества «узловых» повреждений блоков и их «критических» уровней. Под «узловыми» понимаются повреждения, которые при достижении определенного («критического») уровня не позволяют идентифицировать повреждения некоторых блоков на следующем уровне. Определение «критических» уровней «узловых» повреждений блоков на каждом уровне иерархии осуществляется экспертами. Таким образом, алгоритм оценки уровня ИБ может быть представлен в виде итерационного процесса, включающего в себя следующие этапы: вербальная оценка уровня повреждений; поиск соответствующих правил в БЗ; оценка состояния сервисов безопасности на текущем уровне иерархии согласно найденным правилам; идентификация и исключение из рассмотрения блоков, содержащих узловые повреждения, уровень которых выше критического; вычисление интегральной оценки сервисов безопасности и обобщенного показателя ИБ объекта информатизации в целом.

Оценка состояния сервисов безопасности на каждом уровне иерархии определяется как минимум значений, полученных в результате применения блоковых правил рассматриваемого уровня:

$$K_j^l: max_m \{O_m\}_{m \in \{\arg(\min_k(K_j^k))\}} [K_j^l = \min_k(K_j^k)], \quad (6)$$

где K_j^l – j -й сервис безопасности на l -м уровне.

Интегральная оценка сервисов безопасности K_j находится как минимум значений критериев ИБ, найденных на каждом из уровней иерархии повреждений, которые удалось идентифицировать:

$$K_j: max_m \{O_m\}_{m \in \{\arg(\min_k(K_j^l))\}} [K_j = \min_l(K_j^l)], \quad (7)$$

Для нахождения обобщенного показателя информационной безопасности объекта информатизации в целом предлагается использовать мультипликативную свертку интегральных оценок сервисов безопасности:

$$K_0 = \prod_{i=1}^3 (K_j)^{1/3}, \quad (8)$$

где K_0 – обобщенный показатель информационной безопасности объекта информатизации в целом. Мультипликативная свертка в отличие от аддитивной более чувствительна к низким значениям критериев.

Предложенная методика позволяет оценить уровень ИБ, но не предусматривает решение задачи его вывода на необходимый целевой уровень. Для этого необходимо рассмотреть причинно-следственные связи между наблюдаемыми повреждениями ИА и СЗИ и угрозами и уязвимостями, сделавшими возможным реализацию атак, которые в свою очередь привели к наблюдаемым повреждениям.

Таким образом, для решения задачи второго этапа необходима модель, отражающая эти связи. Учесть особенности процесса обеспечения ИБ (неполнота и неопределенность исходной информации о составе и характере угроз; невозможность количественного измерения большинства параметров процесса и т.д.) позволяет нечеткое когнитивное моделирование (НКМ), неоспоримыми достоинствами которого является возможность формализации численно неизмеримых факторов, использования неполной, нечеткой и даже противоречивой информации [3-4]. В качестве НКМ процесса обеспечения ИБ предлагается принять кортеж, описанный в [2]:

$$IS = \langle G, QL, S, R, \Omega \rangle, \quad (9)$$

где G – ориентированный граф, не содержащий горизонтальных ребер в пределах одного уровня иерархии; QL – набор качественных оценок уровней каждого фактора в графе; S – множество весов ребер графа G , отражающих степень влияния концептов на заданный элемент следующего уровня иерархии; R – набор правил для вычисления значений концептов на каждом из уровней иерархии G ; Ω – индекс схожести, характеризующий степень соответствия значения фактора той или иной качественной оценке из терм-множества лингвистической переменной QL . Индекс схожести Ω двух нечетких чисел $A(a_1, a_2, a_3, a_4)$ и $B(b_1, b_2, b_3, b_4)$ с соответствующими функциями принадлежности $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ находится по формулам (10-11) [1]:

$$\Omega = \frac{(1+\tilde{\rho})}{2} \quad (10)$$

$$\tilde{\rho} = \frac{\rho_{in} - \rho_{out}}{\rho_{in} + \rho_{out}} \quad (11)$$

где $\rho_{in} = \int_{a_1}^{a_4} \min[\mu_A(x); \mu_B(x)] dx$; $\rho_{out} = \left| \int_{b_1}^{b_4} [\mu_B(x)] dx - \rho_{in} \right|$.

Вершины графа G на нижнем, пятом, уровне отражают механизмы и средства защиты информации $P_{\{1,2,3,\dots\}}$. Четвертый уровень представлен угрозами ИБ $UG_{\{1,2,3,\dots\}}$ и уязвимостями $UZ_{\{1,2,3,\dots\}}$. На 3-м уровне расположены концепты, соответствующие атакам на ИС $-A_{\{1,2,3,\dots\}}$.

Второй уровень представлен повреждениями элементов информационных систем и средств защиты информации $Des_{\{1,2,3,\dots\}}$. Первый уровень образуют частные сервисы безопасности: cK - конфиденциальность; cI - целостность; cD - доступность. Вершина нулевого уровня K_0 графа G соответствует интегральному критерию информационной безопасности объекта информатизации (ОИ) в целом.

Предложенная нечеткая когнитивная модель легко адаптируема к специфическим особенностям организаций путем изменения в графе G множества вершин и связей. Она, также как и методика оценки уровня безопасности информационных активов на основе нечетких продукционных правил, позволяет оценить уровень ИБ. Полученная при этом оценка будет ниже (не выше) чем оценка, полученная на основе НПП, поскольку при переходе от одного уровня к другому в графе G НКМ учитываются максимальные значения уровней угроз, уязвимостей, атак и повреждений.

Предложенные методики в совокупности позволяют управлять уровнем ИБ. Методика оценки уровня информационной безопасности на основе нечетких продукционных правил дает возможность ЛПР вырабатывать обоснованное суждение о необходимости синтеза управляющих решений для вывода сервисов безопасности на заданный целевой уровень, а нечеткая когнитивная модель дает возможность ЛПР синтезировать данные управляющие решения.

Список литературы

1. Ажмухамедов И.М., Князева О.М. Методика оценки уровня информационной безопасности на основе нечетких продукционных правил / И.М., Ажмухамедов, О.М., Князева // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Междунар. науч. - практ. конф. Воронеж: «Воронежский государственный технический университет», 2014. Ч.4.-С.18-22
2. Ажмухамедов И.М., Князева О.М., Романов Ф.В. Определение уровня информационной безопасности на объекте информатизации на основе оценки состояния мер защиты / И.М. Ажмухамедов, О.М. Князева, Ф.В. Романов // Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2014 г.: в 17 частях. Часть 1. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. -С.8-11
3. Ажмухамедов, И.М., Проталинский О.М. Системный анализ и моделирование слабо структурированных и плохо формализуемых процессов в социотехнических системах [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/916>
4. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабо структурированными системами (ситуациями) // Когнитивный анализ и управление развитием

ситуаций. Труды 6-й Международной конференции / Под ред. З.К. Авдеевой, С.В.Ковриги. М.: Институт проблем управления РАН. – 2006., С.41-54.

ЯЗЫК TSM ОПИСАНИЯ СИМВОЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ ИНФОРМАТИКИ СИНФ: ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Куров Б.Н.

Институт проблем информатики РАН, г.Москва

Система знаний информатики СИНФ – это распределённая гипермедийная система знаний, рассчитанная на исследователей, разработчиков информационных технологий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов профильных специальностей. СИНФ разработана проф., д.т.н. В.Д. Ильиным и к.т.н. А.В. Ильиным. Она постоянно расширяется, пополняясь новыми веб-ресурсами. В настоящее время в состав системы СИНФ входят журнал «ИНФОРМАТИКА: S-моделирование» [1-6], «Энциклопедия информатики ИНФОПЕДИЯ» и «Интернет-сервисы Планирования Ресурсов» [7, 11-14].

В монографии [5] введена обновлённая версия TSM-комплекса средств описания s-моделей. Особенностью языка TSM является строчная запись произвольных символьных выражений, что соответствует стилю, принятому в языках программирования. Для TSM-описаний достаточно стандартной клавиатуры и набора специальных символов, имеющих в составе наиболее распространённых текстовых редакторов, что существенно для успешного развития TSM.

Для примера приведём несколько синтаксических особенностей языка TSM [5]. В этом языке не накладывается никаких ограничений на максимальное число индексов для переменных и помечающих символов (помет). Все индексы и пометы записываются в строчку внутри квадратных скобок, следующих сразу за индексируемой (или/и помеченной) переменной. Индексы, определяющие элемент массива, отделяются запятыми, индексированные индексы – косой чертой «/». Верхний индекс от нижнего отделяется точкой с запятой «;». Если в описании индекса точка с запятой не встречается, то индекс считается нижним. Если сразу после точки с запятой стоит закрывающая квадратная скобка, то - задан только верхний индекс. Такой синтаксис позволяет легко описывать массивы любой размерности. Для записи суммы индексированных переменных вместо символа « Σ » используется «sum». При этом индекс суммирования, его начальное и конечное значения записываются в квадратных скобках справа от «sum». Преимущество такого описания в том, что оно приобретает вид, привычный для разработчиков алгоритмов и программистов. Строчная запись символьных выражений на языке TSM упрощает переход от постановки задачи к алгоритмизации и программированию.

Чтобы создать более полное представление о языке TSM, приведём небольшой фрагмент описания символьной модели одной из задач частично-целочисленного программирования из курса «Алгоритмизация и решение задач управления в человеко-машинной среде», который читается автором студентам МИРЭА, обучающимся на базовой кафедре проблем информатики ИПИ РАН.

Вначале дадим содержательную постановку этой задачи, а затем построим символьную модель задачи, используя стандартные математические средства и язык TSM.

Рассмотрим транспортную сеть, состоящую из n объектов-приёмников продукции (ОП), местоположение которых известно. Для снабжения этих объектов фиксированным набором продукции требуется построить не более m складов на специально отведённых строительных площадках (на каждой из площадок можно построить не более одного склада). Требуется решить, какое количество складов следует построить и где их целесообразно разместить, если известно количество наборов продукции, необходимое каждому ОП, максимальные объёмы продукции, которые смогут храниться на складах, стоимость ввода в эксплуатацию каждого склада и расходы на доставку продукции из каждого склада на каждый ОП.

Построим символьную модель задачи, используя традиционные средства математической записи и – средства языка TSM.

1) «Многоэтажная» математическая форма записи

Переменные решения

x_{ij} – объём продукции, поставляемой с i -го склада ($i = 1, 2, \dots, m$), в j -ый ОП ($j = 1, 2, \dots, n$).

$u_i = 1$, если склад решено построить, или 0 - в противном случае ($i = 1, 2, \dots, m$)

Целевая функция

$$Z = \sum_{i=1}^m \left(f_i y_i + \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \right) \rightarrow \min ,$$

где f_i – стоимости строительства складов, c_{ij} – стоимость доставки единицы продукции с i -го склада ($i = 1, 2, \dots, m$) в j -ый ОП ($j = 1, 2, \dots, n$).

Ограничения

$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j$ ($i = 1, 2, \dots, N$), где b_j – минимальное количество товаров, требуемое каждому j -ому ОП ($j = 1, 2, \dots, n$),

$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i y_i$ ($j = 1, 2, \dots, N$), где a_i – максимальный объём товаров, который может храниться на i -ом складе ($i = 1, 2, \dots, m$),

$$y_i = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, m),$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$$

2) TSM-запись задачи

Переменные решения

$x[i=1..m, j=1..n]$ - объём продукции, поставляемой с i -го склада на j -ый ОП,
вектор $y[i=1..m]$, где $y[i]$ – двоичная переменная, если $y[i] = 1$, то склад будет введён в эксплуатацию, если $y[i] = 0$ – нет.

Целевая функция

$$Z = \text{sum}[i = 1..m](f[i] * y[i] + \text{sum}[j = 1..n](c[i,j] * x[i,j]))$$

Ограничения

$$\text{sum}[i=1..m]x[i,j] \geq b[j], j=1..n,$$

где $b[j]$ – минимальное количество продукции, требуемое каждому j -му ОП;

$$\text{sum}[j=1..n]x[i,j] \leq y[i]*a[i], i=1..m,$$

где $a[i]$ – максимальный объём продукции, который может храниться на i -ом складе;

$$x[i,j] \geq 0, y[i] = 0 \text{ или } 1.$$

Отметим, что синтаксис и семантика символьных выражений, записанных на языке TSM, требуют минимальных пояснений и легко осваиваются студентами. Кроме того, применение языка TSM при скайп-взаимодействии со студентами повышает эффективность учебного процесса. При обсуждении в онлайн-режиме символьных моделей (например, при выполнении студентами лабораторных работ) преподаватель имеет возможность оперативно указать на ошибки.

Многолетний опыт применения языка TSM в образовательном процессе показывает, что наибольший эффект достигается при изучении дисциплин, включающих сложные символьные модели задач [8-10].

Список литературы

1. Ильин А.В., Ильин В.Д. Основы теории s-моделирования. – М.: ИПИ РАН, 2009. 143 с.
2. Ильин А.В., Ильин В.Д. S-моделирование объектов информатизации. – М.: ИПИ РАН, 2010. 412 с.
3. Ильин А.В., Ильин В.Д. Символьное моделирование в информатике. – М.: ИПИ РАН, 2011. 204 с.
4. Ильин А.В., Ильин В.Д. S-моделирование задач и конструирование программ. – М.: ИПИ РАН, 2012. 148 с.
5. Ильин А.В., Ильин В.Д. Система порождения программ. Версия 2013 г. – М.: ИПИ РАН, 2013. 142 с.
6. Ильин А.В., Ильин В.Д. Научно-образовательные веб-ресурсы. S-моделирование. – М.: ИПИ РАН, 2013. 112 с.
7. Ильин А.В. Экспертное планирование ресурсов. – М.: ИПИ РАН, 2013. 58 с.
8. Куров Б.Н. Сравнение эффективности алгоритмов управления с учётом точности данных и реализации решений // Управление большими системами, 2011. Вып. 34. С. 279–291
9. Куров Б.Н. Опыт применения электронных ресурсов в обучении студентов МИРЭА // Информационные технологии в образовании: Сб. трудов XXIII Междунар. конф.-выставки. – М.: ВМК МГУ, 2013. Ч. II. С. 48-49
10. Куров Б.Н. Применение веб-ресурсов системы знаний информатики СИНФ в учебном процессе // Системы и средства информатики, 2014, Том 24, Выпуск 2, С. 222-233

11. Ilyin A.V., Ilyin V.D. The technology of interactive resource allocation in accordance with the customizable system of rules. Applied Mathematical Sciences 2013, Vol. 7, no. 143, 7105-7111.
12. Ilyin A.V., Ilyin V.D. The Interval method of cost planning and its implementation in the online service. Contemporary Engineering Sciences, 2014, Vol. 7, No. 20, 931-938.
13. Ilyin A.V., Ilyin V.D. Towards a Normalized Economic Mechanism Based on E-services. Agris on-line Papers in Economics and Informatics, 2014, Vol. VI, No 3, 39-49.
14. Ilyin A.V., Ilyin V.D. Informatization of the normalized economic mechanism: e-services for resource planning // Системы и средства информатики, 2014, Том 24, Выпуск 4, С. 242-256

СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

БАЗИРОВАНИЕ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦАПФ

Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А.

БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород

Ремонт цементной мельницы включает продолжительные и трудоемкие ремонтные мероприятия по замене или восстановлению узлов и деталей. Это технически очень сложные процессы, требующие высокой квалификации исполнителей и соблюдения точности и качества выполняемых работ. В связи со спецификой конструкции мельниц, а именно, значительные габаритные размеры и масса, восстановительные и профилактические работы желательно выполнять в условиях цементного завода, без транспортирования изношенных узлов на ремонтные предприятия. Одним из наиболее проблемных узлов мельницы является опорный узел и цапфами. На основании теоретических и экспериментальных исследований, установлено, что обеспечить концентричность внутренней и наружной цилиндрических поверхностей цапф опорных загрузочных и разгрузочных узлов можно в эксплуатации при условии базирования внешней поверхности на подвижных гидроопорах, обеспечивающих неподвижность оси вращения цапфы в пространстве, а при обработке внутренней поверхности – при условии базирования станка на корпусе гидроопор, т.к. на них базируется цапфа. В случае перемещения базовой сферической опоры, она перемещает за собой цапфу и станок одновременно. В результате этого станок все время контролирует ось обрабатываемой внутренней поверхности. На основании контрольных измерений и согласно техническим условиям, средняя линия корпуса опорного подшипникового узла, совместно с цапфой отклоняется от перпендикулярности к торцам на $1 \pm 0,2 \text{ мм}$. Такие жесткие требования вызваны тем, что вкладыш буртами базируется на корпусе для предотвращения сдвига при эксплуатации мельницы.

Учитывая эти факторы и исходя из условий базирования, разработана схема станка для восстановления рабочих поверхностей цапфы и для осуществления ремонтных работ, разработаны специальные станки, конструкция которых защищена патентами на полезные модели [1-7].

Общий вид станка для обработки внутренних поверхностей вращения представлен на Рисунке 1. В конструкцию станка входит мотор-редуктор 1, который через муфту включения 2 через блок сменных шестерен соединен с ходовым винтом 3, расположенном в специальных опорах, установленных на станке 7. На станке крепятся направляющие типа «ласточкин хвост» 4, по которым перемещается суппорт 5 с резцедержателем 6, установленном на поперечных салазках. При необходимости вместо узла для лезвийной обработки можно установить приспособление для обработки поверхности абразивным инструментом. Все узлы и детали базируются на станине, при помощи которой станок крепится к установочной плите специальной стойки (Рисунок 2).

Для обеспечения движения режущего или абразивного инструмента параллельно оси вращения цапфы в конструкции станка предусмотрены регулировочные болты 8, при помощи которых все оборудование станка

может поворачиваться на станине 7. Имеется также специальная стойка 1, которая необходима для крепления установочной плиты 2, которая непосредственно базируется к бетонному фундаменту мельницы. На установленной плите размещен пульт управления 3 и станок 4. Установочная плита со станком помещается во внутреннюю поверхность цапфы мельницы, и базируется при помощи регулирующих устройств параллельно оси вращения цапфы. Цапфа 5 цементной мельницы расположена на специальном устройстве на четырех подвижных роликоопорах 6, расположенных на сферическом корпусе 7, находящемся в опоре мельницы 8 (Рисунок 3).

Приведенная схема служит для обработки внутренних поверхностей крупногабаритных вращающихся деталей типа цапф опорных узлов помольных мельниц и может быть использована в других промышленности, эксплуатирующих оборудование такого типа.

В качестве лезвийного режущего инструмента используются ротационные резцы со свободным самовращением режущей чашки. В качестве материала ротационного резца применяют твердый сплав Т15К6 или ВК6, ВК8. Резцедержатель с ротационным резцом установлен по второй геометрической прямой схеме резания. Вторая схема отличается тем, что имеется наклон оси резца под двумя углами (в горизонтальной и вертикальной плоскостях) относительно координатных осей станка. Функции передней поверхности ротационного резца выполняет при этом боковая поверхность чашки резца, а функции задней поверхности выполняет торец чашки резца.

Разработанный станок обеспечивает заданную точность при восстановлении внутренних поверхностей (крупногабаритных отверстий) деталей по данной схеме обработки.

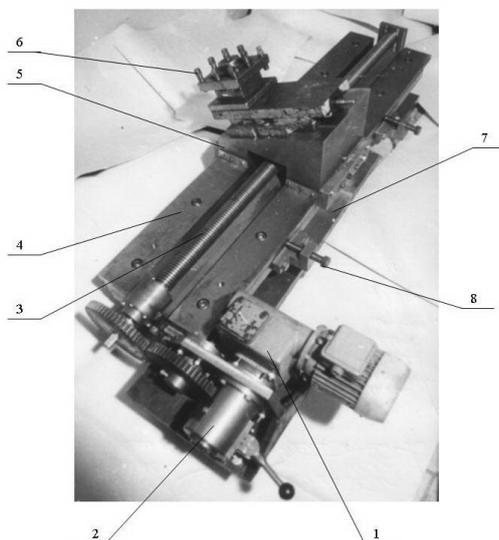


Рис.1. Станок для обработки внутренних поверхностей вращения большого диаметра:

1 – мотор – редуктор; 2 – муфта; 3 – ходовой винт; 4 – направляющие; 5 – суппорт; 6 – резцедержатель; 7 – станина; 8 – болт регулировочный

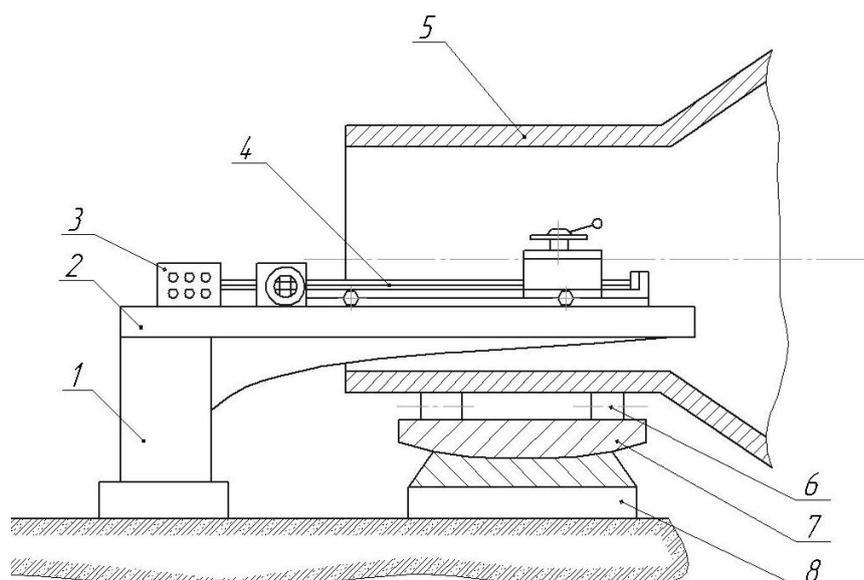


Рис.2. Схема установки специального приставного станка для проточки внутренних поверхностей цапф мельниц:

1 – силовая стойка; 2 – установочная плита; 3 – пульт управления; 4 – станок; 5 – цапфа мельницы; 6 – подвижная роликоопора; 7 – сферическое основание; 8 – опора мельницы

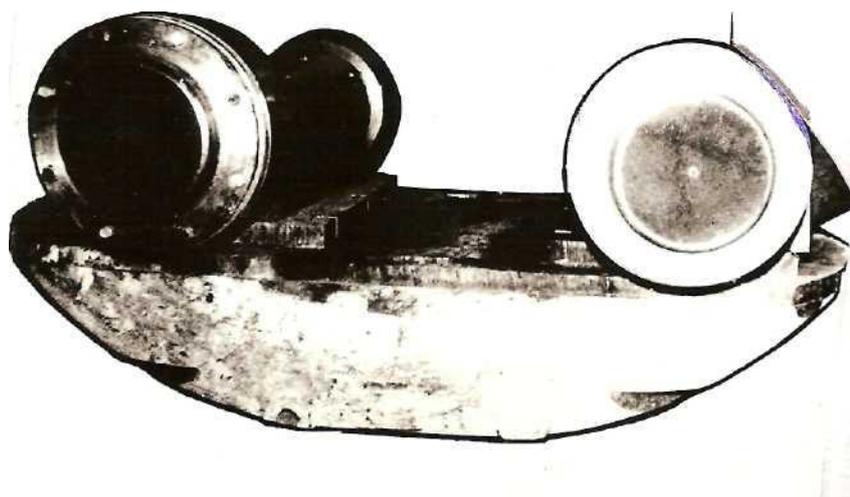


Рис.3. Подвижная сферическая опора

Список литературы

1. Пат. 67907 Российская Федерация, МПК⁷ В23В 45/00. Приставной сверлильный станок для сверления и растачивания отверстий в крупногабаритных фланцевых соединениях / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2007118515; заявл. 17.05.2007; опубл. 10.11 2007, Бюл. №31. – 1 с.
2. Пат. 31116 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/00. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003107122/20; заявл. 14.03.03; опубл. 20.07.03, Бюл. №20. – 1 с.
3. Пат. 31346 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106247/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
4. Пат. 31347 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106249/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.

5. Пат. 89830 Российская Федерация, МПК⁷ В23В5/00. Станок для обработки внутренних поверхностей цапф помольных мельниц/Т.М. Санина, Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2009132048/22, заявл. 25.08.2009, опубл. 20.12.2009 г. Бюл. № 35.
6. Пат. 75339 Российская Федерация, МПК⁷ Станок для обработки цапф помольных мельниц/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2008104754/22, заявл. 07.02.2008, опубл. 10.08.2008 г. Бюл. № 22.
7. Пат. 38657 Российская Федерация, МПК⁷ В23 В5/32. Станок для обработки внутренних поверхностей тел вращения большого диаметра без их демонтажа / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003136526/20; заявл. 17.12.2003; опубл. 10.07.2004, Бюл. №20. – 1 с.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ЭКСКАВАТОРА С ПРИМИНЕНИЕМ НАПЛАВКИ

Санина Т.М., Липчанская Ю.Г., Синицын Д.В.

БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород

Многие дорожно-строительные предприятия из-за высокой стоимости и дефицита запасных частей широко применяют восстановленные детали.

В зависимости от потребности в запасных частях и технической оснащенности предприятия работы по восстановлению деталей могут выполняться различными способами, как собственными силами, так и в ремонтных организациях.

Детали восстанавливаются в том случае, если ремонт обходится дешевле приобретения новой детали. Обычно принято считать, что стоимость восстановления составляет 10 – 25 % стоимости изготовления детали, а для базовых деталей сложной конфигурации 5 – 10 %. Однако в практических условиях к восстановлению деталей приходится прибегать и при отсутствии запасных частей.

Изошенные детали можно восстанавливать до первоначальных – номинальных размеров или до новых ремонтных размеров, в дальнейшем не оказывающих влияние на технических характеристиках детали или машины в целом.

Процессы наплавки занимают одно из важных мест в современной восстановительной технологии деталей. Они применяются как для восстановления изношенных деталей машин и оборудования, так и при изготовлении новых. Последнее обусловлено необходимостью придания рабочим поверхностям деталей и изделий определенных свойств: антифрикционных, жаропрочных, кислотоупорных, коррозионно-стойких, износостойких, электро- и теплопроводных и др.

С помощью наплавки можно восстанавливать различные изделия и детали: валы различного назначения, зубья ковшей экскаваторов, поршни, штоки, подшипники, а также изделия, предназначенные для химического машиностроения и др.

Наплавка является самым прогрессивным и широко распространенным способом ремонта и восстановления различных деталей машиностроения. Она занимает около 70% всего объема работ.

Наплавкой называется процесс нанесения с помощью сварки слоя металла на поверхность изделия. Наплавку применяют для восстановления изношенных поверхностей деталей, а также повышения износостойкости поверхностей трения.

Различают следующие способы наплавки:

- ✓ Наплавка ручная дуговая;
- ✓ Наплавка под слоем флюса;
- ✓ Наплавка порошковыми проволоками;
- ✓ Наплавка вибродуговая;
- ✓ Наплавка плазменная;
- ✓ Наплавка лазерная;
- ✓ Наплавка в среде защитных газов.

Одним из наиболее распространенных и доступных способов восстановления изношенных деталей является способ ручной электро - дуговой наплавки плавящимся электродом. Достоинства этого способа:

простота, наличие необходимого оборудования, доступность расходных материалов. Недостатки - сильный нагрев деталей и, как следствие, во многих случаях их коробление.

Наплавка под слоем флюса характеризуется высокой производительностью, возможностью получать наплавленный слой толщиной до 10 мм. Недостатки: высокий нагрев, а также значительное перемешивание основного и присадочного материалов.

Порошковая проволока применяется для сварки и наплавки без защиты или с дополнительной защитой сварочной ванны газом или флюсом. Проволока, не требующие дополнительной защиты, называют самозащитной, при этом газовая и шлаковая защита металла осуществляется за счет диссоциации и расплавления содержащихся в них газообразующих и шлакообразующих материалов.

Непосредственно перед началом сварочных или наплавочных работ порошковую проволоку необходимо прокалить на режимах, указанных в нормативной или технологической документации.

Сварочные порошковые проволоки, можно использовать как при механизированном, так и при автоматизированном процессе, сварку и наплавку проволоками большинства марок выполняют с использованием постоянного тока обратной полярности. Применение порошковых проволок повышает производительность сварочных и наплавочных работ по сравнению с ручным процессом в 1,5—4 раза.

Вибродуговая наплавка применяется на многих предприятиях из-за простоты оборудования, возможности восстанавливать как наружные, так и внутренние поверхности. Однако качество наплавки невысокое, восстанавливаемая поверхность нередко получается с порами и неоднородной твердостью.

Наплавка в среде защитных газов плавящимся электродом получила наибольшее распространение на ремонтных предприятиях из-за малой стоимости, доступности расходных материалов, возможности восстановления не только стальных и чугуновых, но и бронзовых и биметаллических деталей. К недостаткам следует отнести повышенное разбрызгивание и значительное термическое влияние.

Лазерная наплавка - прогрессивный, высокотехнологичный способ. Она характеризуется слабым нагревом наплавляемой детали и высоким качеством наплавки. В настоящее время не нашла широкого применения из-за высокой себестоимости восстановления деталей, необходимости обслуживания персоналом высокой квалификации и соблюдения требований по технике безопасности.

Плазменная наплавка является современным способом нанесения износостойких покрытий на рабочую поверхность при изготовлении и восстановлении изношенных деталей машин. Плазменная наплавка широко применяется для защиты от высокотемпературного износа формокомплектов стекольной промышленности, для защиты от коррозии и износа деталей запорной и запорно-регулирующей арматуры, для упрочнения поверхности деталей, работающих при высоких нагрузках.

По выбросу вредных веществ в атмосферу технология плазменной наплавки близка к технологии аргонодуговой сварки. Уровень шума не превышает 35 - 60 дБ, шум возникает главным образом из-за работы источника сварочного тока.

Плазменная наплавка позволяет наносить слои толщиной от 0,3 до 5 мм, что дает возможность восстанавливать детали с большим износом.

Технология плазменной наплавки позволяет повысить усталостную прочность.



Рис.1. Восстановление наплавкой грейферного грузозахвата

Контроль наплавки осуществляется внешним осмотром, механическими испытаниями, химическим анализом, рентгеновским просвечиванием, а также ультразвуковой, люминесцентной, электромагнитной дефектоскопией и др. Обнаруженные дефекты подлежат исправлению.



Рис.2. Ремонт наплавкой зубьев венцевых шестерен экскаватора

Наплавка является самым распространенным способом восстановления деталей на машиностроительных предприятиях. Её широкое применение объясняется высокими технико-экономическими показателями. Наплавкой можно нарастить слой практически любой толщины, различного химического состава и физико-механических свойств.

Список литературы

1. Процессы формообразования и инструменты: учебное пособие /Федоренко М.А.Бондаренко Ю.А., Погонин А.А., Санина Т.М., Дуганов В.Я., Гаевой А.П. Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 440 с.
2. Технология сельскохозяйственного машиностроения: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"/ Ю.А. Бондаренко Федоренко М.А., Погонин А.А., Дуюн Т.А., Схиртладзе А.Г. Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 468 с.
3. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном сопровождении. Курсовое проектирование / Бондаренко Ю.А. Федоренко М.А., Санина Т.М. Севрюгина Н.С. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011 г.
4. www.stroy-technics.ru
5. www.excavator.ru

ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БОРШТАНГИ С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ ПРИ РАСТАЧИВАНИИ ОТВЕРСТИЙ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ С АЭРОСТАТИЧЕСКИМИ ОПОРАМИ

Лутьянов А.В.

МГТУ МИРЭА, г.Москва

Корпусные детали составляют 27 % от общего числа деталей машиностроения. На их изготовление затрачивается до 60 % рабочего времени.

Детали представляют собой конструкцию, имеющую отверстия ($\varnothing 180-210H6$ мм), которые определяют точность изготовления всего сборочного узла [1]. Отверстия являются местами установки подшипников и к ним предъявляются высокие требования не только по точности их размеров, но и по точности их взаимного расположения. Точность изготовления деталей в значительной степени зависит от точности растачивания этих отверстий, а также от точности применяемых подшипников. Отклонение от соосности относительно общей оси при изготовлении составляет для отверстий диаметром $\varnothing 180-320$ мм 3 – 5 мкм. Незначительное снижение геометрической точности поверхностей вызывает трудности при сборке и монтаже узлов [2], повышает уровень шума при их работе и существенно снижает надежность и долговечность изделий.

Существующие способы растачивания отверстий на горизонтально-расточных станках консольным инструментом не всегда обеспечивают достижение требований точности отверстий. Для анализа вопросов повышения точности растачивания и динамических характеристик процесса составлены уравнения движения с

учетом основных форм колебаний узлов отделочно-расточных станков. В расчетную модель включена также подсистема приспособления, податливая в направлении подачи. Система уравнений движения имеет вид:

$$\begin{aligned} m_u \cdot \ddot{U} + b_u \cdot \dot{U} + c_u \cdot U &= \sqrt{1 + \cos^2 \bar{\varphi}} \cdot P_z \cdot \Phi(t), \\ m_x \cdot \ddot{X} + b_x \cdot \dot{X} + c_x \cdot X &= \mu \cdot \sin \bar{\varphi} \cdot P_z \cdot \Phi(t), \\ T_p \cdot \dot{P}_z + P_z &= \left[-k_p \cdot x_y \cdot \cos \xi \cdot \cos \bar{\varphi} \cdot U + P_{z0} - k_p \cdot x_x \cdot \sin \bar{\varphi} \cdot X \right] \cdot \Phi(t), \end{aligned}$$

где $\ddot{U}, \dot{U}, U \in \ddot{X}, \dot{X}, X$ - ускорения, скорости и перемещения соответственно борштанги и приспособления;

m_u и m_x - приведенные массы борштанги и приспособления;

b_u и b_x - характеристики демпфирования;

T_p - инерционная постоянная стружкообразования;

k_p - коэффициент резания;

P_{z0} - постоянная составляющая силы резания.

$$\Phi(t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq t \leq q \frac{2\pi}{\omega}; \\ 1 & q \frac{2\pi}{\omega} \leq t \leq \frac{2\pi}{\omega}, \end{cases}$$

где $q = \frac{\Delta t}{T}$ - параметр формы параметрического возбуждения;

t - интервал времени, когда резание прерывается;

$T = \frac{2\pi}{\omega}$ - период вращения шпинделя.

Результаты расчетов при варьировании вылета приспособления от 0,04 до 0,2 м с шагом 0,01 м представлены на рисунке в виде графиков изменения уровней колебаний борштанги A_u при изменении скорости резания. Влияние параметров приспособления на уровень колебаний в упругой системе увеличивается с ростом вылета приспособления.

С помощью таких преобразований была разработана математическая модель для определения отклонения от соосности относительно общей оси, на основе которой построена трехмерная модель для определения влияния прогибов борштанг при подаче сжатого воздуха в аэростатические опоры на отклонение от соосности. Математическая модель имеет вид:

$$y = 3,79 + 1,61 \cdot x_1 + 1,27 \cdot x_2 - 0,75 \cdot x_1^2 - 1,24 \cdot x_2^2 + 0,25 \cdot x_1 \cdot x_2$$

где x_1 - давление подаваемого воздуха, МПа;

x_2 - величина смазочного зазора в аэростатических втулках, мм.

Модель подразумевает два разных положения основных устройств приспособления с аэростатическими опорами:

- борштанга находится в опорах без подачи воздуха, что дает наглядный материал для анализа влияния провисания борштанг на соосность отверстий;

- рабочее положение при включенном воздухе, что приводит к выпрямлению оси аэростатического приспособления и дает неопровержимый запас повышения точности обработки отверстий шпиндельной оси.

После построенной модели на РС задается способ нагружения борштанг, как равномерное распределение нагрузки по длине и запускается программа расчета.

Проведенные расчеты в большой степени отражают реальную связь рельефа и оси поверхности и могут способствовать более глубокому изучению механизма возникновения отклонения от соосности относительно общей оси. Полученное уравнение регрессии показывает, что оба фактора и давление подаваемого воздуха, и величина смазочного зазора в аэростатических втулках оказывают одинаковое влияние на параметр оптимизации,

так как полученные коэффициенты по абсолютной величине примерно равны. Однако характер влияния факторов различен.

Список литературы

1. Лутьянов А.В., Медведева С.И. Математическая модель динамического взаимодействия борштанг на точность растачивания отверстий корпусных деталей в приспособлениях "Актуальные направления научных исследований: от теории к практике": материалы III междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 29 янв. 2015 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015 г. ISBN 978-5-906626-59-2.
2. Назаров Ю.Ф., Марголит Р.Б., Лутьянов А.В. Особенности растачивания отверстий корпусных деталей в приспособлениях с аэростатическими опорами // Техника и технология. 2008. №3. С. — 7-8.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ РЕМОНТИРУЕМОЙ ЦАПФЫ

Бондаренко Ю.А., Федоренко М.А.

БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород

Разработанные технологии восстановления геометрической точности базовых внутренних поверхностей цапф шаровых трубных мельниц предусматривают обработку этих крупногабаритных деталей без их демонтажа с агрегата [1-7]. При этом базирование деталей осуществляется по их конструкторским базам при одновременном использовании рабочих вращений агрегатов (шаровых трубных мельниц) для создания движений резания. В этом случае имеет место токарная обработка, основными характерными особенностями которой являются:

- отсутствие жёсткой кинематической связи обрабатываемой детали с опорными (базирующими) элементами и режущим инструментом;
- базирование детали происходит по вспомогательным поверхностям, в результате чего возникает неопределенность базирования и обрабатываемая цапфа имеет определенное число степеней свободы;
- деталь не закрепляется в осевом и в радиальном направлениях, а усилие силовой фиксации создается ее массой;
- геометрия обрабатываемой поверхности изменяется в пределах каждого оборота мельничного агрегата, по мере перемещения режущего инструмента.

В соответствии с этим для выявления путей управления технологическим процессом обработки были проведены исследования влияния погрешности базирования цапфы на точность ее обработки.

Основным направлением решения этой задачи является разработка технологических методов компенсации погрешности базирования. При этом необходимо также осуществление слежения за положением детали в пространстве таким образом, чтобы при выполнении каждого оборота мельничного агрегата или прохода обеспечивалось достижение более высокой точности геометрической формы цилиндрической поверхности.

Отличительной особенностью обработки внутренней поверхности цапфы с помощью приставных станков является осуществление базирования по вспомогательным поверхностям (технологическим базам). В результате этого может проявляться копирование исходной погрешности геометрической формы и в частности отклонения от круглости $\Delta_{крз}$, которое одновременно может возникать в точках опоры каждого ролика $\Delta_{кр1-4}$. При непрерывном вращении цапфы с опорой на четыре ролика имеет место совокупное влияние погрешности установки детали, формируемой одновременно четырьмя опорными роликами. Влияние подвижных опор на смещение оси вращения цапфы зависит от скорости перемещения, т.е. реагирования на изменение размера диаметра бурта цапфы мельницы.

При равенстве геометрических отклонений каждого из опорных роликов смещение оси вращения не происходит:

$$\Delta_{кр1} = \Delta_{кр2} = \Delta_{кр3} = \Delta_{кр4} = \Delta_{кр..}$$

В связи с тем, что оси эллипсов переднего и заднего буртов смещены относительно друг друга, то при прохождении через опорный ролик большой или малой оси происходит смещение подвижной опоры на величину $\pm \Delta$ в зависимости от величины оси.

В том случае, если одна из опор (Рисунок 1), например, вторая передвинется на некоторую величину $\pm \Delta_1$, то возникший момент относительно центра O будет пытаться развернуть сферическое основание на величину:

$$\Delta_1 = \sin \alpha R.$$

Однако, величина этой погрешности снижается за счет увеличения давления в остальных трех опорах, остающихся практически неподвижными и воспринимающими основную нагрузку.

В случае отклонения размеров каждого из подвижных роликов:

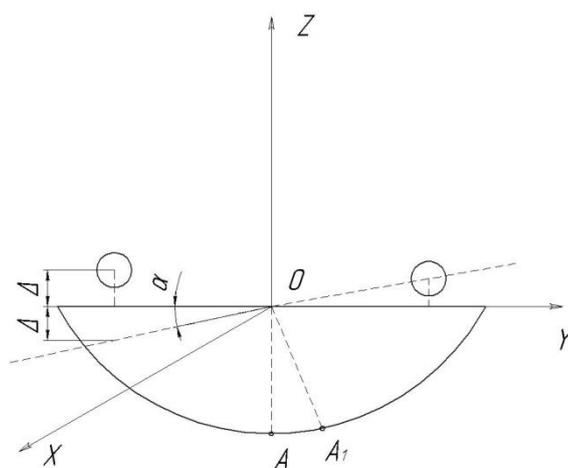
$$\Delta_{кр1} \neq \Delta_{кр2} \neq \Delta_{кр3} \neq \Delta_{кр4}$$

смещение центра оси вращения цапфы в вертикальном Δ_z и горизонтальном Δ_y направлениях будет изменяться на величину разности отклонений диаметральных размеров роликов при условии одновременного совпадения отклонений в одной из координат, т.е. по осям Z или Y .

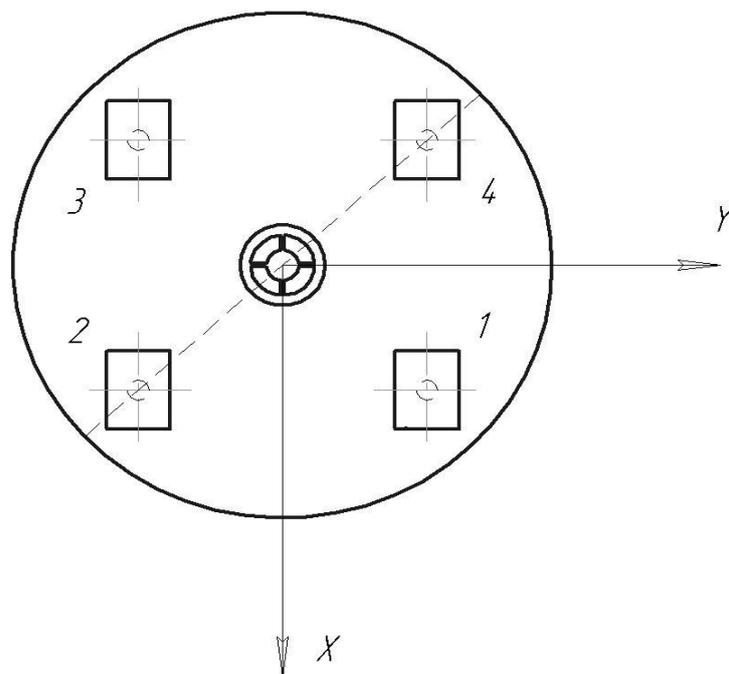
Смещение цапфы по оси X не происходит, т.к. второй конец мельницы зафиксирован от перемещения по этой оси [8].

Для расчета возможного перемещения оси вращения в пространстве при обработке внутренних поверхностей при условии базирования цапфы шаровой мельницы на четырех подвижных опорах, необходимо учитывать следующие условия:

- определения разности размеров полуосей эллипсов буртов цапфы (вспомогательных базовых поверхностей);
- выявления разности диаметральных размеров роликов подвижных опор;
- устранения возможного одновременного совпадения одноименных отклонений размеров в одном направлении по осям Z или Y ;
- расчета скорости перемещения подвижных опор.



a)



б)

Рис.1. Схема к расчету геометрических отклонений каждого из опорных роликов

Список литературы

1. Пат. 67907 Российская Федерация, МПК⁷ В23В 45/00. Приставной сверлильный станок для сверления и растачивания отверстий в крупногабаритных фланцевых соединениях / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2007118515; заявл. 17.05.2007; опубл. 10.11.2007, Бюл. №31. – 1 с.
2. Пат. 31116 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/00. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003107122/20; заявл. 14.03.03; опубл. 20.07.03, Бюл. №20. – 1 с.
3. Пат. 31346 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106247/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
4. Пат. 31347 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106249/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
5. Пат. 89830 Российская Федерация, МПК⁷ В23В5/00. Станок для обработки внутренних поверхностей цапф помольных мельниц/Т.М. Санина, Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2009132048/22, заявл. 25.08..2009, опубл. 20.12.2009 г. Бюл. № 35.
6. Пат. 75339 Российская Федерация, МПК⁷ Станок для обработки цапф помольных мельниц/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2008104754/22, заявл. 07.02.2008, опубл. 10.08.2008 г. Бюл. № 22.
7. Пат. 38657 Российская Федерация, МПК⁷ В23 В5/32. Станок для обработки внутренних поверхностей тел вращения большого диаметра без их демонтажа / Ю.А Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003136526/20; заявл. 17.12.2003; опубл. 10.07.2004, Бюл. №20. – 1 с.
8. Санина Т.М. Способ восстановления работоспособности внутренних поверхностей вращения цапф крупногабаритного промышленного оборудования в условиях эксплуатации (монография) / Т.М. Санина. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2011 г. – 114 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКЕ С ГИДРОУПОРАМИ

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

БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород

При производстве цемента полученный в глиноболтушке шлам с влажностью около 45 % выпускается через отверстие с сеткой и подается в шаровую трубную мельницу, куда непрерывно добавляется дробленый известняк. Трубная мельница представляет собой стальной барабан длиной до 16 м, диаметром до 5 м, который вращается на полых цапфах, опирающихся на подшипники скольжения. Через входную цапфу мельницы загружают продукт помола, а с другой стороны через разгрузочный узел - разгружают. Внутри мельница имеет перегородки с отверстиями на три камеры. В первой и второй камерах загружены стальные или чугунные шары, а в третьей — небольшие мелющие тела. Через полу цапфу с помощью шнека шлам поступает в первую камеру трубной мельницы. При вращении мельницы шары растирают материал. Трубные мельницы являются непрерывно действующим оборудованием и их детали и узлы подвергаются износу. Для того чтобы сократить время простоя мельницы в ремонте разрабатывают специальные переносные станки [1-6]. При ремонте на таких станках цапф мельниц их базирование производят по выступам (буртам), а наружную поверхность вращения аппроксимируют эллипсами (Рисунок 1).

Уравнения эллипсов в параметрическом виде будет:

$$\begin{cases} z_1 = b_1 \cdot \sin t \\ y_1 = a_1 \cdot \cos t \end{cases}; \quad \begin{cases} z_2 = b_2 \cdot \sin t' \\ y_2 = a_2 \cdot \cos t' \end{cases},$$

где t - параметр.

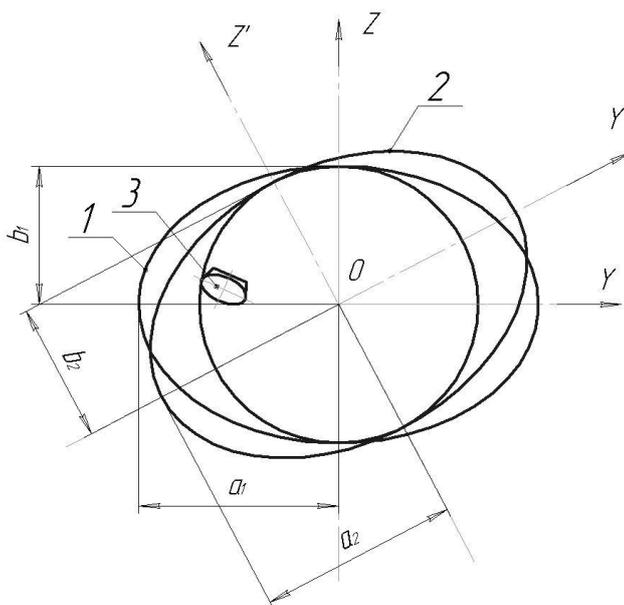


Рис. 1. Взаимное расположение поверхностей при обработке:

1 – базовый эллипс; 2 – базовый эллипс; 3 - резец

Если угол поворота радиуса ρ , который определяет расстояние от центра первого эллипса до его образующей в системе координат ZOY равен α , то параметр t :

$$t = \operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \operatorname{tg} \alpha \right).$$

Если совместить радиус ρ с осью OY системы ZOY имеем:

$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = b_1 \sqrt{\frac{\frac{a_1^2}{b_1^2} \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \frac{a_1^2}{b_1^2} \operatorname{tg}^2 \alpha}} ; \\ y_1 = a_1 \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{a_1^2}{b_1^2} \operatorname{tg}^2 \alpha}} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} z_2 = b_2 \sqrt{\frac{\frac{a_2^2}{b_2^2} \operatorname{tg}^2 (\alpha + \varphi)}{1 + \frac{a_2^2}{b_2^2} \operatorname{tg}^2 (\alpha + \varphi)}} . \\ y_2 = a_2 \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{a_1^2}{b_1^2} \operatorname{tg}^2 (\alpha + \varphi)}} \end{array} \right.$$

Поместив начало координат в точку вершины резца, получим величину коррекции для текущего угла поворота α :

$$\Delta_{\text{корр}} = \frac{\Delta(L-c)}{L}, \quad \Delta = \Delta_{12} + \Delta_{2\rho} - \Delta_{1\rho}, \quad \Delta_{12} = \rho_{10} - \rho_{20}, \quad \Delta_{1\rho} = \rho_{10} - \rho_1, \quad \Delta_{2\rho} = \rho_{20} - \rho_2,$$

где ρ_{10} - начальное расстояние от оси восстанавливаемой цапфы до образующей второго бурта; ρ_{20} - начальное расстояние от оси цапфы до второго бурта; ρ_1 - текущее расстояние от оси цапфы до образующей первого бурта цапфы; ρ_2 - текущее расстояние от оси до образующей второго бурта цапфы.

$$\Delta_{\text{корр}} = \frac{(\rho_1 - \rho_2)(L-c)}{L},$$

$$\rho_1 = \frac{y_1}{\cos \alpha}; \quad \rho_2 = \frac{y_2}{\cos(\alpha + \varphi)}.$$

Схема для расчета параметра t представлена на Рисунке 2.

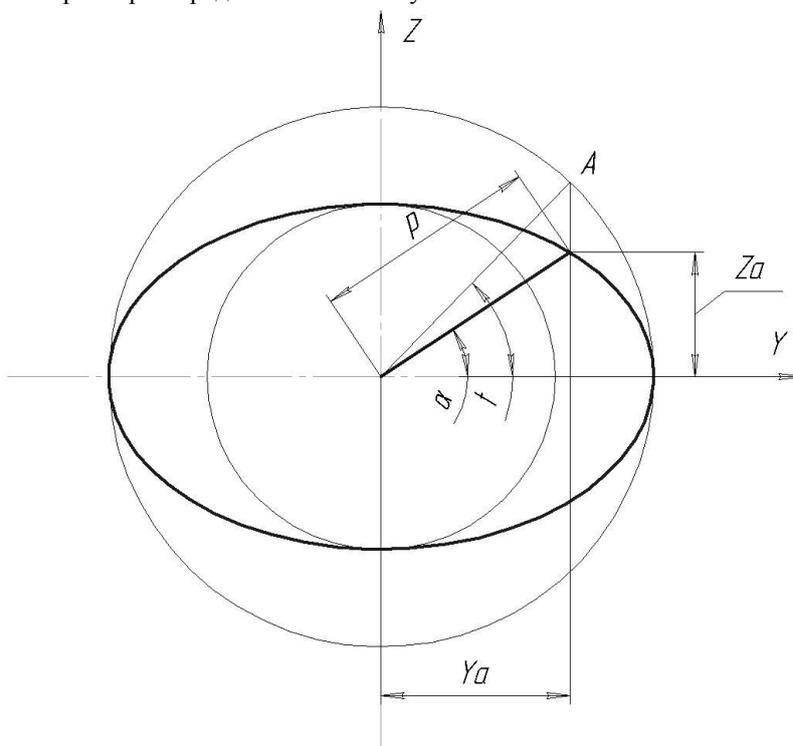


Рис.2. Расчетная схема для параметра t

Выражаем $\Delta_{\text{корр}}$ через технологические режимы обработки и время:

$$\alpha = n \cdot T_{\text{обр}}; \quad c = S \cdot T_{\text{обр}}.$$

В результате:

$$\Delta_{\text{корр}} = \frac{(L - S \cdot T_{\text{ооб}})}{L} \cdot \left(\frac{a \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{a_1^2}{b_1^2} \text{tg}^2(n \cdot T_{\text{ооб}})}}}{\cos(n \cdot T_{\text{ооб}})} - \frac{a \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{a_2^2}{b_2^2} \text{tg}^2(n \cdot T_{\text{ооб}} + \varphi)}}}{\cos(n \cdot T_{\text{ооб}} + \varphi)} \right),$$

$$y = \Delta_{\text{корр}} = f(c, n, T_{\text{ооб}}, \varphi, a_1, a_2, b_1, b_2).$$

Уравнение траектории вершины резца:

$$c = S \cdot T_{\text{ообр}}.$$

$$y = \frac{(L - c \cdot T_{\text{ооб}})}{L} \cdot \left(\frac{a \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{a_1^2}{b_1^2} \text{tg}^2(n \cdot T_{\text{ооб}})}}}{\cos(n \cdot T_{\text{ооб}})} - \frac{a \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{a_2^2}{b_2^2} \text{tg}^2(n \cdot T_{\text{ооб}} + \varphi)}}}{\cos(n \cdot T_{\text{ооб}} + \varphi)} \right)$$

Таким образом, определена траектория перемещения режущего инструмента при обработке цапфы шаровой трубной мельницы на нестационарном станке с гидроупорами [7], с учетом величины коррекции от характеристик базовых поверхностей, времени и параметров обработки.

Список литературы

1. Федоренко Т.М., Восстановление работоспособности цапф помольных мельниц с применением переносного станка/Т.М. Федоренко, М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко. Технология машиностроения. 2009. № 3. С. 20-21.
2. Пат. 31116 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/00. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003107122/20; заявл. 14.03.03; опубл. 20.07.03, Бюл. №20. – 1 с.
3. Пат. 31346 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106247/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
4. Пат. 31347 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106249/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
5. Пат. 89830 Российская Федерация, МПК⁷ В23В5/00. Станок для обработки внутренних поверхностей цапф помольных мельниц/Т.М. Санина, Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – №2009132048/22, заявл. 25.08.2009, опубл. 20.12.2009 г. Бюл. № 35.
6. Пат. 75339 Российская Федерация, МПК⁷ Станок для обработки цапф помольных мельниц/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2008104754/22, заявл. 07.02.2008, опубл. 10.08.2008 г. Бюл. № 22.
7. Федоренко М.А., Федоренко Т.М., Бондаренко Ю.А. Исследование обеспечения необходимой шероховатости поверхности крупногабаритных вращающихся деталей приставными станочными модулями. Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова, № 2, Белгород, изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008 г. с. 35-38

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦАПФЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКЕ С ГИДРОУПОРАМИ

Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Погонин А.А., Ковалёв Е.А.

БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород

Помол широко используется в цементном производстве, например, при измельчении цемента, гипса, извести, а также других строительных материалов. Это один из важных, но и наиболее дорогостоящих технологических процессов в производстве строительных материалов. Для помола в зависимости от назначения и физико-механических свойств размалываемого материала применяют мельницы различных конструкций, типоразмеров и принципов действия.

Мельницы применяют для помола как однородных материалов, так и материалов с различными добавками. Шаровые мельницы в своей конструкции имеют пустотелые барабаны, футерованные плитами из износостойчивой стали с полыми цапфами, опирающимися на подшипники.

В связи с тем, что в процессе помола посадочные поверхности цапф изнашиваются для их ремонта с целью повышения эффективности помола, снижения периодов простоя и экономии энергии променяют специальное оборудование [1-5].

При проведении замеров посадочных мест цапфы трубной мельницы было установлено, что от периферии к середине размер диаметра уменьшается и кривые, полученные по этим размерам, образуют поверхность близкую по форме к однополостному гиперboloиду.

Известно уравнение однополостного гиперboloида:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1,$$

где a, b, c - полуоси гиперboloида.

Данное уравнение можно представить в виде:

$$\left(\frac{x}{a} + \frac{z}{c}\right)\left(\frac{x}{a} - \frac{z}{c}\right) = \left(1 + \frac{y}{b}\right)\left(1 - \frac{y}{b}\right).$$

Записываем две системы уравнений, которыми описывается поверхность однополостного гиперboloида:

$$\begin{cases} \frac{x}{a} + \frac{z}{c} = k_1 \left(1 + \frac{y}{b}\right) \\ \frac{x}{a} - \frac{z}{c} = \frac{1}{k_1} \left(1 - \frac{y}{b}\right) \end{cases}; \quad \begin{cases} \frac{x}{a} + \frac{z}{c} = k_2 \left(1 - \frac{y}{b}\right) \\ \frac{x}{a} - \frac{z}{c} = \frac{1}{k_2} \left(1 + \frac{y}{b}\right) \end{cases};$$

где K_1, K_2 - произвольные параметры, меняя которые можно получать всю совокупность образующих, изменяющихся на поверхности гиперboloида.

Величины отклонений диаметров изношенной посадочной поверхности цапфы опорного узла мельницы в каждом конкретном случае задаются значениями a, b, c . Таким образом, результат можно представить в первом приближении, как поверхность, аппроксимирующую исходную поверхность восстанавливаемой цапфы.

По проведению статистических исследований установлено, что при длительной эксплуатации цапф их посадочные места изменяют цилиндрическую форму и в некоторых случаях приобретают гиперболическую форму.

При ремонте цапфы используют базирование буртами на приставном станке [6, 7] с гидравлическими упорами (Рисунок 1).

Бурты цапфы по диаметральному размеру могут иметь отклонение до 6 мм, т.е. их в первом приближении можно принять за эллипсы и с учетом этого, рассматривать возможность получения цилиндрической поверхности при ремонте или восстановлении. Если взять две точки на противоположных поверхностях цапфы и соединить их прямой, при условии, что она вращается вокруг оси вращения цапфы, то получаем уравнение поверхности:

уравнение первого эллипса:

$$\left. \begin{aligned} z &= a \cdot \cos t \\ y &= b \cdot \cos t \end{aligned} \right\};$$

уравнение второго эллипса:

$$\left. \begin{aligned} z \cdot \cos \varphi - y \cdot \sin \varphi &= a \cdot \cos t \\ z \cdot \sin \varphi + y \cdot \cos \varphi &= b \cdot \cos t \end{aligned} \right\},$$

уравнение прямой:

$$\frac{x - x_m}{x_n - x_m} = \frac{y - b \cdot \sin t}{y_2 - b \cdot \sin t} = \frac{z - a \cdot \cos t}{z_2 - a \cdot \cos t}.$$

Запишем уравнение обрабатываемой поверхности:

$$\frac{x - x_m}{x_n - x_m} = \frac{(\sqrt{y^2 - z^2} - b) \cdot \sin t}{y_2 - b \cdot \sin t} = \frac{(\sqrt{y^2 - z^2} - a) \cdot \cos t}{z_2 - a \cdot \cos t}.$$

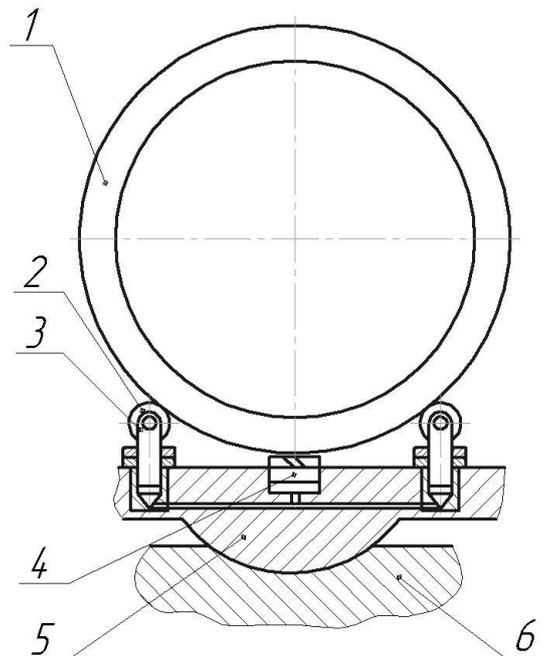


Рис.1. Станок с гидроупорами:

1 – цапфа опорного узла мельницы; 2 – ролик; 3 – плунжер; 4 – гидроаккумулятор; 5 – сферическая опора; 6 – опора мельницы

После преобразований и ввода обозначений получим уравнение тела вращения:

$$y_2 = \frac{b \cdot \sin t - a \cdot \cos t \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varphi + \cos \varphi},$$

$$z_2 = \frac{a \cdot \cos t}{\cos \varphi} + (b \cdot \sin t - a \cdot \cos t \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \sin \varphi.$$

$$y_2^* = \frac{y_2}{\sin t}, \quad z_2^* = \frac{y_2^2}{\cos t}, \quad p_2 = z_2^* - a, \quad p_1 = y_2^* - b.$$

$$y^2 + z^2 = \frac{(p_1 \cdot a - p_2 \cdot b)^2}{(p_1 - p_2)^2},$$

$$y^2 + z^2 = \varphi(t).$$

$$\left. \begin{array}{l} y^2 + z^2 = \varphi(t) \\ x = \psi(t) \end{array} \right\}.$$

Получено уравнение поверхности при вращении цапфы на двух эллипсах без смещения их осей.

Если принять, что плоскость движения резца параллельна оси вращения цапфы, и ввиду того, что погрешность от ее смещения мала, можно описать траекторию перемещения режущего инструмента в плоскости движения в зависимости от факторов системы.

Список литературы

1. Федоренко М.А., Федоренко Т.М., Бондаренко Ю.А. Исследование обеспечения необходимой шероховатости поверхности крупногабаритных вращающихся деталей приставными станочными модулями. Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова, № 2, Белгород, изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008 г. с. 35-38
2. Федоренко Т.М., Восстановление работоспособности цапф помольных мельниц с применением переносного станка/Т.М. Федоренко, М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко. Технология машиностроения. 2009. № 3. С. 20-21.
3. Пат. 31116 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/00. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003107122/20; заявл. 14.03.03; опубл. 20.07.03, Бюл. №20. – 1 с.
4. Пат. 31346 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106247/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
5. Пат. 31347 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106249/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
6. Пат. 89830 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/00 Станок для обработки внутренних поверхностей цапф помольных мельниц_/ Т.М. Санина, Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2009132048/22, заявл. 25.08.2009, опубл. 20.12.2009 г. Бюл. № 35.
7. Пат. 75339 Российская Федерация, МПК⁷ В23В5/00 Станок для обработки цапф помольных мельниц/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Федоренко., заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2008104754/22, заявл. 07.02.2008, опубл. 10.08.2008 г. Бюл. № 22.

РАЗРАБОТКА ВОЗДУШНОГО ПЛАЗМАТРОНА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Бондаренко Ю.А., Федоренко М.А., Липчанская Ю.Г.

БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород

Плазматрон — техническое устройство, в котором при протекании электрического тока через разрядный промежуток образуется плазма, используемая для обработки материалов. Буквально, плазматрон означает — генератор плазмы.

Плазматроны используются главным образом в промышленности в технологических целях, но устройства, аналогичные плазматрону, применяют и в качестве плазменных двигателей.

Плазматроны бывают:

Электродуговые:

- ✓ С прямой дугой.
- ✓ С косвенной дугой.

- ✓ С электролитическим электродом (электродами).
- ✓ С вращающейся дугой.
- ✓ С вращающимися электродами.

Высокочастотные:

- ✓ Индукционные
- ✓ Ёмкостные

Комбинированные:

Работают при совместном действии токов высоких частот (ТВЧ) и при горении дугового разряда, в том числе с сжатием разряда магнитным полем.

Соответственно, наиболее широкое распространение получили дуговые и высокочастотные (ВЧ) плазматроны.

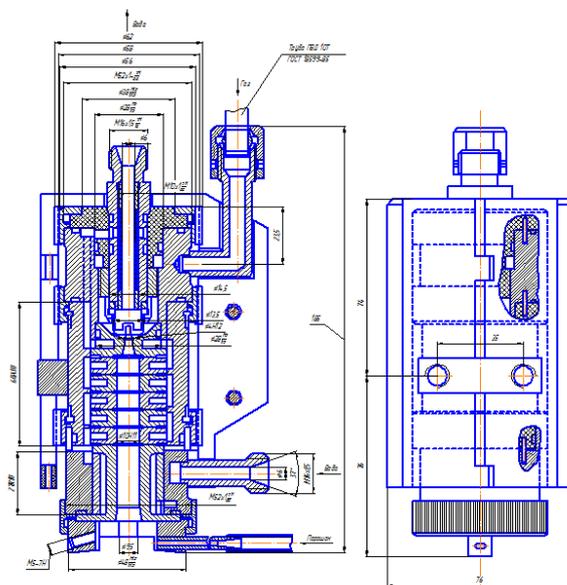


Рис.1. Воздушный плазматрон

Сущность воздушно-плазменной резки заключается в высококонцентрированном интенсивном расплавлении металла вдоль линии реза теплом сжатой электрической дуги и удалении жидкого металла высокоскоростным плазменным потоком.

Эффект от воздушно-плазменной резки достигается за счет максимальной производительности, универсальности процесса и обеспечения высокого качества реза любых металлов и сплавов.

Плазматроны в зависимости от мощности имеют воздушное или водяное охлаждение. Ручной плазматрон состоит из режущей головки и пластмассового корпуса с подходящими к нему воздухотокоподводом и проводами. Плазматроны для механизированной резки обычно имеют проточное водяное охлаждение. Основными расходимыми элементами плазматрона являются специальный электрод и сопло. В процессе работы зажигание режущей плазменной дуги производится с помощью вспомогательной дуги малой мощности, которая возбуждается искровым разрядом от осциллятора установки.

Воздушно-плазменная резка может осуществляться в цеховых, монтажных или полевых условиях, в ручном или автоматическом режимах, при нахождении изделий в любом пространственном положении. Резка ведётся на постоянном токе прямой (для специальных плазматронов - на обратной) полярности. В качестве плазмообразующего и охлаждающего газов используется сжатый воздух давлением 3,5-6,0 ати, который может быть получен от индивидуального компрессора или из имеющейся цеховой магистрали. Перед подачей на установку плазменной резки воздух дополнительно должен пройти через влагомаслоотделитель. При ручной ПР плазматрон может скользить по разрезаемой детали за счёт использования диэлектрического сопла-насадки. Скорость резки задаётся рекомендуемыми технологическими режимами в зависимости от разрезаемого материала, его толщины и тока дуги из диапазона 0,07-6,0 м/мин.

Отличительные особенности воздушно-плазменной резки по сравнению с аналогами - газовой, лазерной, вибрационной резкой, электродуговой строжкой, резкой на ножовочных, круглопильных, токарно-отрезных станках и ножницах, процесс воздушно-плазменной резки имеет преимущества:

- ✓ универсальность процесса, т.е. возможность резки на одном и том же оборудовании различных электропроводных материалов;
- ✓ большую (в 2-3 раза) скорость резки металлов малых и средних толщин (до 50 мм) по сравнению с другими термическими способами резки;
- ✓ применение недорогого и недефицитного газа (обычно - сжатого воздуха);
- ✓ значительное уменьшение термических деформаций разрезаемого изделия;
- ✓ мобильность при использовании малогабаритных установок с воздушным охлаждением для ручной воздушно-плазменной резки;
- ✓ простота в эксплуатации.

Сегодня плазматроны с успехом используют в работе с тонкой автомобильной сталью, в жилищно-коммунальном хозяйстве, в строительно-монтажных и многих других работах.

Плазматрон может быть использован для разделительной поверхностной и резки, прожигания отверстий, пайки, плавления, локального нагрева черных и цветных металлов, бетона и других материалов, а также в работе по камню, разделки стеклоткани.

Уникальность плазматрона, прежде всего в экономической эффективности. Так как для его применения не требуется компрессоров, трансформаторов, газобаллонного и другого, имеющего большой вес оборудования.

Важным фактором эффективности является минимальный расход электроэнергии, что в течение года эксплуатации даёт значительную экономию по сравнению с применением сварочных трансформаторов. При этом не требуется высокое напряжение, что не везде доступно. В полевых условиях, плазматрон обеспечивает многократную экономию на расходе дорогостоящих нефтепродуктов для генераторов.

Рабочей жидкостью для плазматронов, в зависимости от процесса, является либо обычная вода, либо 50% раствор спиртов или ацетона для качественной сварки.

Использование плазматрона, имеет фактор многофункциональности, он легко режет любой негорючий материал: нержавеющую и высоколегированную сталь, алюминий, титан, кирпич, бетон, керамику.

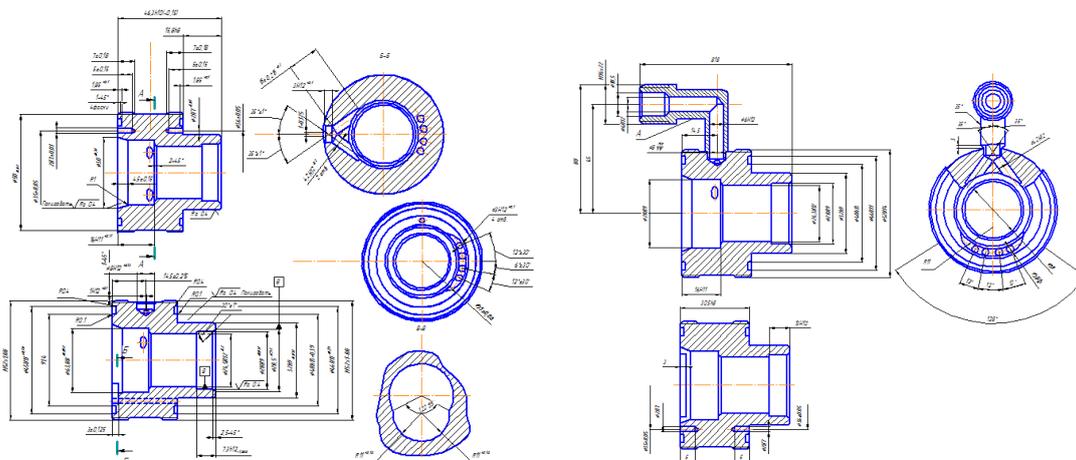


Рис.2. Корпуса плазматрона

Плазменная обработка получила широкое распространение вследствие высокой по промышленным стандартам температуры плазмы ($\sim 10^4$ K), большого диапазона регулирования мощности и возможности сосредоточения потока плазмы на обрабатываемом изделии; при этом эффекты плазменной обработки достигаются как тепловым, так и механическим действием плазмы (бомбардировкой изделия частицами плазмы, движущимися с очень высокой скоростью — так называемый скоростной напор плазменного потока).

Удельная мощность, передаваемая поверхности материала плазменной дугой, достигает 10^5 — 10^6 Вт/см², в случае плазменной струи она составляет 10^3 — 10^4 Вт/см². В то же время тепловой поток, если это необходимо, может быть рассредоточен, обеспечивая «мягкий» равномерный нагрев поверхности, что используется при наплавке и нанесении покрытий.

Плазменные методы восстановления деталей машин основываются на использовании теплофизических свойств ионизированного газа (плазмы). Так как выделить плазму в чистом виде весьма трудно, то для технических целей используют дуговой разряд, обогащенный плазмой, т.е. в дуговом разряде наряду с

заряженными частицами (ионами и электронами) содержатся и нейтральные частицы. Такое состояние газа называется низкотемпературной плазмой (температура на выходе из сопла плазмотрона около 5000 ... 7000 К).

В качестве плазмообразующих газов самостоятельно могут быть использованы аргон, азот, гелий, аммиак. Водород и кислород применяются в смеси с аргонном, азотом.

Список литературы

1. Технология сельскохозяйственного машиностроения: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"/ Ю. А. Бондаренко Федоренко М.А., Погонин А.А., Дуюн Т.А., Схиртладзе А.Г. Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 468 с.
2. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном сопровождении. Курсовое проектирование / Бондаренко Ю.А. Федоренко М.А., Санина Т.М. Севрюгина Н.С. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011 г.
3. www.gibkorez.ru
4. [www . industrial-tech.ru](http://www.industrial-tech.ru)

СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН

Иванова П.В., Иванов С.Л., Кувшинкин С.Ю., Шибанов Д.А.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г.Санкт-Петербург

На стадии создания машины закладывается ее конструктивный ресурс, определяемый параметрами и особенностями конструкции, заложенными при проектировании, выработка которого планируется на весь срок службы горной машины. Так, для карьерных экскаваторов производства ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» конструктивный ресурс экскаваторов типа ЭКГ-10 и ЭКГ-15 при эксплуатации в нормальных условиях рассчитан на срок 17 лет с двумя капитальными ремонтами, в тоже время срок службы экскаваторов новой продуктовой линейки составляет 20 лет эксплуатации [1].

Технология изготовления и монтажа оказывает большее влияние на ресурс узлов и деталей экскаватора.

Определяющее влияние на срок службы экскаваторов оказывают внешние факторы:

- Горно-геологические и горнотехнические;
- Климатические;
- Качество подготовки забоя и горной массы;
- Качество управления экскаватором;
- Организация ведения горных работ;
- Система и уровень технического сервиса.

Наиболее распространенной системой ТО и Р карьерных экскаваторов является система планово-предупредительных ремонтов (ППР). Техническое обслуживание (ТО) и плановые ремонты проводятся в заранее установленные сроки по достижении наперед заданной наработки, гарантирующей недопущение отказа, и имеют дифференцированный объем. Достоинствами системы ППР являются: возможность планировать ремонтные работы и определять мощность ремонтной базы предприятия; обеспечение стабильной и устойчивой организации работы ремонтной службы; меньший расход запасных частей и меньшая стоимость ремонта по сравнению со стандартной системой. Недостатками системы ППР на большинстве горных предприятиях являются недостаточные точность планирования и, следовательно, эффективность сервисного обслуживания из-за формализованного подхода, разнородности условий эксплуатации ограниченного числа единиц техники и недостаточности достоверной статистической базы изменения технического состояния экскаваторов во времени.

В настоящее время совершенствование системы ППР в основном идет по следующим направлениям:

- переход к планированию межремонтных сроков по наработке, что в большей степени отражает фактический износ оборудования, чем планирование по времени;
- централизация всех видов ТО и Р и специализация ремонтных рабочих на выполнении узкого круга операций;
- внедрение агрегатно-узлового метода ремонта;

- внедрение методов и средств технической диагностики состояния машин;
- разработка и внедрение автоматизированных систем управления техническим состоянием оборудования.

На сегодняшний день система ППР устарела и имеет ряд недостатков, явно выражающихся в современных условиях функционирования горного предприятия – недооценка фактических условий работы и состояния оборудования, не ритмичность работы оборудования, устаревшие нормативы, значительные отклонения фактических данных работы оборудования от плановых, проведение излишних ремонтов, т.е. ремонтов исправного оборудования, и, как следствие – излишний рост эксплуатационных затрат [2].

Проведение технического обслуживания и ремонта основывается на применении трех базовых схем (стратегий): обслуживание по факту отказа, профилактическое обслуживание и обслуживание по состоянию [3].

Профилактическое обслуживание (Preventive Maintenance - PM) не что иное, как система ППР.

Техническое обслуживание и ремонты по факту отказа, т.е. после наступления сбоя (Run to Breakdown - RtB), так же известна, как реактивное техническое обслуживание (RtB). Подход обычно применяется для объектов, отказ которых не вызывает существенных последствий, а проведение работ по восстановлению несложен. Система RtB является наиболее простой системой обслуживания, но и наиболее дорогостоящей. При данной системе организации ТО и Р не производится каких-либо мероприятий по поддержанию технического состояния в течение запланированного периода эксплуатации, в том числе не контролируются технические и технологические параметры оборудования. Ремонт или замена оборудования производится при выходе его из строя (аварийный отказ) или при выработке ресурса. Как правило, стоимость ремонта по факту – многократно превышает планируемые расходы. В связи с тем, что экскаватор является сложной технической системой, и может быть отнесен к изделиям конкретного назначения вида I высокой категории опасности, а так же является одним из основных звеньев последовательной технологической цепочки горного производства, система *RtB* не применяется для обслуживания карьерных экскаваторов.

Система обслуживания по фактическому состоянию (Condition Based Maintenance - CBM) является более прогрессивной системой ТО и Р и уже внедряется в ряде отраслей промышленности. Суть технологии состоит в том, что обслуживание и ремонты производятся в зависимости от реального текущего технического состояния механизма, контролируемого в процессе эксплуатации без каких-либо разборок и ревизий, на базе контроля и анализа соответствующих параметров. Идея системы обслуживания по состоянию (*CBM*) состоит в минимизации отказов путем применения методов мониторинга и технической диагностики состояния с использованием средств неразрушающего контроля.

При появлении каких-либо факторов, вызывающих отклонения от нормального состояния механизма, своевременное диагностирование позволяет обнаружить эти отклонения. При этом определяются реальные причины происходящих изменений в каждой конкретной ситуации, принимаются обоснованные решения по их устранению.

Необходимым условием применения системы *CBM* является оснащение машин современными информационно-диагностическими системами.

Преимущества такой системы технического обслуживания и ремонта очевидны:

- предприятие имеет объективные данные о текущем техническом состоянии оборудования;
- не нарушается нормальная работа механизма из-за необоснованного вмешательства;
- технически достоверно определяются необходимые сроки и объемы ремонтных и наладочных работ, контролируется качество их выполнения.

Недостатком системы обслуживания по состоянию *CBM* является ситуация, когда необходимость проведения ремонтных работ на нескольких экскаваторах одновременно превышает возможности ремонтной службы, что ставит под удар всю систему обслуживания; одновременный вывод из эксплуатации нескольких основных технологических машин нарушает устойчивость работы всего предприятия.

Система бережливого производства (Lean Production) – концепция, основанная на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь. Широко известны такие системы бережливого производства, как 5S, TQM, JIT и TPM. Особое внимание стоит уделить системе всеобщего производительного обслуживания, известной в английском сокращении как *TPM* (Total Productivity Maintenance). Термин "всеобщее" относится не только к производительному и экономичному техническому обслуживанию, но и ко всей полной системе эффективного ухода за оборудованием в течение его срока службы, а также к включению в процесс каждого отдельного сотрудника и различных отделов через привлечение отдельных операторов к техническому обслуживанию.

TPM - концепция управления производственным оборудованием, нацеленная на повышение эффективности технического обслуживания. Этот метод сервиса оборудования построен на основе стабилизации и непрерывном улучшении процессов технического обслуживания, системы планово-предупредительного

ремонта, работы по принципу «нет дефектов» и систематического устранения всех источников непроизводительных потерь.

Техническое обслуживание, ориентированное на надежность (Reliability-centered Maintenance - RCM) – философия техобслуживания, позволяющая внедрить процесс непрерывного совершенствования в существующую практику обслуживания и производства. Данная аббревиатура впервые появилась еще в 1978 году, но в России данная система до последнего времени не была широко распространена.

Одной из основных задач применения RCM является создание структурированной базы знаний о фактическом состоянии оборудования и процессах ТОиР.

RCM - непрерывный процесс сознательного допущения перехода объекта из исправного – в работоспособное состояние в конкретных условиях его эксплуатации. Этот процесс заключается в комплексном применении всех возможных способов сервисного обслуживания и их элементов в единый процесс формирования и оптимизации программы ТО и Р, направленный на поддержку разумного уровня надежности (с прогнозированием допустимого уровня рисков некритичных отказов), а также обеспечение оптимальных стоимости обслуживания и продолжительности жизненного цикла производственных активов.

Ориентироваться на надежность оборудования означает признавать, что проект и реальная эксплуатация различаются. Подход, ориентированный на надежность, означает структурирование программы ТО и Р на основе понимания потребностей и приоритетов оборудования, а также ограничений по ресурсам (персонал и финансы) [4].

Практика применения вышеуказанных концепций технического обслуживания показывает, что универсальных рациональных решений нет, и общие концепции приходится настраивать под конкретные условия. Отсюда возникает задача снизить потенциальное разнообразие вариантов проведения работ до разумного обоснованного уровня системы технического обслуживания, применимого к текущим условиям эксплуатации карьерных экскаваторов.

Все вышесказанное дает возможность сделать следующий вывод: при существовании различных концепций технического обслуживания, остается открытым вопрос о совершенствовании стратегии технического сервиса карьерных экскаваторов. Такая система сервиса должна опираться не только на строгую техническую процедуру, но и на добросовестное их выполнение CM&R (Conscientious Maintenance and Repair).

Список литературы

1. Ганин А.Р., Донченко Т.В., Шибанов Д.А. Практические результаты внедрения экскаваторов новой продуктовой линейки ООО «ИЗ КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» на горных предприятиях России / Горная промышленность, №2, 2013, С. 6-9
2. Дорошев Ю.С. Повышение технологической надежности карьерных экскаваторов: монография / Ю.С. Дорошев, С.В. Нестругин. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. - 194 с.
3. Шибанов Д.А., Иванов С.Л., Фокин А.С., Мазепа Е.А. Развитие концепции технического обслуживания карьерных экскаваторов / Шибанов Д.А., Иванов С.Л., Фокин А.С., Мазепа Е.А. // «Опыт прошлого – взгляд в будущее» - 2-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов, Материалы конференции: ТулГУ, Тула, 2012, 579 с. – С. 22-27.
4. RCM [сайт]: компания «Технологии надежности» - URL: <http://www.rcm2.ru/> (дата обращения 25.01.2015).

СПОСОБЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОМБАЙНОВ УРАЛ-20Р

Асонов С.А.¹, Иванов С.Л.¹, Шишляников Д.И.²

¹Горный университет, г.Санкт-Петербург

²ПНИПУ, г.Пермь

На сегодняшний день на калийных рудниках РФ и стран СНГ наибольшее применение нашли проходческо-очистные комбайны семейства «Урал», оснащённые комбинированными планетарно-дисковыми исполнительными органами и гусеничным ходовым оборудованием.

Актуальной остается задача повышения эффективности использования добычных комбайнов: увеличения коэффициента машинного времени, наиболее рациональное использование ресурса и увеличение времени наработки на отказ проходческо-очистных комбайнов.

Решение данных задач возможно на основе разработки и широкого использования автоматизированных систем контроля параметров работы и технического состояния проходческо-очистных комбайнов.

Прогнозирование индивидуального ресурса деталей добычных машин включает комплекс задач: оценку текущего состояния объекта, прогнозирование развития этого состояния на ближайшее будущее и определение остаточного ресурса. В настоящее время основными методами оценки технического состояния элементов электромеханической системы проходческо-очистных комбайнов являются контроль шума и вибрации, температуры нагрева и состава масла, температурный мониторинг подшипниковых узлов, оценка мощности на входе и выходе механической системы.

Наибольшее развитие получили методы вибрационного мониторинга с отработанной структурой средств измерения и анализа вибрации. Но использование вибрационных методов для диагностики проходческо-очистных комбайнов по опыту ведущих отечественных и зарубежных горнодобывающих предприятий, достаточно трудоёмко и не применяется в бортовых системах комбайнов. Однако даже простое повышение уровня вибрации и шума является объективным признаком не идеального состояния оборудования в целом.

Исследовать тепловые процессы стало возможным с появлением тепловизионной диагностики. В настоящее время методы тепловизионной диагностики переживают подъём. Широкий спектр их применения и бесконечный перечень объектов и единиц оборудования, подлежащего обследованию, позволяют эффективно использовать тепловизионную систему как в целях энергосбережения и ресурсосбережения, так и для повышения надежности и эффективности работы инженерных систем, снижения аварийности, повышения уровня безопасности оборудования, снижения затрат на его эксплуатацию. Наиболее полное развитие методы тепловизионной диагностики получили для прогнозирования состояния высоковольтного оборудования и электрических машин большой мощности. Для основной номенклатуры промышленного оборудования эти методы не нашли широкого применения [3]. Несмотря на это тепловизионная диагностика незаменима при экспресс-анализе состояния работающего оборудования для локализации дефектов в электромеханических приводах.

Способ определения технического состояния трансмиссии по наличию в масле механических примесей инерционен. Процесс износа элементов в зубчатых передачах редуктора различен по интенсивности. Скачкообразное изменение количества механических примесей в масле происходит при интенсивном питтинге (усталостное выкрашивание) или износе. В любом случае увеличение железа в масле служит диагностическим признаком возможности отказа [5].

Помимо заключения о возможности дальнейшей эксплуатации очистного комбайна или необходимости постановки его в ремонт, целью диагностических мероприятий является также определение характера деградации контролируемых параметров и оценки остаточного ресурса исследуемого узла. Вышеописанные способы контроля технического состояния добычных машин не позволяют выполнить оценку остаточного ресурса элементов электромеханической системы добычных машин с постоянно изменяющимся режимом работы и внешним динамическим воздействием.

Сложный характер взаимодействия элементов и узлов между собой и с внешней средой, трудность или невозможность получения достаточной информации о показателях надёжности отдельных элементов, деталей и узлов определяет поиск решений, которые естественным образом включают описания физических процессов взаимодействия объектов с внешней средой, переход системы в неработоспособное состояние, как физический процесс. При этом описание поведения объекта с точки зрения его работоспособности становится органически связанным с описанием процесса функционирования системы [4]. На сегодняшний день одним из перспективных методов оценки технического состояния и ресурса элементов электромеханической системы добычных машин является анализ величины и характера внешних нагрузок, определяемых посредством замеров мгновенных значений токов, напряжений и мощностей, потребляемых электродвигателями добычного комбайна [2, 6, 7].

Сотрудниками кафедры горных и нефтепромысловых машин Пермского национального исследовательского политехнического университета, совместно со специалистами ООО «Региональный канатный центр» (г.Пермь), разработан опытный образец программно-регистрирующего комплекса «ВАТУР», обеспечивающего измерение, запись и сохранение основных параметров работы проходческо-очистных комбайнов. В состав измерительного комплекса «ВАТУР» входят процессорный блок, блоки питания и коммутации, токовые клещи, датчики напряжения и датчик пути. Процессорный блок состоит из компьютера промышленного исполнения для переносных систем, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и 16-ти битового реверсивного счетчика.

Визуализация записей токов, напряжений и активных мощностей приводов осуществлялась с использованием специально разработанной программы «Ватур-оф».

Программно-регистрирующий комплекс «ВАТУР» обеспечивает возможность создания и хранения массивов данных, содержащих информацию о достаточно длительных периодах работы проходческо-очистного комбайна [8]. Анализ ваттметрограмм позволяет определить следующее.

1. Режимные параметры работы комбайна: частоту включений-выключений, время производительной работы и простоев.

2. Частоту возникновения и длительность сверхнормативных нагрузок. При возникновении аварийных ситуаций ваттметрограмма является документом, позволяющим судить о причинах аварии и действиях персонала. На основе актуальной информации о нагруженности приводов возможно функционирование систем автоматического ограничения нагрузок.

3. Техническую производительность и наработку комбайна. Полученные данные, соотнесённые с затратами на обслуживание и ремонт, определяют стоимость машино-часа готовности комбайна и объективно характеризуют эффективность работы сервисных служб предприятия. [1].

4. Остаточный ресурс комбайна.

Известно, что наработка горного комбайна определяется прочностными свойствами элементов машин, а также величиной и характером фактически действующих нагрузок. Остаточный ресурс комбайна и отдельных его элементов трансмиссий может быть определён с достаточно степенью достоверности на основании результатов моделирования при использовании в качестве исходной информации данных записи активной мощности двигателя (его эксплуатационной нагруженности) в межремонтный период [5,6].

Спектральный анализ аналоговых сигналов токов, полученных посредством измерительного программно-регистрирующего комплекса «ВАТУР», позволяет выявить частотные колебания кинематической цепи приводной двигатель – редуктор – исполнительный орган. Дефекты рабочих узлов и механических передач обуславливают возникновение аномальных искажений, фиксируемых на записи. Непрерывное измерение величин переменных составляющих в спектре тока, характеризующих конкретные дефекты в электромеханической системе, с последующим анализом их изменений в процессе эксплуатации позволяет идентифицировать возможное время достижения по градиенту изменения контролируемого параметра. Таким образом, реализуется оценка остаточного ресурса трансмиссии, что позволяет принимать обоснованные решения о необходимости остановки комбайна с последующим техническим обслуживанием (ремонт) узлов привода.

Диагностический комплекс, непрерывно регистрирующий токи, напряжения, активные мощности двигателей приводов и перемещение проходческо-очистного комбайна позволит реализовать автоматизированную оценку технического состояния добычной машины, осуществлять оценку наработки и остаточного ресурса элементов электромеханической системы, рационально планировать ремонтные работы, а также оценивать качество их выполнения.

Список литературы

1. Андреева Л.И. Методология формирования технического сервиса горно-транспортного оборудования на угледобывающем предприятии: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Екатеринбург, 2004. – 25 с.
2. Барков А.В., Баркова Н.А., Борисов А.А. и др. Методика диагностирования механизмов с электроприводом по потребляемому току. – СПб.: «Севзапучцентр», 2012. – 68 с.
3. Вахромеев О.Е., Каримов Р.Т., Надеев А.И. Современные методы диагностики электромеханических систем // Вестник АГТУ. 2006. № 2. С.51–56.
4. Докунин А.В., Красников Ю.Д., Хургин З.Я и др. Статическая динамика горных машин. – М.: Наука, 1978. – 238 с.
5. Иванов С.Л. Повышение ресурса трансмиссий горных машин на основе оценки энергонагруженности их элементов. – СПб.: Санкт-Петербургский горный ин-т, 1999. – 92 с.
6. Коломийцев М.Д. Эксплуатация горных машин и автоматизированных комплексов. – Л.: Изд-во ЛГИ, 1988. – 96 с.
7. Лаптев Б.В. Предотвращение газодинамических явлений на калийных рудниках. – М.: Недра, 1994. – 138 с.
8. Трифанов Г.Д., Князев А.А., Чекмасов Н.В., Шишлянников Д.И. Исследование нагруженности и возможности прогнозирования энергоресурса приводов исполнительных органов комбайна «Урал-20Р»// Горное оборудование и электромеханика. 2013. №2. С. 41–44.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А.

БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород

Отечественная промышленность применяет для измельчения сырьевых материалов (цемента, извести и гипса, а также стекла, огнеупорных и других материалов) в основном шаровые трубные мельницы. Конструкция и принцип действия мельниц зависят от назначения и физико-механических свойств размалываемых компонентов. Трубные мельницы сравнительно просты по конструкции, удобны в эксплуатации. Они обеспечивают высокую степень измельчения и состоят из барабана, в котором измельчается материал, электродвигателя, передающего через редуктор вращение барабану, системы автоматической централизованной смазки подшипников, и привода, состоящего из электродвигателя и редуктора. Основной рабочей частью мельницы является барабан. Он может отличаться конструкцией загрузочных и разгрузочных узлов и приводом (центральной и периферийным). Барабан мельницы опирается на опорные узлы – цапфовые подшипники. Опорные узлы трубных мельниц воспринимают значительные нагрузки от барабана мельницы и содержащихся в нем мелющих тел и материала и имеют диаметр от 600 до 1600 мм и длину от 400 до 1100 мм. Основание подшипника имеет форму вогнутой сферы, в которую устанавливается вкладыш. Большие размеры опорных подшипников скольжения предназначены для размещения цапфы мельницы. Цапфовый подшипник является самоустанавливающимся, поэтому он обеспечивает равномерную передачу нагрузки при изменении положения оси цапфы в вертикальной плоскости вращения. Вкладыш имеет выемку цапфового подшипника, которая заполняется баббитом, на нее опирается цапфа мельницы.

По характеру разрушения поверхностей при работе сопрягаемых деталей, входящих в конструкции различных агрегатов, известны такие виды изнашивания как истирание, заедание и др. Истирание поверхностей деталей происходит в большинстве случаев при их взаимодействии в условиях трения без смазки или граничного трения.

К механическим повреждениям деталей и сопряжений относятся ранее незамеченные производственные дефекты, такие как литейные раковины, газовые пустоты, внутренние и наружные трещины, некачественная термообработка деталей и др., а также повреждения, которые возникают в результате динамических нагрузок, попадания в зазоры крупных абразивных частиц, при выкрошивании поверхностного слоя детали или узла, при ударах, когда появляются риски, забоины и задиры, вмятины, сколы и т.д.

В процессе эксплуатации мельниц их рабочие свойства постепенно снижаются из-за изнашивания деталей, а также коррозии и усталости материала, из которого они изготовлены. В оборудовании появляются отказы и неисправности, которые устраняют при восстановлении или ремонте.

Цапфы опорных узлов трубных мельниц могут характеризоваться различными степенями повреждений. Ремонт их на месте эксплуатации является сложной и трудоемкой задачей. При ремонтном восстановлении крупногабаритных опорных деталей мельниц их часто демонтируют для того, чтобы обработать на стационарных станках, предназначенных для обработки изделий больших габаритов, таких например, как карусельные станки. С учетом того, что мельница имеет большую массу и габариты, то детали, входящие в нее, часто не транспортабельны, поэтому возникают трудности с перевозкой их на машиностроительные предприятия.

Обеспечение возможности восстановления поверхностей скольжения крупногабаритных цапф трубных мельниц, без их демонтажа с агрегата с обеспечением заданной точности достигается способом обработки на разработанном приставном станке для обработки цапф [1-5]. В отличие от стационарного станка, приставной станок не имеет станочных приспособлений, которые устанавливаются на станок, т.к. деталь базируется непосредственно на специальной опоре, находящейся на опорном блоке или узле, при помощи которого станок крепится на восстанавливаемой крупногабаритной детали, что позволяет систему рассматривать как совокупность станок – опорный блок – инструмент – деталь [6,7]. В данном случае рассматривается «деталь» а не «заготовка» в связи с тем, что приставной станок предназначен для ремонтного восстановления детали потерявшей работоспособность.

Для данного станка деталь базируется на опорах, а двигатель, вращающий эту деталь, находится на противоположном конце мельницы. Для обеспечения требуемого качества восстанавливаемой поверхности детали необходимо применять приставные станки высокой точности, так как необходимое качество обработки находится в прямой зависимости от точности приставного станка.

При восстановлении цапфы могут возникать колебания в системе, в связи с тем, что масса мельницы и

диаметр цапфы большие, но цапфа относительно тонкостенная. Обычно число колебаний равно числу оборотов, но практически отклонений по круглости цапфы нет, поэтому получаемые размеры соответствуют требуемым, установленным в нормативно-технической документации. Несмотря на то, что мельница имеет дисбаланс, и ось её смещается при вращении, приставной станок, обладает большой жесткостью и отслеживает движение и перемещение оси.

Основными критериями работоспособности приставного станка являются: кинематическая и геометрическая точность, вибростойкость, теплостойкость, податливость. Показатель производительности не рассматривается, т.к. ремонтная обработка цапф - это индивидуальная обработка определенного типоразмера цапф в конкретных условиях производства. Приставной станок имеет небольшую скорость резания и производительность, ввиду того, что восстановление цапф проводится на ремонтных оборотах шаровой трубной мельницы. Температурные деформации практически не оказывают влияние на приставной станок в связи с тем, что толщина удаляемой стружки находится в пределах 0,2...0,5 мм, а обработка производится в неотапливаемых помещениях помольных цехов цементных предприятий. На круглость обработанной цапфы оказывают влияние податливость суппорта с резцедержателем. Податливость суппорта определяет величину отклонения реального размера обрабатываемой поверхности от настроечного размера и, учитывая пятнистую твердость действительной наружной поверхности, все это ведет к искажению круглости. Опоры, на которых размещены контактные ролики, не подвергаются деформации. Установка цапфы на них зависит от величины зазоров в корпусах, подшипниках и опорных валах. Эти размеры на точность не влияют, т.к. они постоянны и их можно учесть при обработке.

Характеристики приставного станка следующие:

1. Рабочая подача - две скорости: I скорость - 2,0 мм/об; II скорость - 1,2 мм/об.
2. Режим чистовой обработки 0,2 мм/об.
3. Габариты: длина - 1573 мм, ширина - 752 мм, высота - 660 мм.
4. Мощность электродвигателя 0,5 кВт
5. Частота вращения 1380 мин.

Применение данного станка позволяет проводить обработку поверхностей без демонтажа цапфы с трубной мельницы.

Список литературы

1. Пат. 31116 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/00. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003107122/20; заявл. 14.03.03; опубл. 20.07.03, Бюл. №20. – 1 с.
2. Пат. 31346 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106247/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
3. Пат. 31347 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 5/32. Приставной станок для обработки цапф / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2003106249/20; заявл. 07.03.03; опубл. 10.08.03, Бюл. №22. – 1 с.
4. Пат. 89830 Российская Федерация, МПК⁷ В23В5/00. Станок для обработки внутренних поверхностей цапф помольных мельниц/Т.М. Санина, Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – №2009132048/22, заявл. 25.08..2009, опубл. 20.12.2009 г. Бюл. № 35.
5. Пат. 75339 Российская Федерация, МПК⁷ Станок для обработки цапф помольных мельниц/ М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Федоренко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2008104754/22, заявл. 07.02.2008, опубл. 10.08.2008 г. Бюл. № 22.
6. Федоренко Т.М., Восстановление работоспособности цапф помольных мельниц с применением переносного станка/Т.М. Федоренко, М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко. Технология машиностроения. 2009. № 3. С. 20-21.
7. Федоренко М.А., Федоренко Т.М., Бондаренко Ю.А. Исследование обеспечения необходимой шероховатости поверхности крупногабаритных вращающихся деталей приставными станочными модулями. Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова, № 2, Белгород, изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008 г. с. 35-38

**СЕКЦИЯ №5.
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)**

**ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ФАЗОВОГО ПОВЕДЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ
УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ СМЕСЯХ**

Фаталиев В.М.

Институт Геологии и Геофизики НАН Азербайджана, г.Баку

На базе анализа экспериментальных данных по бинарным и многокомпонентным системам показано, что основным фактором, влияющим на фазовые превращения, является растворение одного компонента (легкого) в другом, более тяжелом и, тем самым, изменение физических и термодинамических свойств системы. Установлено, что этот фактор определяет физическую сущность процесса, имеющего место при фазовых превращениях в системах, а также закономерности формирования кривой конденсации, являющейся геометрическим местоположением точек начала конденсации или конец испарения. В работе показано, что, в бинарных или многокомпонентных системах испарение или конденсация по физической сущности происходит по двум причинам. Эти причины могут проявлять себя в зависимости от давления и температуры по-разному, относительно слабо или сильно, но действуя всегда вместе, определяют фазовое состояние системы.

Процессы испарения и конденсации, происходящие в пласте, в стволе скважины, на устье, в системе сбора и транспорта продукции, играют важную роль при выборе системы разработки газоконденсатной залежи, методов воздействия на призабойную зону скважины и пласта, режимов сбора и транспорта, необходимого глубинного и устьевого оборудования скважины. Поэтому является важным для нефтепромысловой практики изучение фазового поведения отдельных углеводородных компонентов в составе системы и изменение закономерностей их фазового поведения. В этих целях рассмотрим произвольную двухкомпонентную систему, состоящую из «тяжелого» компонента А и «легкого» компонента В. Известно, что между углеводородными компонентами системы, независимо от давления и температуры, никакой химической реакции не происходит [5, 7]. В этом случае, если пренебречь и физическими взаимодействиями между отдельными молекулами индивидуальных веществ, с точки зрения молекулярно-кинетической теории газов, фазовая диаграмма $P=f(T)$ бинарной системы будет состоять из совокупности фазовых диаграмм отдельных компонентов, входящих в состав системы (Рисунок 1).

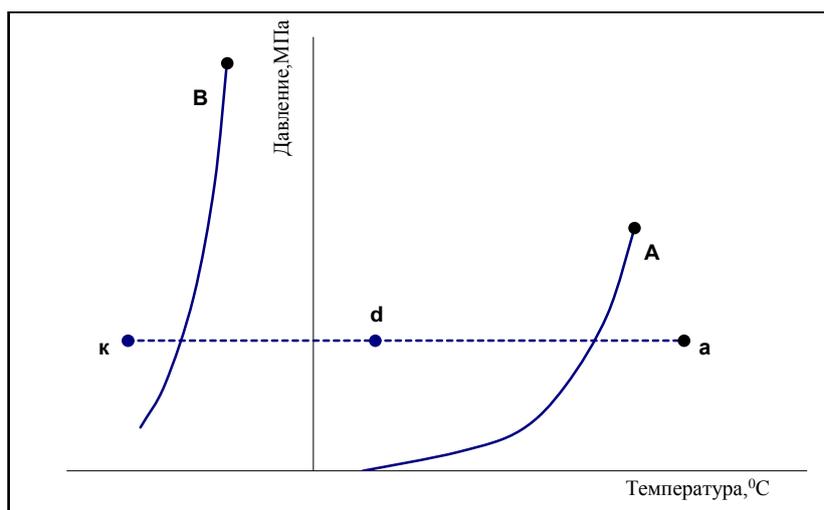


Рис.1. Фазовая диаграмма двухкомпонентной (бинарной) идеальной смеси

Как видно из Рисунка 1, система, в зависимости от величины давления, при температурах выше температуры кипения компонента А (напр. в точке “а”) будет находиться в газовой, а при температурах ниже температуры конденсации компонента В (напр. в точке “к”) перейдет в жидкое состояние. Между двумя этими температурами система будет в двухфазном состоянии (напр. в точке “d”). При значении температуры,

соответствующей точке “d”, компоненты, обладающие давлением начала конденсации ниже давления данной точки, будут находиться в жидком состоянии, а при больших значениях этих параметров – в газовом. Из-за того, что не принимается во внимание взаимное растворение газовой и жидкой фаз, полагается, что с изотермическим повышением давления возможно перевести систему в однофазное состояние. А в действительности данное состояние системы в природе не встречается, так как известно, что природные системы имеют замкнутую фазовую диаграмму с характерными точками: критическая точка, критический бар, критический терм. Причем, при температурах выше критической температуры самого «тяжелого» компонента, возможно перевести систему в однофазное - газовое состояние.

Отсюда можно заключить, что существуют определенные физические связи между молекулами жидкой и газовой фаз многокомпонентной системы и эти отношения играют доминирующую роль при фазовых превращениях в этих системах. Нами эти отношения рассматриваются как растворение газа в жидкой фазе в зависимости от величины давления, температуры, физических свойств компонентов. В дальнейшем, используя имеющиеся сведения из различных литературных источников, а также результаты проведенных нами экспериментальных исследований, делается попытка объяснить механизм фазовых превращений в сложных многокомпонентных системах при взаимном растворении газа и жидкости.

В работе [4] отмечается, что многие исследователи при изучении растворимости газов и жидкости не учитывали испарения жидкости. Между тем было установлено, что при высоких давлениях нельзя не учитывать летучесть жидкости и при этом необходимо принимать во внимание составы обеих фаз системы.

В 1896 г. экспериментально установлено, что бром, йод и парафин можно испарять путем их сжатия метаном до 28 МПа [4].

В работах [6] показано, что коэффициент растворимости или повышение интенсивности растворения различных газов, таких как метан, углекислый газ и этилен в нефтях месторождений Туймазы, Ромашкинское, Сурахины после достижения определенного значения давление снижается. Например, в 1 см³ нефти Ромашкинского месторождения, при давлении 15,0 МПа растворилось 240 см³ этилена и дальнейший рост давления не оказал существенного влияния на приведенные выше значения растворимости. Для той же нефти коэффициент насыщения CO₂ при 20,0 МПа составлял 155 см³/см³, а при 30,0 МПа этот коэффициент почти не изменился и был равным 150 см³/см³. Авторы данной работы объясняют это явление имеющим обратным или ретроградным испарением жидкости. Другими словами, после растворения в жидкой фазе определенного количества газа жидкость начинает частично испаряться и поэтому растворение газа в жидкой фазе ухудшается.

В целях изучения испаряемости жидкости – углеводородного конденсата под воздействием газа нами проводились специальные эксперименты [1]. Для экспериментов использовался природный газ, плотностью 0,756 кг/м³, составом в мольных %-ах: метан (C₁) – 91,15; этан (C₂) – 0,14; пропан (C₃) – 1,10; бутаны (C₄) – 0,58 (n-C₄ – 0,26 и i-C₄ – 0,32); пропаны (∑ C₅) – 0,21; гексаны (∑ C₆) – 0,04; углекислый газ (CO₂) – 0,14 и конденсат, плотностью 737,3 кг/м³, отобранные из скв. №46, эксплуатирующей VII горизонт глубокозалегающего газоконденсатного месторождения Булла-дениз. Эксперименты проводились в pVT бомбе типа УГК-3 следующим образом.

Рекомбинированная система с конденсатосодержанием 200 г/м³ загружалась в бомбу pVT и давление в системе повышалось изотермически при температуре 100⁰С. При значении давления 30,0 МПа система переходила в однофазное газовое состояние. В процессе повышения давления определялось значение давления начала конденсации, которое было равным 29,4 МПа. После достижения однофазной системы, давление постепенно снижалось до 12,0 МПа. При этом было добыто 0,0965 м³ газа, 26,4 см³ конденсата, плотностью 780,4 кг/м³. При этом 25,5 см³ конденсата оставалось в бомбе pVT после завершения процесса дифференциальной конденсации. После этого, закачкой газа в бомбу pVT указанного выше состава давление в системе повышалось до 18,0 МПа, затем оно понижалось до 12,0 МПа с шагом 2,0 МПа. В каждом шаге снижения давления измерялись количество, состав и физико-химические свойства газа дегазации, сепарации, а также отбираемой жидкой фазы. К концу экспериментов в бомбе pVT оставалось около 4 см³ конденсата. Результаты экспериментов представлены на Рисунке 2.

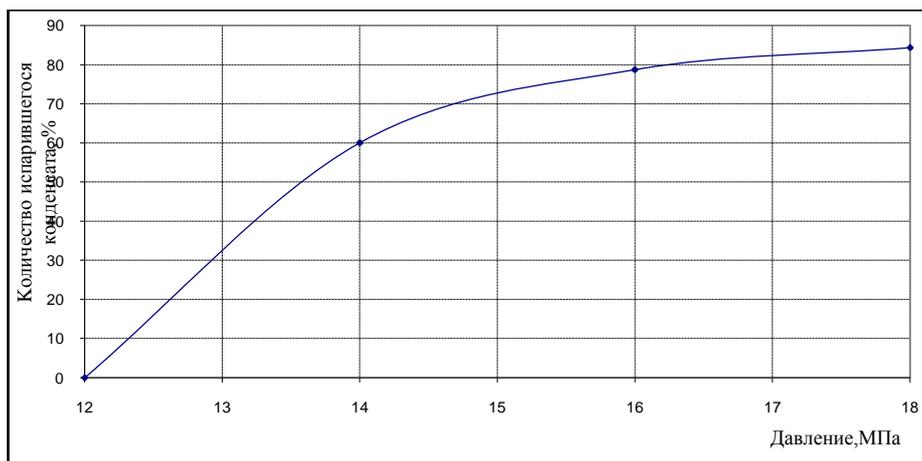


Рис.2. Зависимость количества испаряющегося конденсата от давления

Как видно из Рисунка 2, поднятием давления системы от 12,0 до 18,0 МПа путем закачки дополнительного количества природного газа возможно перевести около 84% жидкого конденсата в паровую фазу.

В работе [4] отмечается, что в зависимости от степени растворимости газа в жидкости резко изменяются ее вязкость, плотность и термические показатели.

На базе экспериментальных исследований бинарной смеси метан-этан [4], метан-пропан и этан-н-гептан, построенная фазовая диаграмма свидетельствует о том, что с ростом содержания более «тяжелых» компонентов в бинарной системе, фазовая диаграмма $P=f(T)$ приближается к диаграмме $P = f(T)$ для «тяжелого» компонента. И наоборот, с ростом количества «легкого» компонента фазовая диаграмма приближается к фазовой диаграмме того же «легкого» компонента. Например, если в бинарной системе метан-пропан при содержании метана 20 и 40 моль.% давление начала конденсации имело значение, соответственно, 18,0 и 28,0 МПа, то при содержании первого компонента 60 моль.% давление начала конденсации составляло 55,0 МПа. Отметим, что приведенные выше значения давления начала конденсации равны таковым для пропана в системе. Важно констатировать, что при той же температуре и давлении 14,0 МПа пропан начинает кипеть, находясь вне системы. Это значит, что в системе метан-пропан с увеличением количества первого компонента давление начала конденсации пропана возрастает. Другими словами, с ростом содержания метана, при той же температуре пропан начинает испаряться при больших давлениях, чем в индивидуальном состоянии, и в результате фазовая диаграмма данной бинарной системы перемещается влево по координатной оси. В то время с ростом содержания пропана в смеси, из-за снижения значения давления начала конденсации системы фазовая диаграмма перемещается вправо.

В работе [4] представлена зависимость изменения состава бинарной смеси метана с другими парафиновыми углеводородами от давления. Как видно отсюда, с ростом давления увеличивается количество испарившейся жидкой фазы. Здесь показано, что с ростом молекулярной массы углеводорода растворение метана ухудшается и требуется большее давление. Из этих результатов следует, что с ростом значений давления и температуры увеличивается количество перешедших в газовую фазу «тяжелых» углеводородов, а также растет количество тяжелых их остатков.

Как показало изучение фазового поведения трехкомпонентной смеси, состоящей из различного строения углеводородов при наличии в системе ароматических и нафтеновых углеводородов, улучшается растворение жидкости в газовой фазе и, наоборот, по сравнению со смесью, состоящей только из углеводородов парафинового ряда [4]. Это, в свою очередь, осложняет расчетные методы фазового поведения природных систем и в связи с этим появились различные корреляционные зависимости в целях учета влияния различных типов углеводородов на фазовые превращения в реальных условиях.

Таким образом, можно констатировать, что интенсивность растворения метана в парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородах уменьшается в приведенной выше последовательности углеводородов. В то время как растворимость (испаряемость) метана в жидких углеводородах в той же последовательности уменьшается.

Основываясь на вышеприведенных высказываниях и результатах экспериментальных исследований на примере фазовой диаграммы бинарной системы метан-пропан [4], в составе которой имелось около 20% метана, объясним некоторые ее особенности (Рисунок 3).

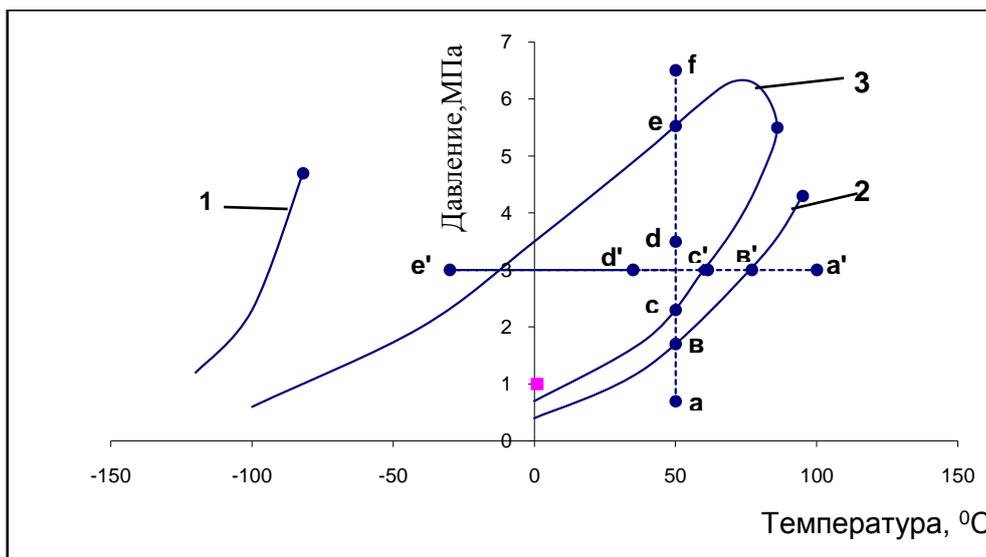


Рис.3. Фазовые диаграммы метана (1), пропана (2) и бинарной системы метан-пропан (3)

На Рисунке 3 показаны фазовые диаграммы метана, пропана и бинарной смеси метан-пропан на одной координатной сети для их лучшего сравнения. Как видно из Рисунка 3, система в точке “а” находится в состоянии газа. Начнем изотермически повышать давление. При этом система, согласно свойствам пропана должна была конденсировать, но она сохраняет свое газовое состояние и только в точке “с” начинает конденсировать и в дальнейшем, в точке “d” обладает двухфазным состоянием. Очевидно, что метан при давлении и температуре, соответствующим точке “e” не в состоянии конденсировать, так как в этой точке метан находится в состоянии газа. Другими словами, данное значение температуры намного выше, чем температура, соответствующая точке конденсации метана.

Таким образом, становится очевидным, что метан, находящийся в газовом состоянии, растворяется полностью в жидком пропане и поэтому система ведет себя как жидкость.

Рассмотрим этот процесс в условиях изотермического снижения давления при той же температуре, где по мере снижения давления с точки “f” до точки “e” начнут выделяться первые пузырьки газа метана из пропана. В дальнейшем, можно было бы полагать, что после полного выделения метана из системы, пропан, в соответствии своим индивидуальным свойствам, начнет испаряться по мере снижения давления и, наконец, перейдет полностью в газовую фазу. А в действительности, в какой-то точке “d”, после выделения определенного количества газа, оставшегося в растворенном виде в жидкости, газ так изменяет свойства системы, что испарение жидкости начинается при более высоком давлении. Другими словами, снижение давления при постоянной температуре, наличие молекул метана, растворенного в пропане, способствуют ослаблению межмолекулярных сил жидкого пропана и совместно с температурой приводит к испарению пропана при более высоких давлениях (точка “c” на Рисунке 3). Поэтому, по мере увеличения давления (при постоянной температуре) с точки “a”, начало конденсации изменяет свое местоположение с “b” на “c”, т.е. конденсация происходит при более высоких давлениях.

Отсюда можно заключить, что с ростом содержания в системе компонента в сжатой газовой фазе, силы сцепления, находящиеся в паровой фазе молекул «жидкость» ослабевают и в результате соединение молекул в какое-то время замедляется и поэтому система конденсирует при более высоком давлении. С другой стороны, из-за большого количества газа для его полного растворения в жидкости потребуется более высокое давление. И, таким образом, фазовая диаграмма изменяет свое местоположение по оси абсцисс налево. Можно объяснить таким же образом перемещение фазовой диаграммы по оси абсцисс направо с ростом количества тяжелых компонентов в системе.

Теперь проследим за изменением фазового состояния смеси по Рисунку 3, при изменяющейся температуре и постоянном давлении. Начнем снижение температуры в точке “a”, где система находится в газовом состоянии. Система в точке “b” не конденсирует потому, что молекулы метана ослабляют силы внутреннего сцепления паровой фазы пропана, из-за чего процесс конденсации замедляется. Так как по мере снижения температуры объем системы сокращается, расстояние между молекулами еще больше уменьшается и только в точке “c”, они, объединяясь, конденсируют. После какой-то точки “d”, одновременно процесс растворения метана в осевшей

жидкости пропана еще продолжает идти и по мере снижения температуры процесс ускоряется и, наконец, в точке "e'" газ полностью растворяется в жидком пропане и система переходит в жидкое насыщенное газом состояние.

Таким образом, можно сделать вывод, что как в бинарных, так и в многокомпонентных системах основным фактором, влияющим на фазовые превращения, является растворение одного компонента (легкого) в другом, более тяжелом и, тем самым, изменение физических и термодинамических свойств системы. Этот фактор определяет физическую сущность процесса, имеющего место при фазовых превращениях в системах, а также закономерности формирования кривой конденсации, являющейся геометрическим местоположением точек начала конденсации или конца испарения. Эти свойства характерны для «тяжелого» компонента и зависят от природы фаз «тяжелого» компонента, давления и температуры среды. Данный фактор также связан со свойствами «легкого» компонента, зависит от природы газовой и жидкой фаз, давления и температуры, которые выражаются в процессах растворения газа в жидкости или формировании линии насыщения для «легкого» компонента [2,3].

Как видно из сказанного выше, в бинарных или многокомпонентных системах испарение или конденсация по физической сущности происходит по двум причинам. Эти причины могут проявлять себя в зависимости от давления и температуры по-разному, относительно слабо или сильно, но действуя всегда вместе, определяют фазовое состояние системы. Принимая во внимание эти причины испарения или конденсации под действием первого и второго случая, нами показано, что:

- согласно первой причине процессы испарения и конденсации подчиняются классическим законам и происходят в результате изменения скорости молекул под действием тепла. В это время испарение при заданном давлении и температуре происходит за счет молекул, находящихся на поверхностном слое жидкости, которые обладают относительно высокой скоростью и кинетической энергией, способные преодолеть силы поверхностного натяжения на границе фаз. Так, с ростом температуры при постоянном давлении силы взаимного действия между молекулами ослабевают, в результате этого кинетическая энергия возрастает и, как следствие, процесс испарения ускоряется. А конденсация имеет место при изобарическом снижении температуры, и указанный выше процесс происходит в обратном направлении. При постоянной температуре с ростом давления процесс испарения замедляется и, наконец, начинается конденсация паровой фазы;

- согласно второй причине испарение происходит за счет растворения газовой фазы в жидкости [2,3]. Так, в результате растворения газа увеличивается объем жидкой фазы, силы притяжения между молекулами жидкости ослабевают, и кинетическая энергия молекул жидкости становится достаточной для перехода их в газовую фазу. Понятно, что по ходу этого процесса изотермический рост давления приведет к усилению испарения жидкой фазы, потому что с изотермическим ростом давления количество растворенных газовых молекул будет возрастать. Этот механизм можно отнести к процессу испарения при изобарическом росте температуры. По второй причине, в процессе конденсации, находящиеся в газовой фазе в паровом состоянии молекулы компонентов, объединяясь, конденсируют в более высоком значении давления, что и ожидалось, т.е. газовые молекулы, приближаясь к паровым, препятствуют их объединению, тем самым ослабевают межмолекулярные силы сцепления и в результате становится необходимым приложение дополнительных сил извне, например, повышение давления.

Сказанное выше определяет сущность ретроградных процессов, имеющих место при разработке газоконденсатной залежи, согласно которой показано, что ретроградный процесс не является аномальным явлением, как это принято, он проявляет себя в соответствии с классическими законами термодинамики на молекулярном уровне и происходит в результате растворения газовых молекул в жидкой фазе при изотермическом повышении, а также при изобарическом понижении или повышении температуры.

Список литературы

1. Абасов М.Т., Аббасов З.Я, Абасов Ш.Д, Гамидов Н.Н. Исследование влияния различных факторов на испаряемость углеводородных конденсатов // Изв. АН Азерб. Серия Науки о Земле, 1998, вып. 2, с. 48-53.
2. Абасов М.Т., Аббасов З.Я, Фаталиев В.М., Гамидов Н.Н. Новое явление в фазовых превращениях газоконденсатных систем и его экспериментальное изучение // Докл.РАН, 2005, т.403, №3, с.1-3
3. Абасов М.Т., Аббасов З.Я, Фаталиев В.М., Гамидов Н.Н., Мамедова Г.Г. Новое о механизме фазовых превращений в газоконденсатных системах // АНХ №10 //2007, с.21-28.
4. Катц Д.Л. и др. Руководство по добыче, транспорту и переработке природного газа. М.: Недра 1965, с.765.
5. Наметкин С.С. Химия нефти, Гос.ОНТИ. М.: 1939, с.792.
6. Островская Т.Д., Гриценко И.А. Исследование газоконденсатных смесей, содержащих CO₂ и N₂ // Газовая промышленность, 1983. №8, с.31-32.
7. Сейдж В.Х. «Термодинамика многокомпонентных систем», М.: 1969, с.304.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОГО ФИЛЬТРА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ЧАСТОТНЫМ КРАНОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Авербух М.А., Коржов Д.Н., Лимаров Д.С.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г.Белгород

Аннотация: показана эффективность использования активного фильтра гармоник для компенсации тока искажения, вызываемого действием высших гармоник частотных электроприводов мостового крана. Предлагается систему управления активным фильтром строить на базе нечеткого вывода.

Ключевые слова: нечеткая логика, активный фильтр гармоник.

FEATURES OF USING ACTIVE FILTER FOR GRID CELL, WITH FREQUENCY CONTROL CRANE ELECTROMOTOR

**Averbukh M.A., Doctor of technical science
Korzhev D.N., Limarov D.S., post-graduate students**

Belgorod Technological State University named after Shukhov

Abstract: structure of control system active power filter based on fuzzy logic is presented and results of connecting filter to the virtual model of grid cell are analysed.

Keywords: fuzzy logic, active power filter.

В состав мостового однобалочного крана, грузоподъемностью 8 тонн, входят частотно управляемые приводы подъема, передвижения крана и передвижения тали. Основной особенностью мостовых кранов, является одновременность работы приводов подъема крана, перемещения крана и перемещения тали. В связи с этим, тахограмма движения, представляется сложной конфигурацией, в которой преобладают участки неравномерного движения. Преобладание нестационарных режимов работы способствует увеличению уровня гармоник генерируемых в сеть частотными электроприводами [1].

Использование активного фильтра гармоник очень эффективно для компенсации несинусоидальных токов, сгенерированных частотным электроприводом. С другой стороны, компенсация сильно искаженных токов дает худшие результаты. Фактически очень сложно создать систему управления, способную отследить токовые всплески, которые могут в несколько раз превышать действующее значение тока, в условиях ограниченной частоты переключения вентилей преобразователя частоты. К этому следует добавить наличие двух других нелинейных потребителей в узле нагрузки (Рисунок 1).

Используя нечеткие множества, становится возможным спроектировать системы управления активным фильтром с регулируемым управляющим воздействием для различных режимов работы. Система управления, построенная на базе нечетких множеств, может отследить ток искажения независимо от того, является ли он плавно изменяющимся или содержит большие всплески.

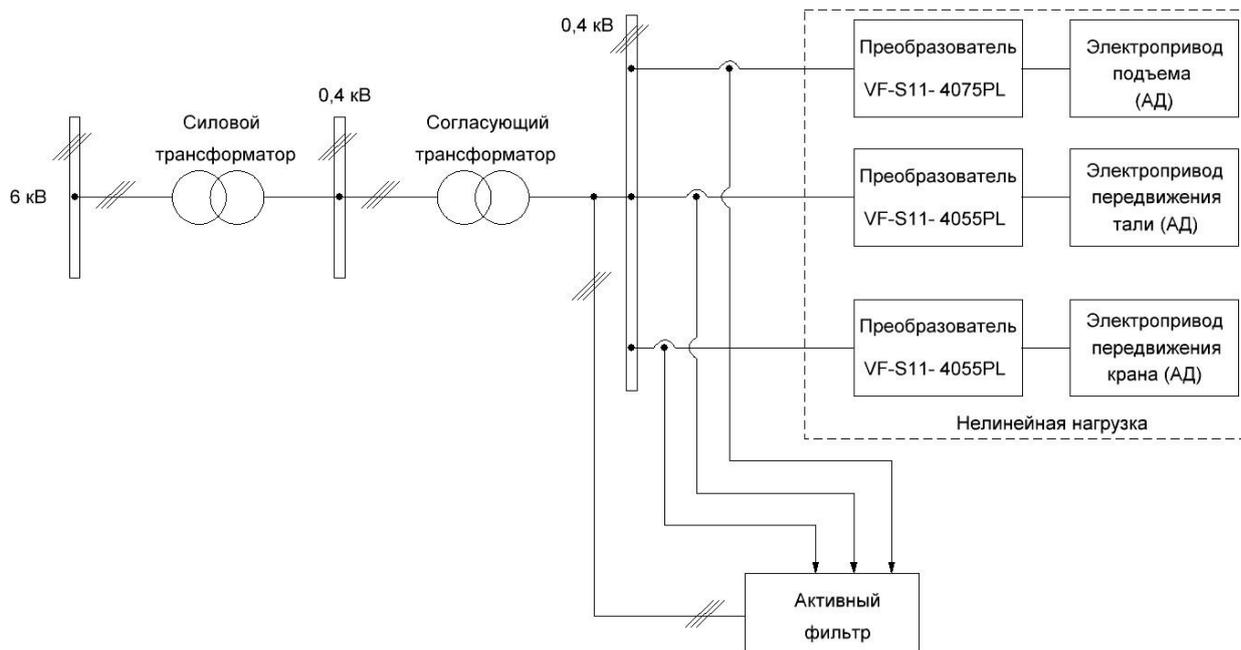


Рис.1. Схема подключения активного фильтра к питающей сети мостового крана

Активный фильтр гармоник (АФГ) реализован на базе инвертора напряжения управляемого токами с использованием широтноимпульсной модуляции (ШИМ). Ядро активного фильтра – это блок системы управления, которое выделяет форму сигнала тока искажения, соответствующую содержанию гармоник в линейном токе и управляет инвертором, генерируя ток фильтра, который точно воспроизводит ток искажения (Рисунок 2). Таким образом, активный фильтр состоит из двух основных блоков: генерирование тока фильтра и отслеживание тока искажения [2].

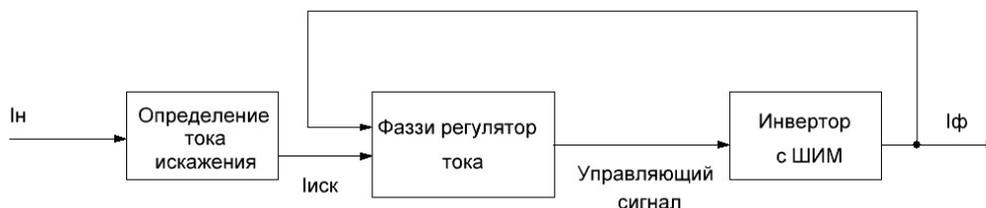


Рис.2. Ядро АФГ

I_n – ток нагрузки; $I_{иск}$ – ток искажения; I_f – ток фильтра.

Ток искажения представляет собой разность между током нагрузки и током первой гармоники. В стандартной системе управления амплитуда первой гармоники вычисляется в результате разложения в ряд Фурье тока нагрузки, а ее фаза выбирается в зависимости от формы кривой мгновенного фазного напряжения с целью получения требуемого коэффициента мощности. В системах управления на базе нечеткого вывода ток искажения определяется при помощи нечеткого контроля тока. В качестве входных переменных принимаются отклонения по токам, для всех нелинейных потребителей системы (частотно регулируемых электроприводах подъема крана, перемещения крана и перемещения тали).

Нечеткая система управления активным фильтром состоит из первой части, которая генерирует входные сигналы, нечеткого ядра, осуществляющего фаззификацию, вывод и дефаззификацию, и второй части, которая преобразует выходные сигналы в сигналы управления для инвертора. При детальном рассмотрении значения нечетких выходов представляют собой часть периода опорного сигнала, относящуюся к первому из управляемых ключей, и от знака рассогласования зависит, какой из ключей плеча инвертора должен быть закрыт первым.

Для величины отклонения по току привода передвижения крана используются термы: положительное очень большое (PEL), положительное большое (PL), положительное маленькое (PS), положительно очень маленькое (PES). Для величины отклонения по току привода передвижения тали используются термы: очень

большое (VB), большое (EB), маленькое (VS), очень маленькое (ES). Для величины отклонения по току привода подъема крана используются термы: очень маленький (VL), достаточно маленький (EL), достаточно большой (EH), очень большой (VH).

Выходная переменная фаззи-регулятора представляет собой продолжительность включения ключей, которая определяет часть периода опорного сигнала, на котором работает первый из управляемых ключей. Если сравнить его с оставшейся частью периода опорного сигнала, в течение которой включен второй вентиль того же плеча инвертора, тогда можно использовать следующие метки: одинаковый (E), немного меньше (LM), значительно меньше (EM) и намного меньше (MM).

На Рисунке 3 (а – г)) представлены функции принадлежности для входных и выходных переменных.

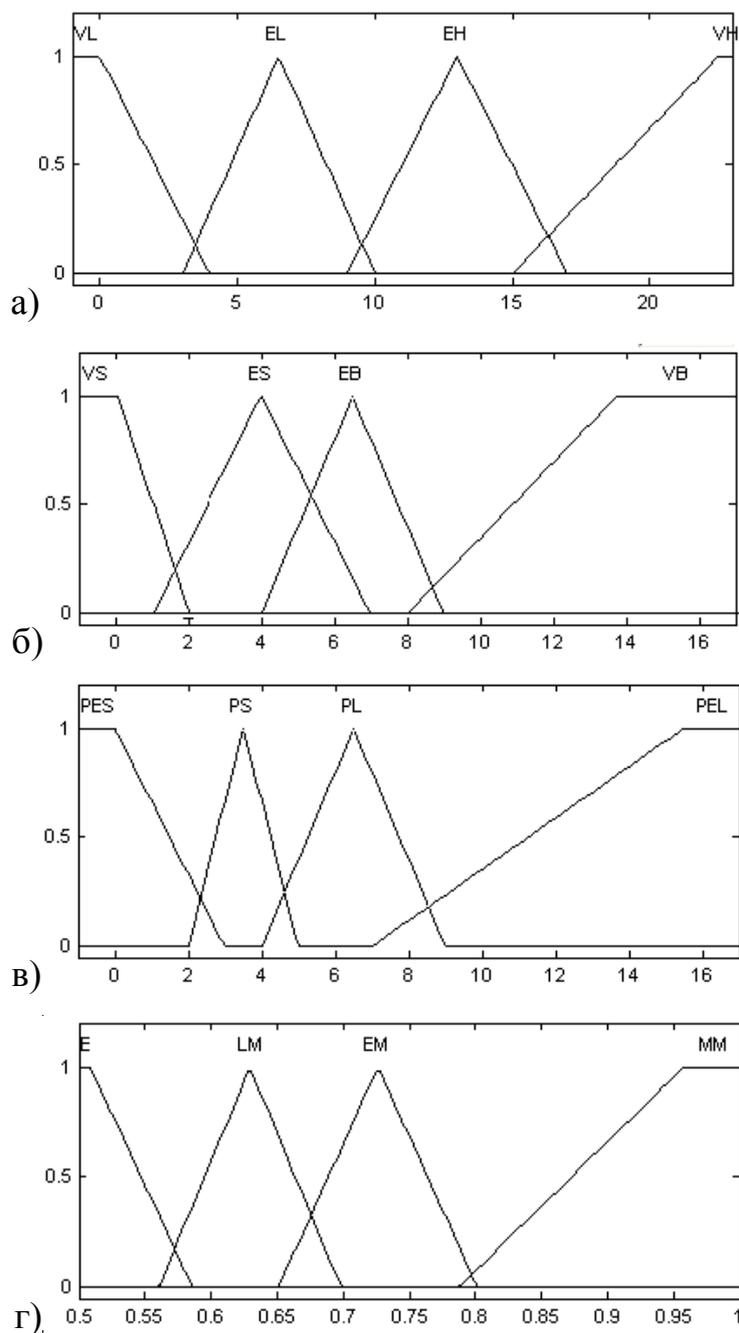


Рис.3. а) термы для двигателя подъема крана б) термы для двигателя передвижения тали в) термы для двигателя передвижения крана г) продолжительность включения ключей опорного сигнала

На основании предложенной методики построен АФГ, моделирование которого произведено в пакете Matlab Simulink. В результате моделирования системы электроснабжения мостового крана, которое произведено в пакете Matlab Simulink, получены значения токов в сети без учета работы АФГ и при его включении. На

Рисунке 4 представлены результаты моделирования, из которых следует, что суммарный коэффициент гармонических составляющих по току (THD) с учетом работы АФ за цикл работы обобщенной тахограммы движения крановых двигателей снижается с 38,02% до 6,78%.

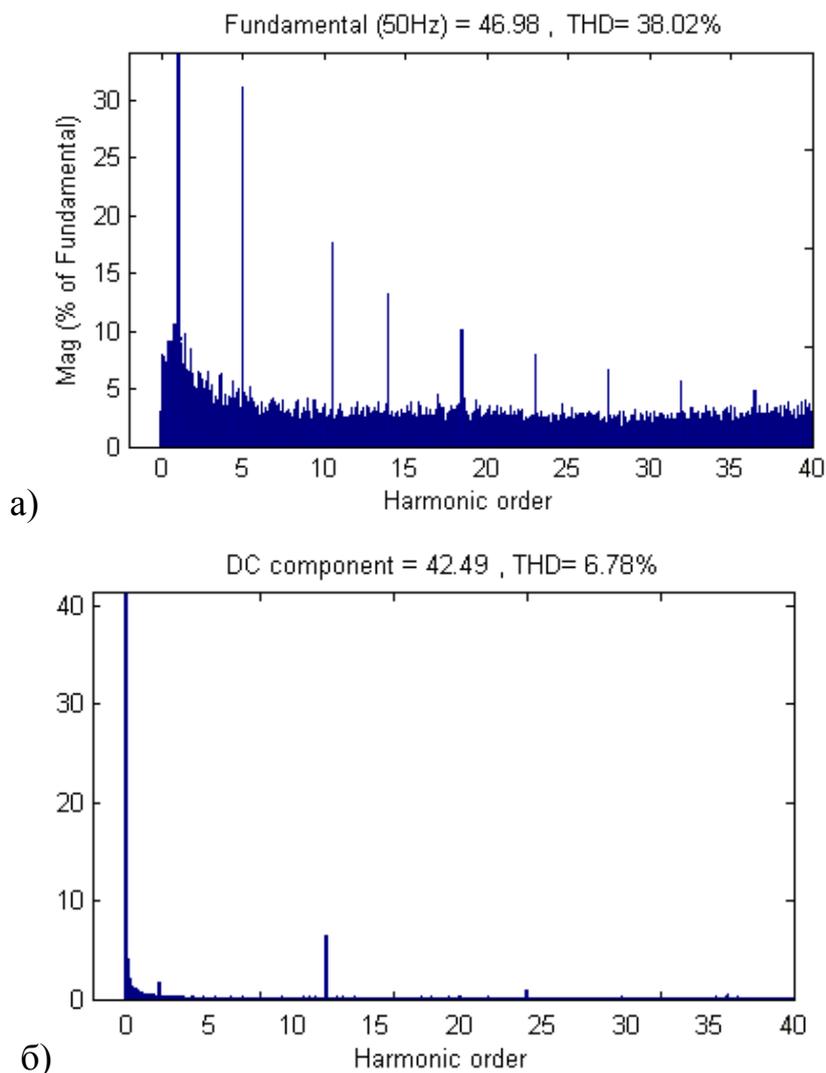


Рис.4. Гармонические составляющие тока сети после понижающего трансформатора до включения фильтра (а) и после (б).

Список литературы

1. Лимаров Д.С. Оценка гармонических составляющих тока и напряжения кранового частотного электропривода с помощью виртуальной модели. Материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции «Энергетика: эффективность, надежность, безопасность». Томск, 2012 г, 532с
2. A. Dell'Aquila, G. Delvino, M. Liserre, P. Zanchetta. «A new fuzzy logic strategy for active power filter», IEEE 2000.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ САННИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, НАМСКОГО УЛУСА

Сутакова Э.М., Григорьева Ю.А.

г.Якутск

В настоящее время глина является самым доступным и дешевым материалом для производства керамических изделий и строительных материалов. В смеси с водой глина образует тестообразную пластичную массу, пригодную для дальнейшей обработки. В зависимости от места происхождения природное сырьё имеет существенные различия. Одно можно использовать в чистом виде, другое необходимо просеивать и смешивать, чтобы получить материал, пригодный для изготовления различных изделий.

В Республике Саха (Якутия) известно множество месторождений глинистых пород: Намское, Санниковское, Покровское, Сыдыбыльское, Усть-Алданское и др. [2]

В условиях быстрого роста производства алюмосиликатных материалов, с учетом повышения требований к стабильности и качеству выпускаемой продукции, все большее значение приобретает проблема непостоянства химического, гранулометрического и минералогического составов природного алюмосиликатного сырья. Таким образом, перед нами стоит задача исследования химического состава глин Санниковского месторождения, т. к. в Санниковском месторождении сосредоточен запас легкоплавких глин в РС(Я). Если мы установим химический состав глинистого сырья, то в будущем сможем модифицировать сырьё для получения строительных материалов.

Целью работы является: Исследование химического и минерального состава глин Санниковского месторождения РС(Я).

Объекты исследования: глина Санниковского месторождения.

Глина состоит из химических соединений алюминия, кремния, железа, титана, кальция, магния, натрия, калия в виде окислов, солей и др. В глинах содержатся также некоторое количество органических веществ и вода. Содержание важнейших окислов, входящих в состав легкоплавких глин, находится в следующих пределах (в %): кремнезема SiO_2 – (60-80%); глинозема Al_2O_3 вместе с окисью титана TiO_2 –(5-20%); окиси железа Fe_2O_3 вместе с закисью железа FeO –(3-10%); окиси кальция CaO –(0-25%); окиси магния MgO –(0-3%); окислов щелочных металлов $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ –(1-5%).[4]

Минеральный состав глин отличается сложностью и непостоянством. Однако в нем можно выделить такие минералы, без которых порода не может считаться глиной. Эти существенные для глин минералы называются глинообразующими или глинистыми минералами. К ним относятся некоторые алюмосиликаты (минералы групп каолинита, гидрослюды монтмориллонита и др.) и водные феррисиликаты (нонтронит). Минеральный состав дает более полную характеристику глин, чем химический. [4]

Химический состав проб глин санниковского месторождения мы установили с помощью силикатного анализа. Силикатный анализ позволяет определить содержание оксидов, входящих в состав силикатных материалов. [3]

Таблица 1

Результаты силикатного анализа

$\text{H}_2\text{O}_{\text{г}}$ игро скоп ичес кая лажн ость	$\text{H}_2\text{O}_{\text{кр}}$ исталл лизац ионная	CO_2	ПП П	FeO	Fe_2O_3	Ca O	Mg O	MnO_2	K_2 O	Na_2O	Al_2O_3	Ti O_2	SiO 2	P_2O 5
1,371	5,16	2,788	8,06	0,568	14,39 7	4,27 9	2,14 4	0,081	2,63 6	2,109	14,23 5	0, 73	61,4 42	0,13 2

												0		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--

ИК-спектроскопией, с программным обеспечением Varian Resolutions Pro, провели идентификацию колебаний групп молекул входящих в состав глинистого сырья. Каждый образец тщательно измельчали и перемешивали с твердым бромидом калия (поскольку галогениды щелочных металлов прозрачны для инфракрасного излучения в широкой области), после чего смесь прессовали в таблетку (правильный диск). ИК-спектры снимали в области $7200 - 400 \text{ см}^{-1}$. [3]

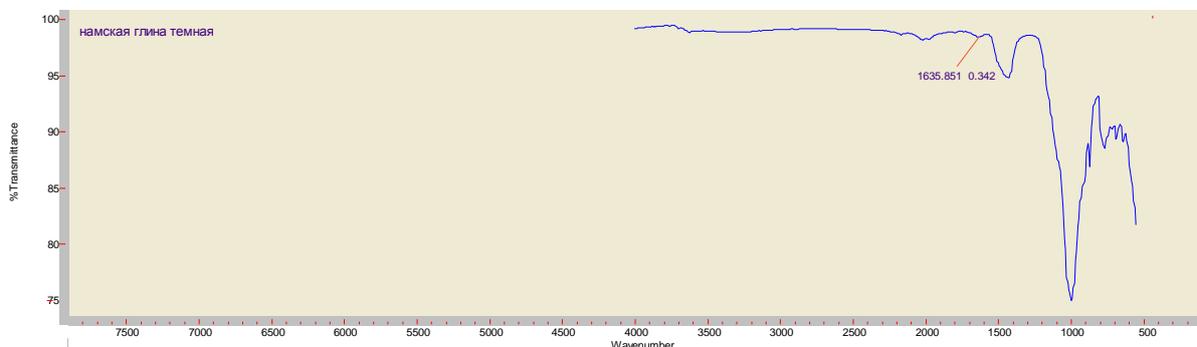


Рис.1. Данные ИК-спектроскопии

Результаты исследований представлены на Рисунке 1. Анализ спектра частот образцов глины санниковского месторождения показывает, что появление полос поглощения в области $1003,905 \text{ см}^{-1}$ обусловлено валентными колебаниями связей Si-O и деформационными колебаниями связей O-H гиббситового слоя, к ним можно отнести наиболее интенсивные полосы с частотами 1007 и 1029 см^{-1} . Поглощение в области $999,866 \text{ см}^{-1}$ обусловлено деформационными колебаниями OH-групп алюмоокислородных октаэдров каолинита. Группа пиков поглощения в интервале между $3618,970 \text{ см}^{-1}$ обусловлена валентными связями O-H гиббситового слоя в каолините, к ним относятся поглощения на частотах $3618, 3649, 3673$ и 3688 см^{-1} .

Данные рентгенофазового анализа (Рисунок 2) согласуются с результатами химического анализа глин (Табл.1) и с данными ИК-спектроскопии (Рисунок 1): рефлексы, характерные для кварцевой составляющей, во всех исследуемых пробах отличаются весьма большой интенсивностью, что указывает на его (кварца) значительное содержание в глинистых породах.

Полученные дифрактограммы приведены на Рисунке 2, там же указаны списки минералов, обнаруженных в исследуемом образце.

Рентгенофазовый анализ выполнен на дифрактометре D2 PHASER фирмы Bruker (Германия), CuK α излучение, 30 кв, 10 ма. Использовали базу данных PDF 2, программы идентификации и полуколичественного анализа поставленные с прибором.

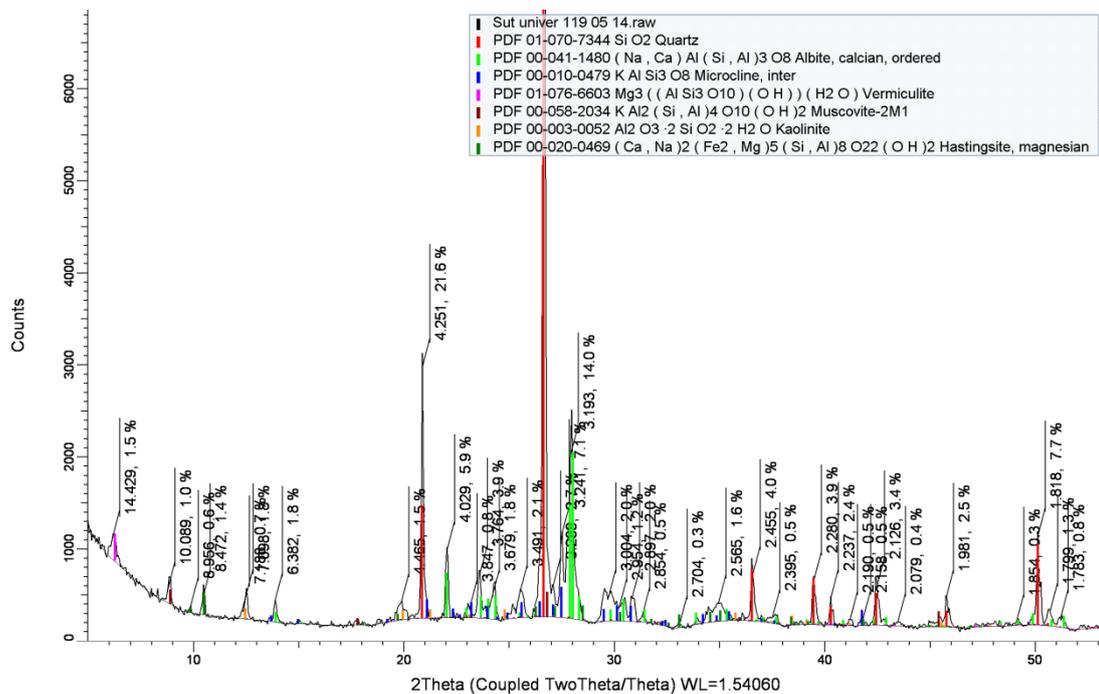


Рис.2. Дифрактограмма исследуемого образца

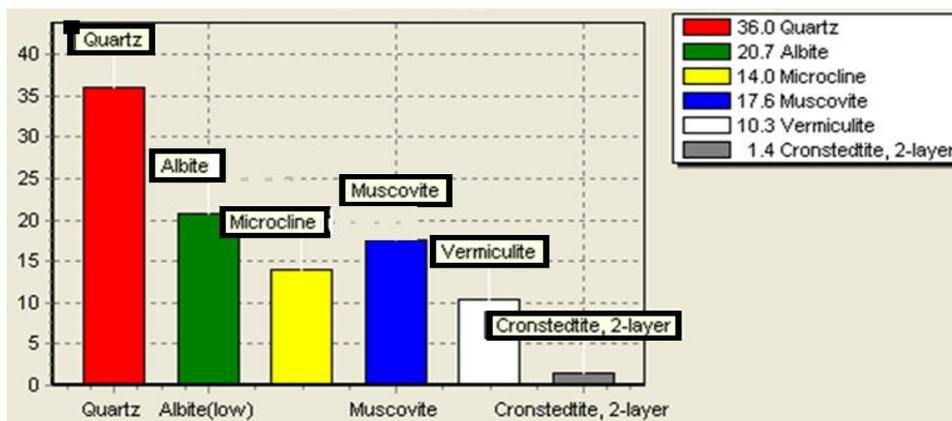


Рис.3. Минеральный состав по данным РФА

На Рисунке 3 представлен минеральный состав исследуемой глины, по своему минеральному составу исследуемая глина содержит следующие минералы: кварц, микролин, альбит, мусковит, вермикулит и кронстедит.

На данном этапе исследования предстоит изучить

Список литературы

1. Вакалова Т.В., Гурина В.Н., Ревва И.В., Горбатенко В.В. Химический анализ силикатных материалов - методические указания к лабораторному практикуму.- Томск: 2007
2. Местников А.Е. Строительные материалы и изделия из глинистых грунтов для индивидуального строительства в Якутии.- Якутск, ЯНЦ СО РАН, 1995.-103
3. Шелудякова Л.А. Метод инфракрасной спектроскопии и его возможности для изучения строительных материалов/ методические указания к лабораторному практикуму.- Новосибирск: НГАСУ, ИНХ СО РАН 2002.-16с.
4. Щербаков А.А., Солодский Н.Ф., Викторов В.В., Жестков В.М., Сериков А.С., Клепиков М.С. Физико-химические исследования глин Нижнеуральского месторождения, Вестник, Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия, выпуск №33 (250)/2011//

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ, КАК ОСНОВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЕТЕРОФАЗНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ

Аникин А.И., Жереб В.П., Аникина В.И., Бундин М.П., Беляев С.В.

СФУ, ИЦМиМ, г.Красноярск

Эвтектические алюминиево-кремниевые сплавы широко используются в автомобильной и авиационной промышленности благодаря своей низкой плотности и низкому коэффициенту теплового расширения. В зависимости от химического состава при традиционном способе кристаллизации алюминиево-кремниевое сплава могут образоваться как иглообразные кристаллы кремния, так и крупные первичные кристаллы кремния и эвтектические аккумуляторные плиты, что приводит к резкому увеличению хрупкости сплавов. Следовательно, возникают сложности, если требуется улучшить микроструктуру после литья.

Двойные металлические расплавы, или двойные жидкие растворы металлов — это макроскопические однородные конденсированные фазы, характеризующиеся атомным диспергированием компонентов и ближним порядком в расположении атомов. В подавляющем большинстве двойных металлических систем компоненты проявляют неограниченную взаимную растворимость в жидком состоянии. Если такая же растворимость наблюдается и в кристаллическом состоянии, т. е. существует непрерывный ряд твердых растворов от чистого компонента А до чистого компонента Б, то затвердевание расплава представляет собой однофазную кристаллизацию: жидкий АБ-раствор любой концентрации переходит в α -твердый раствор.

Часто растворимость компонентов в кристаллическом состоянии ограничена и, если концентрация расплава превышает предел растворимости, то его затвердевание осуществляется путем многофазной кристаллизации. Одним из распространенных типов такой кристаллизации является эвтектическое превращение: диффузионное разделение расплава на две образующиеся при одной температуре, кристаллические фазы.

Необходимой предпосылкой эвтектического превращения является, таким образом, отсутствие полной растворимости компонентов в кристаллическом состоянии.

Классические основы кристаллизации фазовой перекристаллизации металлических материалов рассматривают эти процессы, развивающиеся в две стадии, включающие образование критического зародыша фазы и последующий рост. При этом, как и в системах с непрерывным рядом твердых и жидких растворов, так и эвтектических системах образование зародышей и их рост требует протекания диффузионных разделительных процессов и диффузии внутри фаз часто, на значительные расстояния, что требует длительного времени.

При реальных условиях охлаждения в кристаллизационном интервале температур диффузионные процессы не завершаются в полном объеме, а часто, подавляются вообще, что приводит к появлению метастабильного состояния вещества.

Замедленное охлаждение в кристаллизационном интервале температур не решает проблемы повышения качества кристаллизующегося слитка, поскольку при этом процессы кристаллизации проходят в условиях малого количества зародышей и роста кристаллов с малыми скоростями, что приводит к получению крупных единичных слабо разветвляющихся кристаллов. Результирующая структура получается крупнокристаллической, дендритной, что негативно сказывается на свойствах литого материала и трудно преобразуется при последующей обработке давлением.

Попытки регулирования формирующихся структур в эвтектической системе, за счет увеличения скорости охлаждения при кристаллизации приводят лишь к изменению толщины формирующихся бикристалльных ветвей эвтектических колоний, увеличения их степени разветвления, не предотвращая образования дендритного строения литой структуры.

В эвтектических сплавах уже в жидком состоянии имеются области, обладающие структурой чистых компонентов, т. е. вблизи эвтектической точки можно проводить аналогию между структурой жидких и твердых эвтектических сплавов [2].

Смещение жидких компонентов является энергетически невыгодным процессом, который поэтому и не идет до конца. Расплавившиеся кристаллики компонентов эвтектики при температуре, немного превышающей температуру плавления, сохраняют до некоторой степени свою индивидуальность [3].

Таким образом, в подавляющем большинстве случаев дендритная кристаллизация сопровождается образованием эвтектических включений между ветвями дендритов. Можно даже сказать, что при полном затвердевании сплава, дендритная кристаллизация почти всегда заканчивается кристаллизацией эвтектики [1].

Анализ эвтектического структурообразования, основан на использовании диаграммы состояния. Это не всегда делается корректно, так как линии термодинамического равновесия фаз часто принимают за линии начала

или окончания кристаллизации. Описание кристаллизации с помощью равновесной фазовой диаграммы должно предусматривать возникновение температурно-концентрационных условий, являющихся отклонением от равновесных и нарушающих равенство химических потенциалов компонентов в фазах, что стимулирует фазовый переход. Эти отклонения, связаны:

- с торможением диффузионного перераспределения компонентов между фазами,
- с появлением эвтектической структурной составляющей в сплавах, в которых еще не достигнут предел растворимости,
- с увеличением доли эвтектики против рассчитываемой по диаграмме состояния [1, 4]

В морфологическом плане важно то, что в процессе диффузионного распада жидкости кристаллы эвтектических фаз могут зарождаться и расти порознь или совместно [4].

Изменение характера кристаллизации — переход от равноосной, хорошо ограненной формы роста к игольчатой форме роста, можно объяснить влиянием присутствия хотя бы и очень малочисленных, но всегда существующих примесей. Всякий кристаллик начинает расти в хорошо ограненной форме, но по мере его роста вокруг него скопляются оттесняемые на периферию инородные атомы и молекулы, которые, в конце концов, должны были бы создать пленку другого вещества, мешающего нормальному росту кристалла. Диффузия и конвекция не дают образоваться сплошному слою примесей и позволяют кристаллу расти. Однако при низких температурах, особенно при повышенном содержании примесей, влияние диффузии и конвекции недостаточно, чтобы обеспечить правильное питание кристалла по всем направлениям. При этом рост кристалла по нормалям к его граням затрудняется сильнее, чем тангенциальный рост граней путем перемещения ребер. Это объясняется большей омываемостью кристалла на ребрах, чем в центрах граней. Наибольшую скорость роста можно наблюдать там, где сильнее всего омывание кристалла жидкостью, т. е. по ребрам, и притом по ребрам меньших линейных размеров [4].

Рассматривая металлические расплавы, следует ожидать явления гетерогенизации, поскольку кластеризация металлической жидкости уже ни кем не оспаривается и составляет основу теории строения расплавленных металлических сплавов. Нагрев эвтектических сплавов до температуры, на несколько градусов превышающий точку равновесия, вызывает расплавление, результатом которого становится формирование кластерной смеси. Такая смесь состоит из микрообъемов, характеризующихся наличием ближнего порядка, отвечающего кристаллическому строению фаз, при плавлении которых эти кластеры образовались.

При наличии разницы в строении соответствующих кластерных образований в жидкости следует ожидать и перераспределение компонентов в жидкости, участвующих в образовании кристаллов. Наиболее показательным случаем такого эвтектического плавления являются плавление эвтектики системы алюминий-кремний, где одной из фаз в составе эвтектики является кремний, не растворяющий в себе алюминия, а второй алюминий, растворяющий малое количества кремния.

Естественно следует ожидать, что после расплавления образующиеся кластеры вместе с кристаллическим строением кремния будут наследовать и его химический состав, так же как и кластеры, образующиеся из твердого раствора на основе алюминия, вместе с его кристаллическим ближним порядком будут обогащаться алюминием.

Нами была исследована термическая обработка сплавов Al-Si и Al-Cu систем, при которой осуществлялся нагрев на несколько градусов выше температуры плавления эвтектик – температур предкристаллизационного состояния, после которой осуществлялась их медленное охлаждение до температур максимальной растворимости Si в α -твердом растворе и фазы CuAl_2 в меди соответственно. Затем сплавы обеих систем резко охлаждали в воде до комнатной температуры. Игольчатые частицы кремния делились на части при температуре превышающих эвтектику (было исследовано с помощью дериватографа).

При последующем медленном охлаждении происходит диффузионное перераспределение фаз, кристаллы кремния становятся, практически изометричными и равномерно распределяются по полю α -твердого раствора на основе алюминия (Рисунки 1-2).

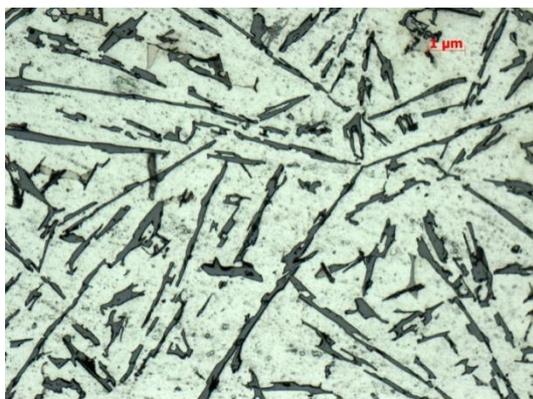


Рис.1. Микроструктура сплава АК12 (исходное литое состояние)

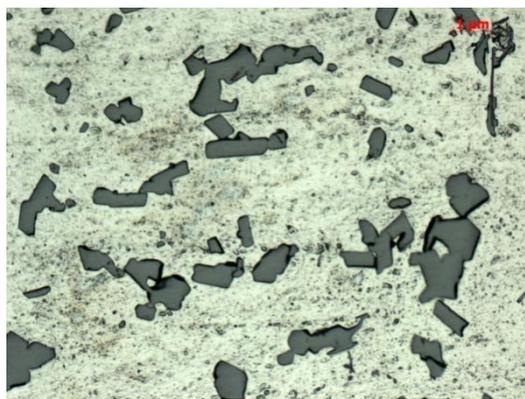


Рис.2. Микроструктура сплава АК12 в термообработанном состоянии ($T_3 = 585 \text{ }^\circ\text{C}$)

Аналогичное разделение и перераспределение эвтектических фаз получили при подобной термической обработке сплава Al-33,2%Cu (Рисунки 3-4).



Рис.3. Микроструктура сплава Al-33,2%Cu (исходное литое состояние)



Рис.4. Микроструктура сплава Al-33,2%Cu в термообработанном состоянии ($T_3 = 550 \text{ }^\circ\text{C}$)

Рассмотренный режим термообработки может быть отнесен к тиксотропной обработке, подобно тиксотропной обработке материалов давлением и тиксотропному литью.

Получен патент № 2525872 «Способ формирования микроструктуры эвтектического Al-Si сплава». [5]

Применяться может для термической обработки эвтектических сплавов, а также при термической обработке сплавов претерпевающих фазовые превращения.

Список литературы

1. Беляев А.И., Романова О.А., Бочвар О.С., Походаев К.С., Буйнов Н.Н., Локтионова Н.А., Фридляндер И.Н. Алюминиевые сплавы. Металловедение алюминия и его сплавов. Справочное руководство. М., «Металлургия», 1971. 352 с.
2. Пригунова А.Г., Белов Н.А., Таран Ю.Н. Силумины. Атлас микроструктур и фрактограмм промышленных сплавов. М.: «МИСИС». 1996. 175 с.
3. Белов Н.А., Савченко С.В., Хван А.В. Фазовый состав и структура силуминов: справочное издание. М.: «МИСИС». 2008. 283 с.
4. Таран Ю.Н., Мазур В.И. Структура эвтектических сплавов. М., «Металлургия», 1978. 312 с.
5. Патент №2525872 «Способ формирования микроструктуры эвтектического Al-Si сплава» опубликовано 20.08.2014.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗОБЖИГОВЫХ ОКАТЫШЕЙ ИЗ МЕЛОЧИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД

Толымбекова Л.Б., Жунусов А.К., Толымбеков А.М.

ИнЕУ, РК, г.Павлодар,
ПГУ, РК, г.Павлодар, АЗФ, РК, г.Аксу

В данной статье представлены результаты исследований по разработке эффективной технологии производства безобжиговых окатышей с использованием связующей добавки и восстановителя. Предложенный метод позволит получать окатыши с использованием материала класса 0-5 мм, т.е. исключается самая затратная часть технологии производства окатышей – доизмельчение. Важно также, что безобжиговое окускование материала почти неизменным сохраняет состав и свойства исходного сырья, вследствие чего в них процессы восстановления начинаются раньше и протекают более интенсивно [1].

Необходимая прочность окатышей достигается за счет подбора связующих компонентов. Нами в качестве связующего материала предлагается использовать глину Саздинского месторождения (Казахстан). Химический состав марганцевой руды и глины представлен в Табл.1.

Таблица 1

Химический состав глины Саздинского месторождения

Материал	Содержание, %								
	Mn _{общ.}	Fe _{общ.}	MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	S	ппп
Марганцевая руда «Западный Камыс»	30,0	5,6	0,6	2,64	28,24	3,36	0,03	0,03	15,0
Глина	-	6,7	1,9	1,5	55,7	15,4	0,09	0,38	13,5

Основным минералом в глине является гидроалюмосиликаты, а также присутствуют полевой шпат и кварц. Данную глину можно отнести к группе легкоплавких глинистых пород, имеющих относительно низкую температуру спекания. Данная глина относится к среднеплатичным.

Лабораторные опыты по окомкованию марганцевой руды крупностью 0-5 мм проводили на тарельчатом грануляторе диаметром 380 мм, высотой борта 80 мм и углом наклона 40°. Скорость вращения гранулятора постоянная и равнялась 20 об/мин. Время окатывания составляла 20-25 минут. Перед подачей на гранулятор шихта предварительно перемешивалась с увлажнением до 3-4%. Химический и технический составы Заринского кокса представлены в Табл.2.

Таблица 2

Химический и технический составы Заринского кокса

Материал	Содержание, %										
	A ^c	W ^p	S	C _{тв}	V(ппп п)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅
Кокс	12,1	0,46	0,18	85,3	1,92	-	-	-	-	-	-
Зола кокса	-	-	-	-	-	49,5	22,8	17,9	5,3	3,48	0,94

Количество глины в шихте варьировали от 0 до 10%, а коксик задавали в количестве 5-10% в шихту с 10% глины. Количество влаги изменяли в пределах 7-12%. В полученных сырых окатышах оценивали содержание влаги, определяли гранулометрический состав, прочность на сжатие и сбрасывание с высоты 300 мм. Сырые окатыши сушили в шкафу при температуре 100°C в течение 3-х часов, затем определяли прочность сухих окатышей на сжатие.

Основные результаты представлены в Табл.3.

Таблица 3

Качество сырых и сухих окатышей

№ окатышей	Состав шихты, %			Сырые окатыши		Сухие окатыши
	Марганцевая руда	Глина	Коксик	Прочность на сжатие, кг/окатыш	Прочность на сбрасывание, раз	Прочность на сжатие, кг/окатыш
1	100	-	-	0,45	10	4,5

2	95	5	-	0,61	14	8,8
3	90	10	-	0,95	18	16,1
4	85	10	5	0,81	16	13,5
5	80	10	10	0,75	15	12,3

Заметное улучшение процесса окомкования и прочностных характеристик готовых гранул начинается при добавке 5 и более процентов глины. При содержании в шихте 10 % глины прочность сырых окатышей выросла более чем в 2 раза, а сухих – более чем в 3 раза по сравнению с базовым вариантом и составила соответственно 0,95 и 16,1 кг/окатыш (Табл.3), что вполне приемлемо для использования их при плавке в рудно-термической печи без последующего обжига.

Добавка в шихту до 10 % коксика повлияла незначительно на прочность окатышей (Табл.3 опыт 5), что говорит о решающем влиянии на прочность окомкованных крупнозернистых материалов вида и количества связующих.

Для оценки влияния температуры нагрева на прочность окатышей их нагревали в лабораторной муфельной печи в атмосфере воздуха до 1000°C со скоростью 5,5°C в минуту. По ходу нагрева отбирались пробы при температурах 100, 200°, 400°, 600°, 800° и 1000°C. Отобранные пробы, после охлаждения в естественных условиях до комнатной температуры, исследованы на прочность.

В Табл.4 и на Рисунке 1 показано изменение прочностных характеристик окомкованного материала при нагреве до 1000°C.

Таблица 4

Прочность окатышей после нагрева

№ окатышей	Состав шихты, %			Прочность на сжатие, кг/окатыш					
	Марганцевая руда	Глина	Коксик	Температура, °С					
				100	200	400	600	800	1000
2	95	5	-	8,8	7,2	7,7	7,1	10,3	18,2
3	90	10	-	16,0	14,6	12,0	12,9	18,3	28,1
4	85	10	5	13,2	12,9	10,8	9,5	16,6	23,8
5	80	10	10	12,2	10,8	9,8	9,3	13,1	19,2

При нагреве опытных окатышей от 100 до 600°C (Рисунок 1) происходит незначительное снижение прочности, что объясняется повышением пористости структуры окатышей за счет удаления газообразных продуктов. Упрочнение окатышей начинается при температуре 600°C и выше, что можно связать с развитием процесса плавления низкотемпературных фаз, которые образуют вязкий расплав, служащий цементирующей связкой близлежащих с ним масс шихты. При 1000°C прочность окатышей, по сравнению с прочностью при 100°C, выросла в 1,5-2 раза. При этом максимально достигнутая прочность составила 28,1 кг/окатыш для окатышей с 10% глины. При визуальном наблюдении отмечено, что нагрев окатышей до 1000°C не приводит к изменению формы окатышей и их разрушению, а при температуре более 1000°C все окатыши претерпевают заметное размягчение и оплавление.

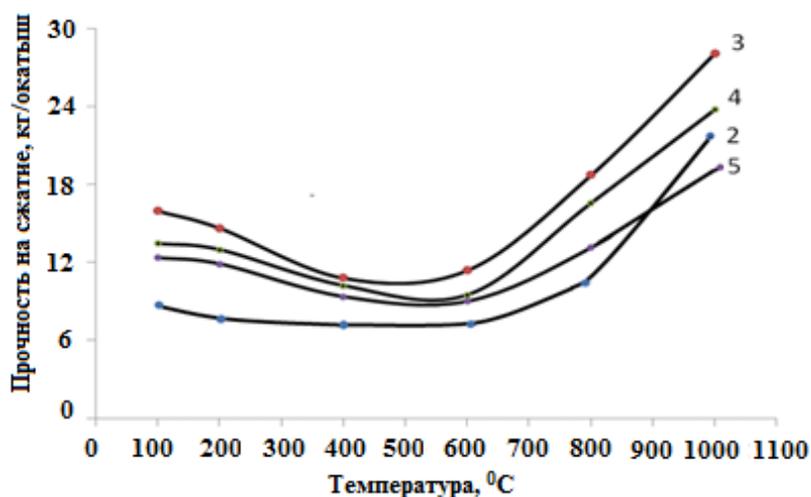


Рис.1. Влияние температуры нагрева на прочность окатышей (Цифры у кривых – номера окатышей в Табл.3)

Таким образом, проведенные лабораторные исследования показали возможность получения высушенных при 100⁰С безобжиговых окатышей из мелочи руды фракций 0-5 мм, с использованием восстановителя и глины в качестве связующего материала, которые удовлетворяют, по прочностным характеристикам требованиям к шихтовым материалам для плавки в низкошахтных рудно-термических печах.

Промышленные испытания технологии производства марганцевых окатышей с применением глины и коксика проведены в условиях ТОО «Таразский металлургический завод» Казахстан.

По результатам проведенных лабораторных исследований для наработки промышленной партии окатышей выбраны два варианта шихтовки:

- мелочь марганцевой руды фракции 0-5 мм - 90% и 10 % глины (вариант 1);
- мелочь марганцевой руды фракции 0-5 мм – 85 %, глины – 10 % и отсеvy коксика – 5 % (вариант 2).

Окомкование по обоим вариантам проходило удовлетворительно. Выход фракции – 5 мм не превышал 10 %. При оптимальных параметрах окомкования – влажность 9-10 %, время окомкования 25 минут, выход фракции 10-15 мм составил 80 % и более. Прочность окатышей после сушки на сжатие составила 15,5-20,0 кг/окатыш и сброс с высоты 300 мм 21-24 раз, что вполне удовлетворяет, по прочностным характеристикам требованиям к шихтовым материалам для плавки в низкошахтных рудно-термических печах (15-25 кг/окатыш по требованиям ТУ).

Список литературы

1. Лотош В.Е. Безобжиговое окускование руд и концентратов / В.Е. Лотош, А.И. Окунев. – Москва: Издательство Наука, 1980. – 215 с.
2. Абдулабеков Е.Э., Промышленные испытания технологии окомкования мелкой хромитовой руды с применением керамзитовой глины/ Е.Э. Абдулабеков, С.О. Байсанов, В.И. Гриненко и др. // Сб. научн. трудов ХМИ. - Алматы, 2002. - Т.30, Кн.1. - С.172.
3. Вегман Е.Ф. Окускование руд и концентратов / Е.Ф. Вегман. – М.: Металлургия, 1976. – 224 с.
4. Маерчак Ш. Производство окатышей / Ш. Маерчак. – Москва: Издательство «Металлургия», 1982. – 232 с.
5. Ким А.С. Окускование мелочи марганцевых руд / А.С. Ким // Теория и практика ферросплавного производства: сб. науч. тр. Серовский завода ферросплавов. – Нижний Тагил. – 2008. – С.42.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ТИПОВ ИТС: АКТУАЛЬНОСТЬ ДЛЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА

Карпушкин В.Г.

НовГУ, г.Великий Новгород

Современные транспортные средства – высокотехнологичная и наукоёмкая область исследований. Большая часть результатов инженерных разработок, внедряемых в транспортную сферу, приходится на авиа-, автомобиле- и судостроение. Несмотря на это, внимания к себе требуют меньшие по объёму производства, но не менее важные по социальному значению отрасли транспорта. К таким можно отнести, среди прочего, и инвалидные транспортные средства (далее – ИТС).

Ранее были сформулированы особенности эксплуатации ИТС в российских условиях и рассмотрен модельный ряд электротранспортных инвалидных колясок, представленных на российском рынке [5]. Имеет смысл сделать более глубокий анализ состояния российского рынка ИТС и рассмотреть актуальность внедрения инновационных инженерных решений в данный вид транспорта.

Во-первых, стоит обратить внимание на модельный ряд ИТС, представленных на российском рынке. Ранее мы рассматривали его избирательно и без учёта стоимостных характеристик ТС, что недостаточно для анализа потенциала внедрения инженерных разработок в отечественное производство ИТС[5].

Как показывает анализ актуальных данных, рынок ИТС в последнее время претерпел существенные изменения. Так, разброс цен на инвалидные электроприводные коляски находится в пределах от 80 до 600 тыс. руб. Его выявляет анализ сайтов производителей [1,3 – 8, 10], информация которых систематизирована в Табл.1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика ИТС.

Модель	Ширина, мм	Длина, мм	Масса, кг	Стоимость, тыс. руб.	Возможность сложить спинку и подлокотники в один уровень с сидением
Armed FS111A	620	1100	58,2	80	-
Armed FS123GC-43	650	1150	64.8	86	-
Armed FS129	630	1150	65	103	-
LY-EB103-650	580	1040	136	157	-
Otto Bock A-200	570	1000	66	165	-
Инкар-М КАР-4.1	~600	-	53	201	-
Otto Bock B-600	640	1080	95	327	-
OttoBock C-1000	650	1080	115	420	-
OttoBock C-2000	680	1200	190	600	-

Эти данные выявляют широкий диапазон для поиска новой ниши на рынке. Разумеется, новая модель должна обладать функционалом, ещё не представленным на рынке. Это может быть способность кресла трансформироваться для проезда в узкие дверные проёмы и пользования туалетом без посторонней помощи [5] или возможность эксплуатировать ТС на пляже и в воде [9].

Кроме того, хотелось бы отметить, что в условиях политики импортозамещения, разработка новой модели ИТС для отечественного рынка более чем актуальна именно для российских инженеров (и соответственно, российских предприятий). Представляется возможным справиться с этой задачей самостоятельно без привлечения зарубежных партнёров [9].

Во-вторых, обратим внимание на объём российского рынка инвалидных транспортных средств (как на мускульной силе, так и на электроприводе), о котором позволяют судить данные [12]. Он составлял на 2013 год 1 672 307 425 руб., а в 2014 увеличился почти на 1 млрд. руб. и составил 2 598 183 611 руб. Основные компании, их объём продаж и доля на рынке по тем же данным без учёта розничной торговли представлены в Табл.2 и 3 (за 2013 и 2014 годы соответственно).

Таблица 2

Основные компании на российском рынке за 2013 год

Название	Объём продаж, руб.	Доля рынка, %
ООО "ОТТО БОКК Мобилити"	425 844 776	25,46
ООО "Реамед"	219 389 219	17,60
ООО "Инваторг"	93 883 655	7,53
ООО "ТехноТрейд"	54 066 776	4,34
ООО "ВостокМедимпорт"	44 568 438	3,58
ООО "МедТехПроф"	44 551 776	3,57
ООО "ВСФК"	42 187 679	3,38
АНО "Катаржина"	38 154 137	3,06
ООО "Апрель"	31 192 074	2,50
ООО "МК"	25 990 076	2,09
ООО "МЕДИПАЛ-ОНКО"	21 523 131	1,73

Таблица 3

Основные компании на российском рынке за 2014 год

Название	Объём продаж, руб.	Доля рынка, %
ООО "ОТТО БОКК Мобилити"	575 258 508	22,43
ГУПАО "Фармация"	324 397 505	16,09
ООО "Реамед"	231 972 474	11,51
ООО "Инваторг"	204 493 018	10,15
ООО "ТехноТрейд"	87 066 410	4,32
АНО "Катаржина"	51 164 417	2,54
ООО "Уральское представительство "ЮЮМедикал"	50 095 595	2,49
ООО "ВостокМедимпорт"	45 584 242	2,26
ООО "Владимир"	45 525 721	2,26
ООО "МедТехПроф"	44 723 136	2,22
ООО "ВСФК"	42 187 679	2,09

Как можно заметить, лидерство на рынке с уверенностью удерживает компания ООО «ОТТО БОКК Мобилити» с объёмом производства в России по разным данным от 40 000 до 60 000 в год [2] и [11] (как электроприводных, так и на мускульной силе). Новые компании в ближайшее время вряд ли смогут оказать ей реальную конкуренцию. В то же время с новым типом ИТС кажется вполне реальным войти в список компаний с объёмом продаж до 50 млн. руб.

Для оценки рынка важно проанализировать и показатели спроса. Список основных покупателей и данные по закупкам [12] представлены в Табл.4 и 5.

Таблица 4

Основные покупатели за 2013 год

Название	Объём закупок, руб.	Доля в объёме продаж, %
1. ГУ-Нижегородское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	26 802 536	6.29
2. ГУ - Алтайское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	19 787 091	4.65
3. ГУ-Красноярское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	19 015 274	4.47
4. ГУ-Приморское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	18 772 842	4.41
5. ГУ-Оренбургское РО Фонда социального страхования	18 387 103	4.32

Российской Федерации		
6. Государственное учреждение - Новосибирское региональное отделение Фонда социального страхования Российской Федерации	17 954 271	4.22
7. Государственное учреждение - Хабаровское региональное отделение Фонда социального страхования Российской Федерации	17 384 136	4.08
8. ГУ - СРОФСС РФ	17 056 663	4.01
9. ГУ-Пермское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	15 384 22	3.61
10. ГУ-Пензенское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	14 572 244	3.42

Таблица 5

Основные покупатели за 2014 год

Название	Объём закупок, руб.	Доля в объёме продаж, %
1. ГУ-Красноярское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	45 311 749	7,78
2. Государственное учреждение - Санкт-Петербургское региональное отделение Фонда социального страхования Российской Федерации	43 616 492	7,49
3. ГУ-Нижегородское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	26 802 536	4,60
4. ГУ-Оренбургское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	22 741 519	3,90
5. Государственное учреждение - Ставропольское региональное отделение Фонда социального страхования Российской Федерации	21 529 364	3,70
6. ГУ-Пермское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	20 078 373	3,45
7. ГУ - Алтайское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	19 787 091	3,40
8. ГУ-Приморское РО Фонда социального страхования Российской Федерации	18 772 842	3,22
9. Государственное учреждение - Новосибирское региональное отделение Фонда социального страхования Российской Федерации	17 954 271	3,08
10. Государственное учреждение - Хабаровское региональное отделение Фонда социального страхования Российской Федерации	17 384 136	2,98

Следует отметить, что приведённые таблицы отражают только сектор государственных закупок ИТС, что делает предложение продукции отечественного производства ещё более актуальной. География покупателей в настоящее время большого значения не имеет, поскольку сделки заключаются посредством электронных торгов, а транспортно-логистическая сеть позволяет осуществлять доставку колясок в любую часть страны достаточно оперативно.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что растущий российский рынок ИТС в настоящий момент испытывает потребность в новых моделях колясок, зачастую специализированных, разработанных исходя из российских условий эксплуатации. Объёмы рынка и достаточно высокая конкуренция позволяют говорить о возможности финансирования инновационных инженерных разработок в области ИТС. При обеспечении необходимыми ресурсами, инвалидный сектор транспорта может стать достойной областью применения различных отечественных инновационных инженерных разработок, к которым относится и предлагаемый нами проект [5].

Список литературы

1. Армед; URL: <http://www.armed.ru/catalog/811/>
2. Доступный мир. рф; URL: <http://www.доступныймир.рф/index.php?newsid=3719>

3. Интернет магазин «OrtoOttoShop»; URL: <http://www.ortoottohop.ru/kolyaski-s-elektroprivodom.html>
4. Интернет магазин медтехники «AirMedic»; URL: <http://air-medic.ru/catalog/invalidnye-kolyaski/invalidnye-kolyaski-s-elektroprivodom/>
5. Карпушкин В.Г., Kubiak P., Тимофеев В.В. Инвалидные транспортные средства: особенности эксплуатации и состояние российского рынка // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 4(37). Том 2. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2014. – С. 48–54.
6. Медспрос. Сертифицированный магазин официального дилера; URL: http://www.medspros.ru/shop/kreslo_kolyaska_s_elektroprivodom_i_ruchnym_upravleniem_dlya_invalidov_kar_4_1.html
7. Ортобокс. Профессиональный ортопедический интернет-магазин; URL: <http://www.ortobox.ru/catalog/item/2229/>
8. Протезно-ортопедические изделия и средства реабилитации – OttobockRU; URL: <http://www.ottobock.ru/mobility/mobility-for-adults/solution-overview/power-wheelchairs/>
9. Смольякова Т. Чтобы коляска не была обузой // Российская газета. Неделя. 22.01.2015. №11 (6582)
10. Medical equipment technologies; URL: <http://www.met.ru/electric/>
11. Ottobock; URL: http://professionals.ottobock.ru/cps/rde/xchg/ob_ru_ru/hs.xsl/40932.html
12. Russia ОПТ. Анализ государственных контрактов 44-ФЗ; URL: <http://ooo-otto-bokk-mobiliti.russia-opt.com/>

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ КОНФЛИКТОВ В ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Искендеров Н.И.

Национальная Академия Авиации, г.Баку, Азербайджан

Рост интенсивности полетов требует создания более усовершенствованных автоматизированных средств обнаружения конфликтов и принятия решений (CD-R - conflict detection and resolution) [1]. Существующие средства, используя современные информационные технологии дают возможность повышения безопасности и улучшения эффективности перевозок. Исследование рассмотренных CD-R методов [2] показывает, что эти методы отличаются друг от друга используемой теорией, методом и характеристиками принятия решения, так же особенностями параметров. Однако эти методы имеют ряд недостатков, в первую очередь связанное с подходом к решению проблемы. Существует много общего в этих методах, имеются также их синтезы. Метод, который по некоторым параметрам является более приемлемым, по другим параметрам становится не эффективным, при этом влияние этих параметров на решение не оценены, и поэтому часто возникает проблема выбора лучших методов. Только научное обоснование сравнительной оценки CD-R методов позволяет использовать более эффективные методы. С целью проведения оценки, рассмотрено C_1, C_2, \dots, C_n методов как множество параметров и параметры, характеризующие эти методы обозначены следующим образом:

- a_1 – зоны наблюдения; a_2 – уровень обнаружения конфликтов;
- a_3 – метод принятия решений; a_4 – возможность маневрирования;
- a_5 – управления множеством объектов; a_6 - метода прогнозирования;

Значения параметров являются нечеткими и лингвистическими, а преимущества каждого из них по отношению к другим определяются на основе экспертных мнений. В ходе проведенных исследований построены функции принадлежности [3] исследованных методов используя принцип "построение функции принадлежности на основе парных сравнении»:

$$\mu_{\text{наилучший}}(a) = \left[\max_{i=1,n} \mu_{C_i}(a_1), \max_{i=1,n} \mu_{C_i}(a_2), \dots, \max_{i=1,n} \mu_{C_i}(a_6) \right]$$

Таким образом установлено, что метод, в котором функций принадлежности совпадают будет наилучшим.

Список литературы

1. "Safety Nets ensuring effectiveness guide" The European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL), 2009.
2. James K. Kuchar and Lee C. Yang "A Review of Conflict Detection and Resolution Modeling Methods" IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 1, No. 4, December 2000, pp. 179-189.
3. А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров, «Принятие решений на основе нечетких моделей, примеры использования», Рига «Зинатне» 1990.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА АВИАЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ДЕФЕКТАМИ В ВИДЕ РАССЛОЕНИЙ

Кокуров А.М.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г.Москва

В настоящее время в качестве основных материалов авиационных конструкций все больше применяются композиты, механические свойства которых, в совокупности с возможностью задавать различную ориентацию и последовательность укладки слоев, позволяют создать материал, наилучшим образом соответствующий условиям эксплуатации изделия. В течение жизненного цикла изделия – при изготовлении и эксплуатации авиационных конструкций из слоистых композиционных материалов (КМ) возникают различные типы дефектов. Наиболее часто встречающиеся – дефекты в виде расслоений, возникающие в композитных агрегатах механизации крыла - интерцепторах, элероне, закрылке и др. Для оценки влияния повреждения на прочность конструкции из КМ требуется проведение комплекса численных исследований.

В работе приводится методика численного моделирования и анализа поведения дефектов типа расслоений с учетом таких факторов как структура слоистого композита, геометрия зоны расслоения, геометрически нелинейный характер деформирования, что позволяет провести расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) более высокого порядка точности, по сравнению с существующими в настоящее время аналитическими решениями, и, таким образом, наиболее точно предсказать поведение дефекта, находящегося в конструкции.

Целью исследования является оценка влияния дефекта на НДС конструкции из композиционного материала.

В качестве объекта исследования выбран элерон среднемагистрального пассажирского самолета с дефектом в виде расслоения.

Решение осуществляется методом конечных элементов, которое включает математическое моделирование конструкции элерона, составление модели дефекта и последующие численные расчеты.

Алгоритм проведения численного исследования

Расчет проводится по методу подконструкций: объект исследования, в данном случае элерон, является основной конструкцией, а модель дефекта – подконструкцией. В соответствии с этим, расчет по предложенному алгоритму можно условно разделить на следующие этапы:

1) моделирование, расчет и анализ исходной, неповрежденной конструкции из композиционных материалов.

2) создание модели структурного дефекта и интегрирование её в модель исходной, неповрежденной конструкции.

3) Проведение численной диагностики и анализа состояния конструкции из композиционных материалов, содержащих структурные дефекты.

4) Проведение оценки остаточной прочности конструкции на основании анализа полученных результатов.

Алгоритм проведения численного исследования представлен на Рисунке 1.

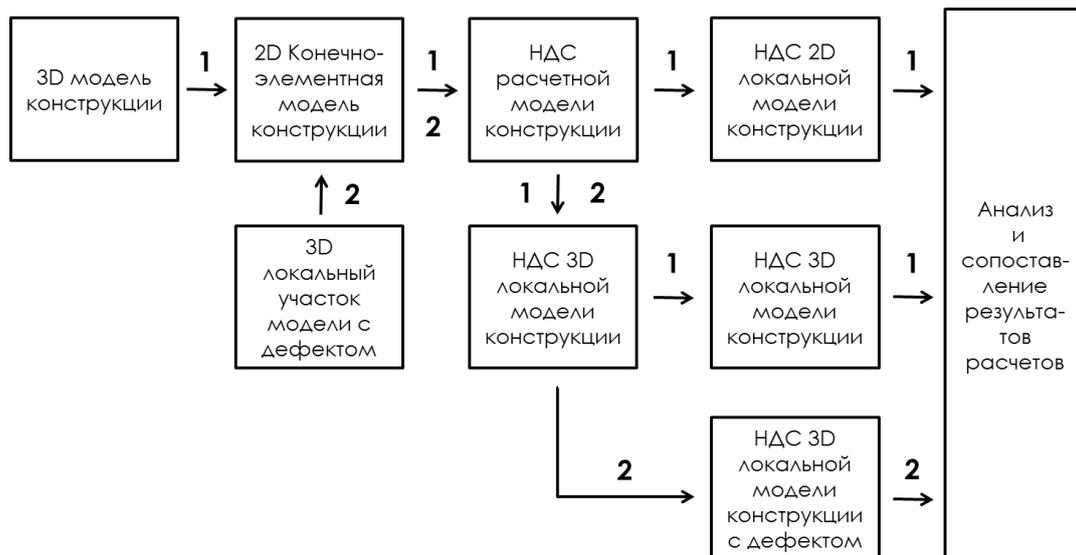


Рис.1. Алгоритм проведения расчетов

Рассмотрим каждый из этапов более подробно.

Конечно-элементное моделирование конструкции с дефектом.

Геометрическое моделирование и построение конечно-элементной сетки конструкции (Рисунок 2) осуществляется средствами программного комплекса Patran 2012. Расчет напряженно-деформированного состояния выполняется в программе Nastran 2012. Нагрузки и условия закрепления задавались в локальной системе координат, где ось X направлена вдоль осей нервюр, ось Y - перпендикулярно верхней панели элерона, ось Z - параллельна вертикальной стенке лонжерона. В данной работе рассмотрен расчетный случай «Элерон выпущен вверх».

Проведение численного расчета позволяет определить НДС (Рисунок 3) и потоки сил (Рисунок 4) как в конструкции в целом, так и на участке возникновения дефекта.

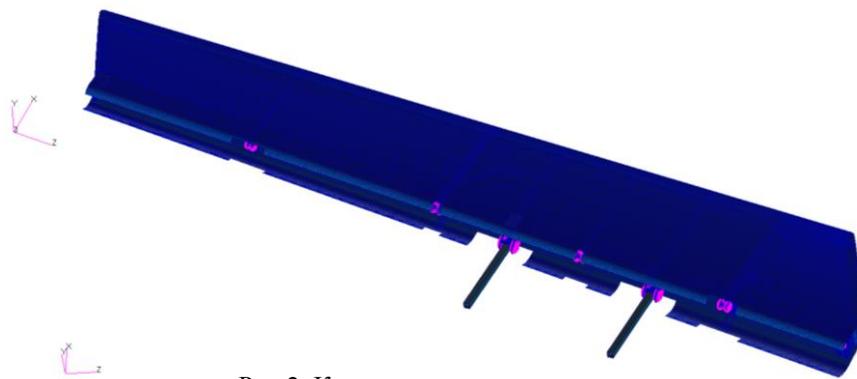


Рис.2. Конечно-элементная модель элерона

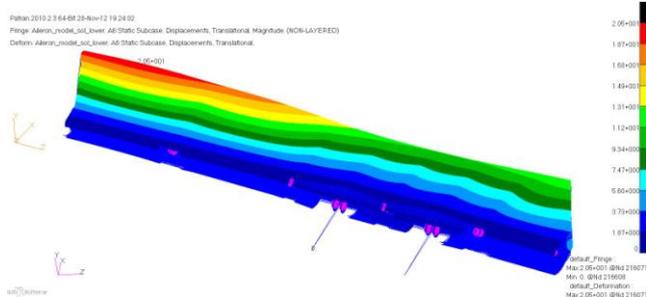


Рис.3. Деформированное состояние элерона [мм]

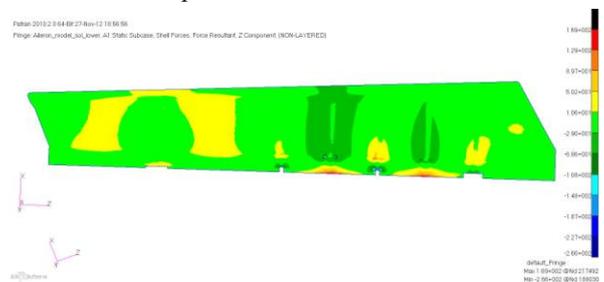


Рис.4. Распределение нормальных сил вдоль оси Z [кг/мм]

На следующем этапе производится построение модели дефекта (Рисунок 5) с учетом геометрической нелинейности на основании данных, полученных методами неразрушающего контроля, и приложение нагрузок, определенных для локальной области дефекта из расчета исходной, неповрежденной конструкции.

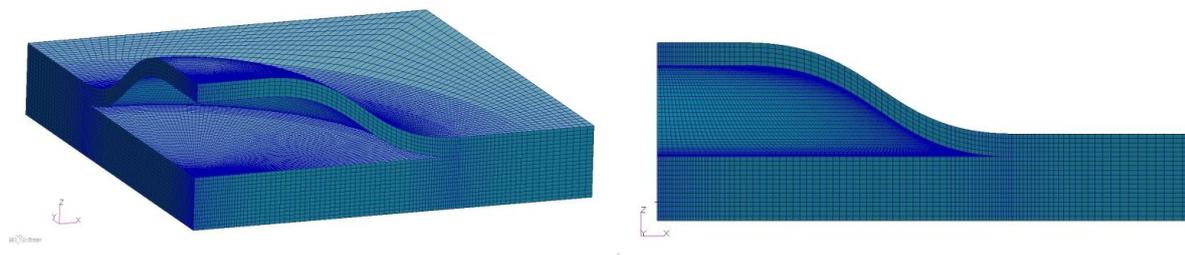


Рис.5. Конечно-элементная модель дефекта

Результаты численного расчета механического поведения конструкции в области расслоения представлены в виде деформационных картин (Рисунок 6) и полей напряжений (Рисунок 7). Здесь НДС, для удобства анализа, отображено для граничных слоев дефекта: верхний слой - на Рисунке 8, нижний - на Рисунке 9.

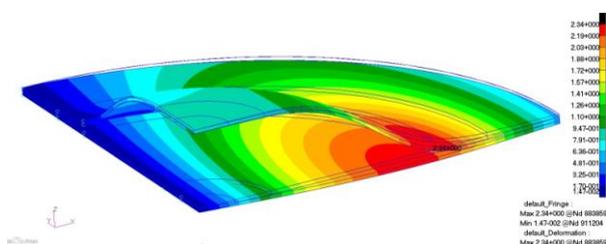


Рис.6. Дефект в виде расслоения. Полный вектор перемещений [мм]

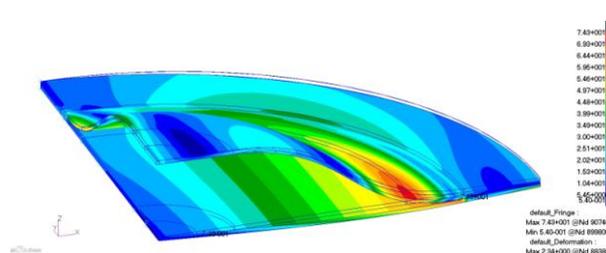


Рис.7. Дефект в виде расслоения. Эквивалентные напряжения [кг/мм²]

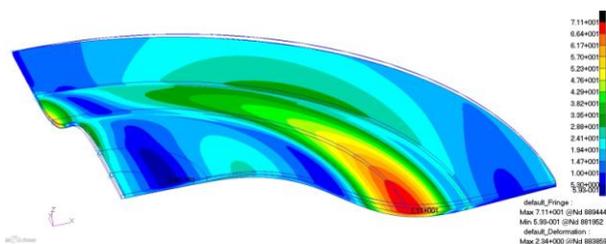


Рис.8. Верхний слой. Эквивалентные напряжения [кг/мм²]

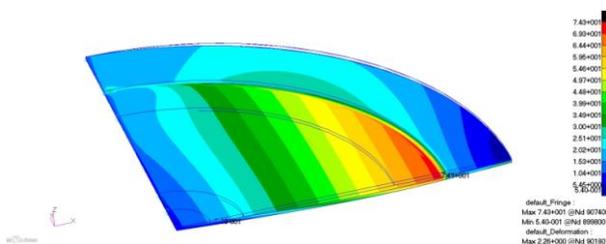


Рис.9. Нижний слой. Эквивалентные напряжения [кг/мм²]

Сопоставление результатов расчета исходной и поврежденной конструкций показывают, что в зависимости от геометрических параметров дефекта возможны следующие механизмы локального разрушения: выпучивание, расщепление или смешанная форма. В данном расчете возможно разрушение путем расслоения, выпучивания верхних слоев дефекта.

Преимущества применения разработанной методики.

Преимущества применения разработанной методики расчета конструкций, содержащих структурные дефекты, заключается в:

- 1) возможности численной диагностики конструкции в течение всего жизненного цикла изделия;
- 2) возможности проведения диагностики путем численного исследования изменения спектра деформационных откликов элементов конструкции из КМ с различными типами структурных дефектов с учетом таких факторов как:

- структура слоистого композита,
- геометрия зоны расслоения,

- площадь дефекта и расположение по глубине,
- геометрически нелинейный характер деформирования;

3) сопоставление результатов расчетов целого объекта с результатами расчета конструкции, содержащей дефект структуры, позволяет произвести оценку влияния наличия дефекта на деформацию и прочность конструкции.

Выводы.

Предложенная методика численного расчета и разработанная конечно-элементная модель дефекта позволяют более точно определить локальное деформационное состояние в районе повреждения, по сравнению с аналитическим решением.

Проведенные расчеты показывают, что в зависимости от геометрической формы и расположения дефекта развитие повреждения возможно по следующим механизмам разрушения: расслоение, расщепление или смешанная форма. Определение преобладающего механизма разрушения зависит от площади расслоения и порядка укладки слоёв. Таким образом, моделирование конструкции, содержащей дефект, является многопараметрической задачей, которую успешно позволяет решить предложенная методика.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-19-00776.

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА ПРОЕКТНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ СТАЛЬНОЙ СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Ульшин А.Н.

СПбГАСУ, г.Санкт-Петербург

В настоящее время в проектировании стальных строительных конструкций основным критерием выбора типа конструкции является минимальный расход металла, но далеко не всегда конструкция, имеющая минимальный расход металла будет иметь максимальную технологичность изготовления и монтажа и высокое качество, поэтому себестоимость конструкции с большим весом может оказаться меньше. Для осуществления проектирования с минимальным расходом ресурсов в современных условиях необходимо учитывать вышеизложенные утверждения. Для того, чтобы учесть технологичность изготовления и монтажа необходимо знать условия производства и монтажа конструкций, т.е. технологию ее производства и монтажа.

Поэтому автор предлагает применение комплекса оценки технологичности, который описан в исследовании [1].

В пролетах диапазона до 18 м массы вариантных конструкций могут оказываться примерно равны, в то время как их трудоемкости могут отличаться значительно. Это может стать решающим при определении ее себестоимости.

В основе комплекса оценки технологичности лежат: комплексный показатель технологичности стальной стержневой конструкции и комплексный показатель качества. Для расчета этих показателей и последующего решения различных задач автор предлагает создать алгоритм расчета на технологичность, который и будет лежать в основе совершенствования проектного конструктивно-технологического решения.

Расчет по данному алгоритму ведется после получения нескольких вариантов стальных стержневых конструкций, удовлетворяющих требованиям СП16.13330.2011 по прочности и устойчивости.

Алгоритм расчета на технологичность:

1) Определение исходных данных производства (весомости А, Б, В, Г);

Метод определения указан в исследовании [2], весомости зависят от рынка металлопроката и экономических параметров предприятия.

2) Вычисление($\alpha_n, \beta_n, \gamma_n, \lambda_n$);

Определяются по формулам:

$$\alpha_n = \frac{A}{A + B + B + \Gamma} \quad (1)$$

α_n – долевой коэффициент нахождения конструктивной технологичности.

$$\beta_n = \frac{B}{A + B + B + \Gamma} \quad (2)$$

β_n – долевой коэффициент нахождения технологичности изготовления.

$$\gamma_n = \frac{B}{A + B + B + \Gamma} \quad (3)$$

γ_n – долевой коэффициент нахождения технологичности монтажа.

$$\lambda_n = \frac{E}{A + B + B + \Gamma} \quad (4)$$

λ_n – долевой коэффициент нахождения технологичности транспортировки

3) Определение параметров конструкций X_1 - X_{17} для всех вариативных конструкций;

Ввод параметров конструкций:

X_1 - шаг, м;

X_2 - нагрузка на 1 м^2 ;

X_3 - длина конструкции, м;

X_4 - суммарная площадь сечения стержней конструкции, м^2 ;

X_5 - суммарный периметр узловых деталей, м;

X_6 - кол-во отверстий в стержне, шт;

X_7 - кол-во отверстий в пластинах, шт;

X_8 - толщина пластин-для пролетных, мм;

X_8 - толщина базы колонны*периметр базы-для стоечных, мм;

X_9 - высота здания, м;

X_{10} - масса, кг;

X_{11} - кол-во монтажных болтов, шт;

X_{12} - длина монтажных сварных швов, мм;

X_{13} - время укрупнения, чел-ч;

X_{14} - время строповки, чел-ч;

X_{15} - высота конструкции, м;

X_{16} - ширина конструкции, м;

X_{17} - выступающие элементы, м.

4) Определение основных параметров технологичности для всех вариативных конструкций, с помощью уравнений регрессии;

Определяются через подстановку $X_1 - X_{17}$ в уравнения регрессии параметров технологичности, полученные автором в [3],[4],[5]

5) Вычисление частных показателей технологичности для вариативных конструкций при различных технологиях изготовления и монтажа K_k, K_u, K_m, K_{mp} ;

Определяются исходя из уравнений в [3],[4],[5]

6) Вычисление комплексных показателей технологичности K для вариативных конструкций при различных технологиях изготовления и монтажа;

Для определения данного показателя используется формула:

$$K = \alpha_n \times K_k + \beta_n \times K_u + \gamma_n \times K_m + \lambda_n \times K_{mp} \quad (5)$$

7) Определение комплексного показателя качества для вариативных конструкций;

Для определения данного показателя используется формула из [6].

8) Формирование комплекса оценки технологичности.

Формировании комплекса оценки технологичности происходит в соответствии с границами применения [2].

Формирование целевого оптимизационного уравнения и алгоритм принятия решений:

На основании выведенных сравнительно-долевых показателей [3], [4], [5].

и анализа математических методов принятия решений, автором сформировано следующее целевое уравнение, которое необходимо найти среди вариативных.

$$K = \alpha_n \times K_{\kappa} + \beta_n \times K_u + \gamma_n \times K_m + \lambda_n \times K_{mp} \rightarrow \max \quad (6)$$

Поиск уравнения (6) с максимальным значением называется задачей линейного динамического программирования.

В ходе решения задачи линейного программирования получаем Табл.1.

Таблица 1

Таблица комплексных показателей технологичности при различных технологиях изготовления и монтажа

Конструкция	Сочетания технологии изготовления с технологией монтажа								
	Изг №1			Изг №2			Изг №3		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Пролетные									
Балка прокатная	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₅	K ₁₆	K ₁₇	K ₁₉	K ₁₁₀	K ₁₁₁
Балка перфорированная	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₅	K ₂₆	K ₂₇	K ₂₉	K ₂₁₀	K ₂₁₁
Балка гофрированная	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₃₅	K ₃₆	K ₃₇	K ₃₉	K ₃₁₀	K ₃₁₁
Ферма гнутосварного профиля	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₅	K ₄₆	K ₄₇	K ₄₉	K ₄₁₀	K ₄₁₁
Ферма уголкового профиля	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₅	K ₅₆	K ₅₇	K ₅₉	K ₅₁₀	K ₅₁₁
Столбчатые									
Колонна сплошная	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃	K ₆₅	K ₆₆	K ₆₇	K ₆₉	K ₆₁₀	K ₆₁₁
Колонна решетчатая из двух швеллеров	K ₇₁	K ₇₂	K ₇₃	K ₇₅	K ₇₆	K ₇₇	K ₇₉	K ₇₁₀	K ₇₁₁
Колонна решетчатая из двух балок	K ₈₁	K ₈₂	K ₈₃	K ₈₅	K ₈₆	K ₈₇	K ₈₉	K ₈₁₀	K ₈₁₁

В Табл.1:

Изг. №1-технология изготовления №1 (современная на заводе),

Изг. №2- технология изготовления №2 (устаревшая на заводе),

Изг. №3- технология изготовления №3 (изготовление на монтажной площадке),

M1-технология монтажа №1- (выверка способом №1),

M2-технология монтажа №2-(выверка способом №2),

M3-технология монтажа №3-(выверка способом №3).

Табл.1 позволяет варьировать технологию изготовления и монтажа и таким образом подбирать конструкции с наибольшей технологичностью в условиях определенной технологии изготовления и монтажа или наиболее оптимальное соотношение между качеством и технологичность.

Список литературы

1. Колчеданцев Л.М., Ульшин. А.Н. Повышение комплексной технологичности стальной стержневой конструкции путем совершенствования конструктивно-технологического решения // Журнал “Жилищное строительство”. — СПб, 2015-№1-С.1-3
2. Ульшин. А.Н. Система оценки технологичности стальных стержневых конструкций на стадии проектирования // Журнал “Жилищное строительство”. —СПб, 2011-№11(25)-С.43-44
3. Ульшин. А.Н. Определение параметров конструктивной технологичности вариативных стальных стержневых конструкций// Журнал “ПГС”. —М, 2015-№1-С. 31-39
4. Ульшин. А.Н. Влияние параметров стальных стержневых конструкции на трудоемкость монтажа// Журнал “Монтажные и специальные работы”. —М, 2015-№1-С.4 - 11
5. Ульшин. А.Н. Влияние параметров стальных стержневых конструкции на трудоемкость изготовления// Журнал “ПГС”. —М, 2015-№ 1-С.21-24
6. Ульшин. А.Н. Разработка обобщенного показателя прогнозируемого качества стальных стержневых конструкций // “Инженерно-строительный журнал”. — СПб, 2011-№3(41)-С.90-93
7. Ульшин. А.Н. Исследование количественных показателей технологичности изготовления и монтажа стальных конструкций // Журнал “Вестник гражданских инженеров”. — СПб, 2011-№7(25)-С.34-49

ВЛИЯНИЕ ГЛИНИСТЫХ ПРИМЕСЕЙ ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ЗОЛОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА

Карнеев Д.Н.

БрГУ, г.Братск

Как известно, качество заполнителей, применяемых для изготовления бетона, определяется не только их минеральным и зерновым составом, но и содержанием вредных примесей.

Мелкие частицы (пыль, глина) увеличивают водопотребность бетонных смесей и расход вяжущего в бетоне. Поэтому обычно ограничивается содержание в заполнителе зерен, проходящих через сито 0,14 (0,16) мм и количество глинистых частиц, определяемых отмучиванием. Глина набухает при увлажнении и увеличивается в объеме при замерзании, снижая морозостойкость бетона. Поэтому в соответствии с требованиями существующих стандартов в заполнителях строго регламентируется содержание глинистых примесей. Обычно заполнители очищают от глины путем промывки.

Характерной особенностью всех отходов камнедробления, в том числе и отсевов от дробления диабаз (ОД), используемых в настоящей работе в качестве заполнителя бетона, является их загрязненность глинистыми примесями. Поэтому целью эксперимента являлось изучение влияния глинистых примесей на коррозионную стойкость золощелочного бетона, состоящего из вяжущего (зола-унос ТЭЦ и жидкое стекло из микрокремнезема) и заполнителя (ОД).

Все эксперименты проводились с использованием жидкого стекла из микрокремнезема с силикатным модулем $n=1$ на образцах-балочках размером 4x4x16см, изготовленных из бетонной смеси состава "Зола: ОД" = 1:3. Консистенция бетонной смеси составляла 106-115 мм по расплыву конуса на встряхивающем столике.

Составы бетона (на золе I поля и на золе II поля), характеризующиеся наибольшими показателями плотности и прочности (заполнитель, содержащий 12% глинистых примесей), были подвергнуты испытаниям на коррозионную стойкость. Для сравнения воздействию агрессивных сред подвергался состав бетона на заполнителе ОД, не содержащем глинистых примесей. В качестве агрессивных сред выбраны отработанное машинное масло и бензин.

Оценка коррозионной стойкости по изменению прочности при сжатии, будучи пригодной для исследования коррозии I и II видов по В.М. Москвину, не является основным критерием при коррозии III вида. Поэтому в представленных исследованиях оценивали коррозионную стойкость в течение 30 суток по изменению предела прочности при изгибе (коэффициент стойкости K_c) по формуле:

$$K_c = \frac{R_{изг}^{агр.среда}}{R_{изг}^{H_2O}} \quad (1)$$

где $R_{изг}^{агр.среда}$, $R_{изг}^{H_2O}$ - предел прочности при изгибе в агрессивной среде и в воде соответственно.

На Рисунках 1 и 2 представлены данные о коррозионной стойкости золощелочного бетона, на ОД, содержащем глину.

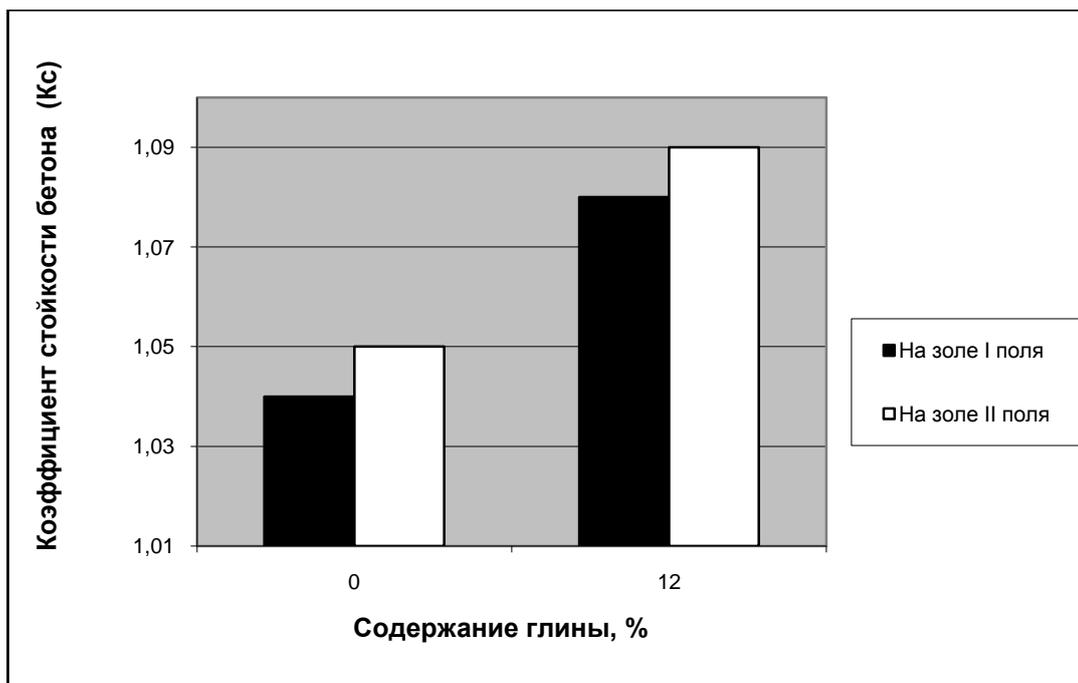


Рис.1. Коэффициент стойкости золощелочного бетона в бензине

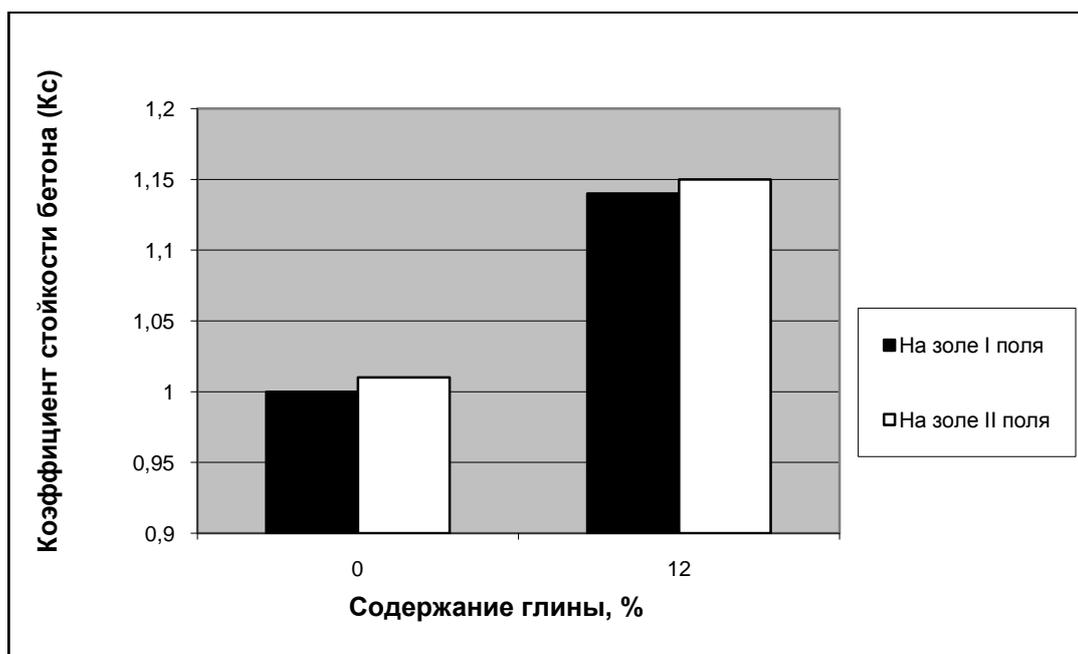


Рис.2. Коэффициент стойкости золощелочного бетона в отработанном машинном масле

Как видно из представленных данных золощелочный бетон на заполнителе из ОД, содержащем глину, коррозионностоек в обеих исследуемых средах, так как значения K_c превышают требуемое значение (0,8). Вполне очевидно, это связано с тем, что глинистые минералы активно взаимодействуют с жидким стеклом с образованием соответствующих продуктов, стойких к агрессивному воздействию нефтепродуктов. Кроме того частицы глины активизированные щелочью жидкого стекла и частично связанные продуктами гидратации зольных частиц, равномерно распределены по объему смеси, заполняя пустоты в каркасе из ОД, тем самым уплотняя структуру бетона.

Таким образом, выполненный эксперимент достаточно убедительно доказывает, что глинистые примеси, содержащиеся в заполнителе из ОД, не оказывают отрицательного влияния на коррозионную стойкость исследуемого бетона.

НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

Винокуров И.В.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г.Калуга

Существенное возрастание требований к техническим и эксплуатационным характеристикам подвижных управляемых объектов приводит к необходимости поиска новых способов повышения быстродействия их системы управления. Одним из таких способов является распараллеливание процесса моделирования кинематики в навигационных подсистемах последних. Из всех вычислительных архитектур, реализующих тот или иной тип параллелизма, использование нейропроцессоров для определения кинематических параметров подвижных объектов является наиболее предпочтительным, поскольку они позволяют достаточно эффективно реализовать решение не менее важной и практически неформализуемой задачи распознавания цели их движения.

Подвижные управляемые объекты нового поколения способны осуществлять следующие типы поисковых движений, Рисунок 1.

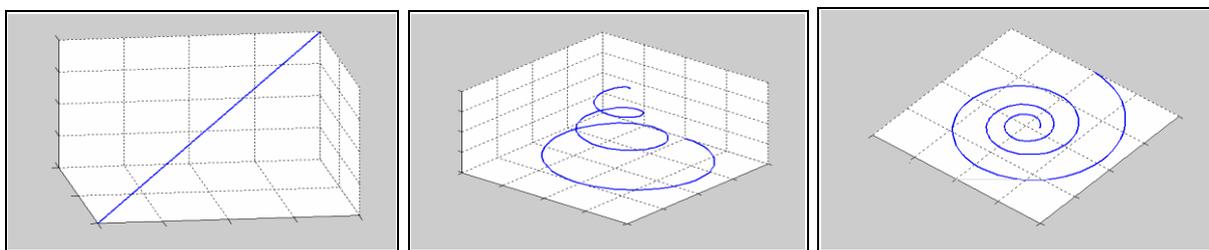


Рис.1. Типы поисковых движений управляемого подвижного объекта

Структурная модель определения кинематических параметров Родрига-Гамильтона [1] $\lambda_i (i = 1 \dots 4)$ в навигационных подсистемах подвижных объектов имеет следующий вид, Рисунок 2. Коэффициенты $q_{ij} (i, j = 1 \dots 4)$ для нейросетевых кинематических моделей 2-го, 3-го и 4-го порядков, используемых для приведенных на Рисунке 1 типов поисковых движений соответственно, приведены в Табл.1. Здесь h – шаг моделирования работы нейронной сети, w_{xi}, w_{yi}, w_{zi} – проекции угловой скорости вращения подвижного объекта на оси связанной с ним системы координат на i -м шаге моделирования кинематических параметров, $\xi_j = w_{xi}^2 + w_{yi}^2 + w_{zi}^2$.

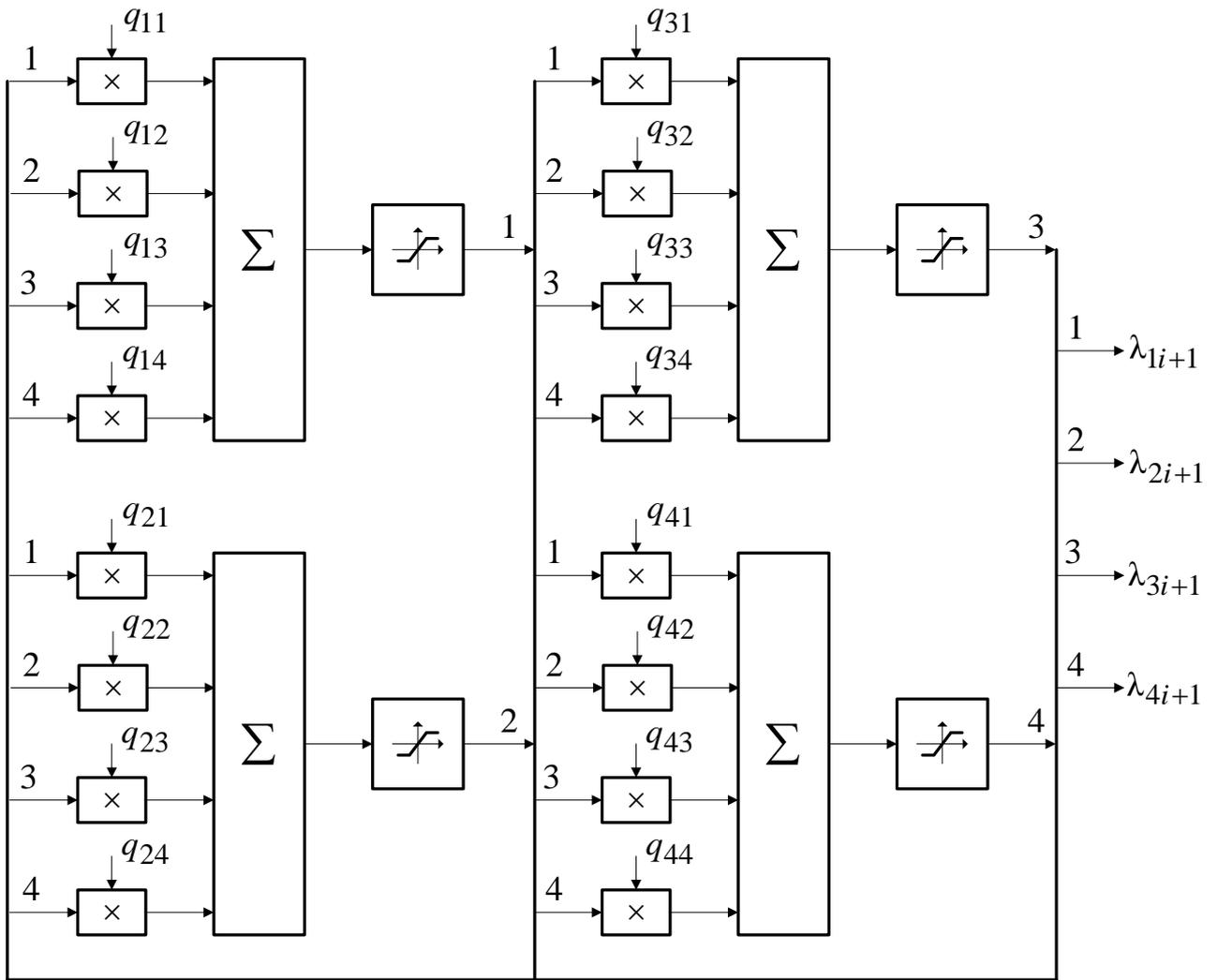


Рис.2. Структурная модель определения кинематических параметров

Таблица 1

Коэффициенты q_{ij} ($i, j = 1 \dots 4$) для нейросетевых кинематических моделей 2-го, 3-го и 4-го порядков

q_{ij} ($i, j = 1 \dots 4$) на Рисунке 2	Модель 2-го порядка	Модель 3-го порядка	Модель 4-го порядка
$q_{11}, q_{22},$ q_{33}, q_{44}	$1 - \frac{\xi_i h^2}{8}$	$1 - \frac{\xi_i h^2}{8}$	$1 - \frac{\xi_i h^2}{8} (1 - \frac{\xi_i h^2}{48})$
q_{12}, q_{43}	$-\frac{w_{xi} h}{2}$	$-\frac{w_{xi} h}{2} (1 - \frac{\xi_i h^2}{24})$	$-\frac{w_{xi} h}{2} (1 - \frac{\xi_i h^2}{24})$
q_{13}, q_{24}	$-\frac{w_{yi} h}{2}$	$-\frac{w_{yi} h}{2} (1 - \frac{\xi_i h^2}{24})$	$-\frac{w_{yi} h}{2} (1 - \frac{\xi_i h^2}{24})$
q_{14}, q_{32}	$-\frac{w_{zi} h}{2}$	$-\frac{w_{zi} h}{2} (1 - \frac{\xi_i h^2}{24})$	$-\frac{w_{zi} h}{2} (1 - \frac{\xi_i h^2}{24})$

q_{21}, q_{34}	$\frac{w_{xi}h}{2}$	$\frac{w_{xi}h}{2} \left(1 - \frac{\xi_i h^2}{24}\right)$	$\frac{w_{xi}h}{2} \left(1 - \frac{\xi_i h^2}{24}\right)$
q_{31}, q_{42}	$\frac{w_{yi}h}{2}$	$\frac{w_{yi}h}{2} \left(1 - \frac{\xi_i h^2}{24}\right)$	$\frac{w_{yi}h}{2} \left(1 - \frac{\xi_i h^2}{24}\right)$
q_{23}, q_{41}	$\frac{w_{zi}h}{2}$	$\frac{w_{zi}h}{2} \left(1 - \frac{\xi_i h^2}{24}\right)$	$\frac{w_{zi}h}{2} \left(1 - \frac{\xi_i h^2}{24}\right)$

Математические исследование нейросетевых кинематических моделей 2-го, 3-го и 4-го порядков проводились с использованием специально разработанной интегрированной программной среды. Математические, а в последствие и экспериментальные исследования показали, что реализации этих моделей на отечественном нейропроцессоре позволили существенно (в 8.5, 16 и 17 раз соответственно) сократить время определения кинематических параметров по сравнению со временем их определения на использовавшемся ранее в навигационной подсистеме подвижного управляемого объекта процессоре с преобладающей последовательной архитектурой. Все исследования проводились в 32-х разрядной целочисленной арифметике для предельного случая вращательного движения подвижного управляемого объекта, при котором проекции угловой скорости его вращения на оси связанной с ним системы координат имели максимальные значения в течение всего времени движения к цели.

Список литературы

1. Онищенко С.М. Применение гиперкомплексных чисел в теории инерциальной навигации. Автономные системы. – Киев: Наук. Думка, 1983. –208 с.

НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАВИГАЦИИ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

Винокуров И.В.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г.Калуга

В бесплатформенных инерциальных навигационных системах моделирование навигационных параметров подвижного управляемого объекта заключается в численном интегрировании системы линейных дифференциальных уравнений (СЛДУ) следующего вида [1]:

$$\frac{d}{dt} \mathbf{Y}(t) = \mathbf{W}(t) \mathbf{Y}(t) + \mathbf{Z}(t),$$

$$\mathbf{Y}(t) = \begin{pmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \\ y_3(t) \end{pmatrix}, \mathbf{W} = \begin{pmatrix} 0 & w_{zE}(t) & -w_{yE}(t) \\ -w_{zE}(t) & 0 & w_{xE}(t) \\ w_{yE}(t) & -w_{xE}(t) & 0 \end{pmatrix}, \mathbf{Z} = \begin{pmatrix} z_1(t) \\ z_2(t) \\ z_3(t) \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $y_1(t), y_2(t), y_3(t)$ – компоненты кватерниона линейного положения или линейной скорости движения подвижного управляемого объекта на оси связанной с ним системы координат E в момент времени t , $w_{xE}(t), w_{yE}(t), w_{zE}(t)$ – компоненты кватерниона угловой скорости вращения подвижного управляемого объекта на оси связанной с ним системы координат в момент времени t , $z_1(t), z_2(t), z_3(t)$ – компоненты кватерниона линейной скорости движения подвижного управляемого объекта или суммы кватернионов его гравитационного и кажущегося ускорений в момент времени t .

Решение (1) характеризуется асимптотической устойчивостью. Известно, что для подобной СЛДУ накопление погрешности вычислений конечно-разностной схемой, адекватной принятому численному методу нахождения его решения, существенно зависит от числа шагов интегрирования. Отсюда использование

относительно большого шага интегрирования и, как следствие, достаточно сложных численных методов, обеспечивающих требуемую точность нахождения решения такой СЛДУ, является предпочтительным. Однако реализация этих численных методов на традиционных вычислителях с преобладающей последовательной архитектурой неизбежно приводит к увеличению объёма и, как следствие, времени вычислений. Искусственные нейронные сети (ИНС), реализующие, как правило, массовый параллелизм вычислений, способны свести время нахождения решения СЛДУ любым из существующих методов к минимуму. Эта особенность ИНС даёт основание утверждать, что нейросетевые принципы организации вычислительного процесса позволят не только за требуемое время смоделировать навигационные параметры подвижного управляемого объекта с заданной точностью, но и поднимут уровень организации их вычислений до уровня организации вычислений в интеллектуальных системах.

Нейросетевые функции для интегрирования соответствующей СЛДУ (1) системы линейных однородных дифференциальных уравнений имеют следующий вид:

$$A_{i+1} \approx QA_i, Q = E + \sum_{j=1}^n \frac{h^j}{j!} W_i^j,$$

где A_i – значения навигационных параметров подвижного управляемого объекта на i -м шаге СЛДУ (1), W_i – матрица коэффициентов СЛДУ (1) на i -м шаге ее интегрирования, E – единичная матрица размером 3×3 , h – величина шага интегрирования СЛДУ (1), n – порядок аппроксимации решения СЛДУ.

Моделирование навигационных параметров подвижного управляемого объекта осуществляется в таком случае следующим образом:

$$y_{1i+1} = \begin{cases} S_2, & -2^n \leq S_2 \leq 2^n - 1 \\ -2^n, & S_2 < -2^n \\ 2^n - 1, & S_2 > 2^n - 1 \end{cases}, \quad (2)$$

$$S_1 = \sum_{j=1}^2 q_{1j} x_{ji} + \mu_1 = \sum_{j=1}^2 q_{1j} y_{ji} + 0,$$

$$S_2 = q_{13} y_{3i} + q_{14} \delta_{1i} + \mu_2 = q_{13} y_{3i} + q_{14} \delta_{1i} + S_1,$$

$$y_{2i+1} = \begin{cases} S_4, & -2^n \leq S_4 \leq 2^n - 1 \\ -2^n, & S_4 < -2^n \\ 2^n - 1, & S_4 > 2^n - 1 \end{cases},$$

$$S_3 = \sum_{j=1}^2 q_{2j} x_{ji} + \mu_3 = \sum_{j=1}^2 q_{2j} y_{ji} + 0,$$

$$S_4 = q_{23} y_{3i} + q_{24} \delta_{2i} + \mu_4 = q_{23} y_{3i} + q_{24} \delta_{2i} + S_3,$$

$$y_{3i+1} = \begin{cases} S_6, & -2^n \leq S_6 \leq 2^n - 1 \\ -2^n, & S_6 < -2^n \\ 2^n - 1, & S_6 > 2^n - 1 \end{cases},$$

$$S_5 = \sum_{j=1}^2 q_{3j} x_{ji} + \mu_5 = \sum_{j=1}^2 q_{3j} y_{ji} + 0,$$

$$S_6 = q_{33} y_{3i} + q_{34} \delta_{3i} + \mu_6 = q_{33} y_{3i} + q_{34} \delta_{3i} + S_5$$

где q_{ij} – весовой коэффициент связи j -го нейроноподобного элемента ИНС с ее i -м нейроноподобным элементом, y_{ji} – значение j -го навигационного параметра на i -м шаге интегрирования СЛДУ (1), δ_{ji} – значение частного решения j -го уравнения СЛДУ (1) на i -м шаге ее интегрирования, n – разрядность используемого нейропроцессора.

Все нейроноподобные элементы сети имеют кусочно-линейные функции активации. Уровень насыщения функции активации i -го нейроноподобного элемента характеризуется максимальным и минимальным значениями i -го навигационного параметра подвижного управляемого объекта, или иными словами, максимальным и минимальным значениями i -го уравнения СЛДУ (1).

Как показали математические, а в последствие и экспериментальные исследования, время определения навигационных параметров подвижного управляемого объекта с использованием (2) в несколько раз меньше времени их традиционного определения.

Список литературы

1. Онищенко С.М. Применение гиперкомплексных чисел в теории инерциальной навигации. Автономные системы. – Киев: Наук. Думка, 1983. –208 с.

О ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД

Раткин В.В., Шенин А.А., Кокодеев А.В.

СГТУ имени Гагарина Ю.А., г.Саратов

К настоящему времени на мостах и путепроводах автодорожных сетей Российской Федерации эксплуатируются десятки тысяч железобетонных пролетных строений, которые отличаются и конструктивными решениями, и примененными при их проектировании нормативными документами, и технологией их возведения. Причем эти конструкции этих сооружений работают в весьма различных климатических условиях и подвергаются воздействию различных агрессивных эксплуатационных сред [2].

Одной из характерных особенностей железобетона как материала является нелинейность (геометрическая и физическая) [1]. Геометрическая нелинейность железобетона обусловлена изменением геометрии конструкции в процессе ее загрузки (изменение первоначальной формы конструкции, смещение и изгиб геометрических осей элементов, изменение длины конструкции, поворот узлов сопряжения элементов конструкции и т.д.), что естественно приводит к изменению соотношения усилий в системе. Физическая нелинейность железобетона обусловлена проявлением неупругих свойств материалов (бетона и арматуры) и образованием трещин. Для железобетона даже при малых нагрузках проявляется нелинейная зависимость между напряжениями (усилиями) и деформациями (перемещениями). Другой особенностью железобетона является разномодульность. Под разномодульностью понимается различие в работе материала на растяжение и сжатие. Известно, что бетон работает на сжатие примерно в 10 раз эффективнее, чем на растяжение. Арматура в железобетоне и на растяжение, и на сжатие работает приблизительно одинаково, поэтому свойством разномодульности она не обладает. Третьей особенностью железобетона является тот факт, что под воздействием агрессивных сред физико-механические характеристики и бетона, и арматуры изменяются (как правило, снижаются), что приводит к ускоренному разрушению элементов конструкций.

Таким образом, железобетонные конструкции следует рассматривать как геометрически и физически нелинейные системы, причем, при воздействии агрессивных сред следует учитывать изменение физико-механических свойств материала их элементов.

Дальнейшее совершенствование методов расчета железобетонных конструкций связано с учетом полных диаграмм деформирования бетона и арматуры, т.е. с применением методов аппроксимации к описанию экспериментальных данных деформирования железобетона [4]. Для аппроксимации диаграммы деформирования бетона к настоящему времени предложено большое число зависимостей. Среди них отметим следующие:

▪ Закон Бюльфингера: $\sigma = A\varepsilon^k$ (1)

▪ Неполный кубический полином: $\sigma = A\varepsilon - B\varepsilon^3$ (2)

▪ Полный кубический полином: $\sigma = A\varepsilon + B\varepsilon^2 + C\varepsilon^3$ (3)

▪ Трехпараметрическая зависимость: $\sigma = A\varepsilon - B\varepsilon^m$ (4)

▪ Полином В.Н. Байкова: $\sigma = A\varepsilon + B\varepsilon^2 + C\varepsilon^3 + D\varepsilon^4 + F\varepsilon^5$ (5)

В нормативных документах США диаграмму деформирования бетона описывают двумя уравнениями [5]:

▪ на восходящем участке: $\sigma_I = \sigma_{b\max} \cdot 2 \left[\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_m} - \left(\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_m} \right)^2 \right]$ (6)

▪ на нисходящем участке: $\sigma_{II} = \sigma_{b\max} \cdot \left(1 - 0,15 \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_m}{\varepsilon_k - \varepsilon_m} \right)$.

Здесь σ и ε (ε_b) - соответственно напряжения и деформации в бетонном образце; $\sigma_{b\max}$, ε_m - максимальное напряжение и соответствующая ему деформация в бетонном образце; ε_k - деформация в бетонном образце в момент разрушения; А, В, С, D, F, k, m - подлежащие определению коэффициенты моделей.

В данной работе предпринята попытка применить некоторые из вышеперечисленных зависимостей (а именно 1-4) для аппроксимации диаграммы деформирования бетона. Экспериментальные данные, заимствованные из [2], в табличной форме имеют вид:

Таблица 1

j	1	2	3	4	5	6	7
σ_j , МПа	0	6.25	15.625	21.25	24.375	25	25.32
ε_j	0	0.0002	0.0006	0.0010	0.0014	0.0018	0.0020

Рассмотрим задачу идентификации моделей (1-4) с использованием метода наименьших квадратов. Следует отметить, что среди этих моделей (1) и (4) - нелинейные по параметрам, а модели (2) и (3) - линейные по параметрам и нелинейные по переменным. Проиллюстрируем применение метода наименьших квадратов на модели (2). Задача идентификации в этом случае заключается в отыскании таких значений коэффициентов А и В, чтобы обеспечить наилучшее согласие модели с экспериментальными результатами. Задача определения коэффициентов тогда сводится к проблеме минимизации функционала, который имеет вид:

$$J = \sum_{j=1}^s (\sigma_j - \sigma_p)^2 = \sum_{j=1}^s (\sigma_j - A\varepsilon_j + B\varepsilon_j^3)^2 = \min, \quad (7)$$

где σ_j, ε_j - координаты точек экспериментальной кривой деформирования бетона; s - количество этих точек; σ_p - теоретическое значение напряжения, найденное по (2).

Минимизируя (7) по А и В, получим систему двух линейных алгебраических уравнений, решая которую найдем (8):

$$A = \frac{\left(\sum_{j=1}^s \sigma_j \varepsilon_j \right) \left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^6 \right) - \left(\sum_{j=1}^s \sigma_j \varepsilon_j^3 \right) \left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^4 \right)}{\left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^2 \right) \left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^6 \right) - \left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^4 \right)^2}, \quad B = \frac{\left(\sum_{j=1}^s \sigma_j \varepsilon_j \right) \left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^4 \right) - \left(\sum_{j=1}^s \sigma_j \varepsilon_j^3 \right) \left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^2 \right)}{\left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^2 \right) \left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^6 \right) - \left(\sum_{j=1}^s \varepsilon_j^4 \right)^2}.$$

Аналогичные выкладки были проделаны и получены выражения для коэффициентов моделей (1, 3, 4). Результаты расчетов приведены в Табл.2:

Таблица 2

Мо- дель	А, МПа	В, МПа	С, МПа	k	m	J	max Δ, %	$\varepsilon_2, 10^{-4}$
1	1664.25	-	-	0.65454	-	32.943	17.1	20
2	24263.8	3036465574	-	-	-	8.694	22.7	16.32
3	34400	-152906	219810104	-	-	0.076	0.78	19.19

		58	6					
4	38877.6	957087.2	-	-	1.57803	0.246	2.12	17.79

В этой таблице: J - численное значение функционала; max Δ , % - максимальная погрешность модели; ε_2 - граница применимости модели, т.е. интервал, в котором модель наиболее близка к экспериментальным точкам.

Результаты расчетов дают основание сделать следующие выводы:

1) При нахождении коэффициентов для моделей (1) и (4) методом наименьших квадратов в сочетании с приемом выравнивания, задача нахождения функции, близкой к экспериментальным точкам, в сущности, подменяется задачей нахождения минимума среднеквадратического отклонения линейаризованных модели и эксперимента. В этом случае полученная модель совершенно не соответствует эксперименту. Поэтому использовать напрямую метод наименьших квадратов в данном случае нельзя. Приходится находить начальные приближения для коэффициентов, отталкиваясь от экспериментальных данных, и, применяя метод возмущений, уточнять их значения. Однако и в этом случае найденная зависимость не вполне точно описывает экспериментальные точки, так, например, погрешность для модели (1) составляет 17%.

2) Из анализа результатов расчета следует, что наибольшая степень приближения расчетной зависимости к экспериментальным точкам достигается при использовании моделей (3) и (4), для модели (4) погрешность не превышает 2.5%, а для модели (3) - 1%. Кроме того, у модели (3) граница применимости наиболее близка к границе применимости эксперимента.

Список литературы

1. Овчинников И.Г. Моделирование поведения железобетонных элементов конструкций в условиях воздействия хлоридосодержащих сред / Овчинников И.Г., Раткин В.В., Землянский А.А. Саратов, СГТУ, 2000 г. – 232 с.
2. Попеско А.И. Работоспособность железобетонных конструкций, подверженных коррозии // СПбГАСУ. - СПб., 1996. - 182 с.
3. Раткин В.В., Кокодеев А.В. Построение модели деформирования сжимаемых железобетонных конструктивных элементов транспортных сооружений, эксплуатируемых в агрессивных средах // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2015. – № 1 (9); URL: trts.esrae.ru/15-64
4. Раткин В.В., Кокодеев А.В. Расчет центрально сжимаемых железобетонных конструктивных элементов транспортных сооружений, подвергающихся воздействию агрессивных хлоридсодержащих сред // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2015. – № 1 (9); URL: trts.esrae.ru/15-65
5. Frangopol, D.M. Reliability of reinforced concrete girders under corrosion attack / D.M. Frangopol, K.Y. Lin, A.C. Estes // Journal of Structural Engineering, ASCE. – 1997. – 123(3). – P. 286-297.

ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ «МАССОВОГО ТЕАТРА» В Г.ИВАНОВО

Карпова М.А.

ИВГПУ ИАДИ, г.Иваново

Театр с давних времён служит олицетворением городской культуры и искусства, театр объединяет творчество драматурга и поэта, композитора и музыканта, режиссёра и актёра, сценографа и художника. Архитектору, создающему новый театр, решающему сложные, многоплановые задачи, связанные как с искусством театра, так и с его профессиональными проблемами — градостроительными и архитектурными, всегда принадлежит значительная и ответственная роль. Именно поэтому театральным зданиям традиционно отводятся лучшие места в городе, самые крупные зодчие соревнуются за честь проектирования новых театров. На рубеже 19-20 столетий активизация театральной жизни, расширение и демократизация зрительской аудитории, создание многих новых трупп, обновление театрального искусства требуют строительства значительного числа театров.

В этот период в г.Иваново возводится третий по величине в стране (после театров г.Новосибирска и г.Ростова-на-Дону) крупнейший театрално-культурный центр на основе конкурсного проекта «здания массового театра в г.Иваново-Вознесенске» (с 1932 г. – г.Иваново). Конкурс на проект стал своеобразным продолжением революции философии театрального искусства.

Проект театра в г.Иваново создавался в условиях начинавшегося общего стилистического поворота в советском искусстве, ярко отразившегося на его архитектуре. Новый театр в городе строился как оперно-драматический с единый залом на 1500 мест, однако по своим сценическим возможностям он был рассчитан для показа любого вида зрелищного искусства: драмы, оперы, балета, цирковых номеров, и даже любой массовой пантомимы (Рисунок 1). Однако грандиозные масштабы работы нового театрално-культурного центра города в середине 40-х-50-х годов XX века не получили дальнейшего развития на фоне общего спада культурно-массового строительства.



Рис.1. Массовый театр в г.Иваново-Вознесенске. Арх. А.В.Власов (проект. 1931 г., строит. 1932-1939 гг.). Общий вид с пл.Пушкина.

В конце 60-х гг. в г.Иваново вновь остро встаёт вопрос о культурном просвещении населения города. На данный период времени из театрално-зрелищных предприятий работали лишь областной театр музыкальной комедии, областной драматический театр и цирк. Театр музыкальной комедии находился в старом здании со зрительным залом вместимостью 804 места, а областной драматический театр - в здании Дома техники, реконструированного под театр с залом в 734 места. Поэтому становится актуальным создание единого комплексного сооружения, способного включить все разрозненно расположенные театрално-зрелищные предприятия с целью обогащения культурной жизни населения.

В 1969 г. на основании задания на проектирование архитектурная мастерская №3 московского проектного института «ГИПРОТЕАТР», во главе с главным архитектором проекта Г. Татуловым и главным инженером мастерской А. Бадановым, разрабатывает проектную документацию «на реконструкцию здания бывшего областного драматического театра в городе Иваново под здание музыкального театра, филармонию с концертным залом, танцевальный зал и др.».

В основу архитектурно-планировочного решения было положено предпроектное конкурсное решение, получившее одобрение жюри. Это решение предусматривало размещение концертного зала под театральным

залом. Такое решение впервые было применено в отечественной практике строительства театрально-зрелищных зданий.

Проектом реконструкции был предусмотрен новый состав помещений основного назначения. В него входили: музыкальный театр на 1500 мест с возможностью расширения до 1590 мест, концертный зал на 704 места с увеличением до 768 мест, малый зал на 323 места и танцзал с кафе на 200 мест. Театр и концертный зал имели общие кассовый вестибюль и вестибюль с гардеробами, рассчитанными на общую вместимость двух залов. Предполагалось, что начало представлений в театре и концертном зале не будут совпадать. Раздельный контроль устанавливался за пределами вестибюля.

Театральная часть здания после реконструкции предназначалась для постоянной работы Ивановского областного театра музыкальной комедии и гастролей музыкальных театров страны. Концертный зал предназначался в качестве стационара Ивановской областной филармонии для проведения филармонических и эстрадных концертов, малый зал - для работы Ивановского Отделения ВТО, литературных концертов и киносеансов.

Принцип решения концертного зала под залом театра был проведён в проекте благодаря подъёму отметки планшета сцены театра на 1 этаж. Это дало возможность использовать большие чердачные пространства старого здания, не выходя, однако, за пределы отметок существующих карнизов, и в то же время разместить по вертикали два зала, не опускаясь ниже существующих отметок фундаментов. Зал театра был решён партером с одним балконом и боковыми ложами. Технологические помещения располагались за задней стеной партера и балкона.

Согласно проектному предложению, зал вписывался в новые стены, объём его был сокращён. Удаление последнего зрителя на балконе от красной линии по диагонали составляло 30м.

Архитектурная выразительность зрительного зала строилась на сложной пластике балконов и лож, для отделки которых применялась декоративная штукатурка. В отделке зала применялась также облицовка твердыми породами дерева, искусственная кожа, синтетический ковер и т.д.

Концертный зал согласно проекту располагался под театральным залом и изолировался от него монолитной перекарёстно-ребристой плитой со специальной акустической звукоизоляцией.

Концертный зал предназначался для проведения концертов малых филармонических и эстрадных коллективов. Все места были расположены амфитеатром и имели хорошую видимость. Предельная удалённость зрителей – 18 м. Эстрада оборудовалась акустической раковиной с поворотными кулисами в нижней зоне. Такая система позволяла видоизменять эстраду в зависимости от характера выступлений.

В комплексе здания драматического театра был также запроектирован малый зал на 323 места, для эксплуатации его филармонией. Он предназначался для многоцелевого использования. Там могли проводиться небольшие концерты, творческие вечера, вечера чтецов-декламаторов, встречи с актёрами, лекции и т.д. Зал оборудовался широкоэкранный установкой, изолированным входом с улицы, своим вестибюлем с гардеробом и санузлами и фойе. При проведении киносеансов выход зрителей предусматривался непосредственно на улицу. В дневное время в малом зале могли проводиться репетиции театра и концертного зала.

Главной особенностью нового проекта, с учётом эксплуатационных свойств и норм безопасности, была возможность создания изолированной работы театра, концертного зала, малого зала и танцзала, также и стороны сценических помещений. Административно-артистический корпус, расположенный вдоль заднего фасада здания (ул. Крутицкая) и имеющий связь с главным корпусом и сценой, полностью сохранялся, в архитектурном замысле которого в наибольшей степени проявлялся творческий почерк А.В.Власова.

В целом наружный объём здания драматического театра сохранялся. По главному фасаду справа и слева от существующего объёма главной лестницы надстраивались два объёма (малый зал и зал кафе с танцзалом). Кроме того, перед ними устраивался одноэтажный портик навес на всю ширину главного фасада. Нижние поверхности подпорных стен частично закрывались откосами с одерковкой. Остальные части подпорных стен облицовывались гранитом.

В 1987 году в г.Иваново была завершена эта одна из крупнейших в истории театрально-зрелищного строительства реконструкция здания областного драматического театра, в результате которой был введён в эксплуатацию театральный комплекс, включающий в себя музыкальный театр с залом на 1464 места, драматический театр на 733 места, театр кукол с залом на 305 мест и кафе-танцзал на 200 посадочных мест. Отличающей особенностью созданного в результате реконструкции комплекса является то, что все его элементы размещены, в основном, в габаритах старого здания - общая кубатура после реконструкции увеличилась всего на 15%. Подобная реконструкция не имеет аналога в отечественной практике.

Список литературы

1. История советского драматического театра. В шести томах. Том 1. 1917-1920. – М.: «Наука», 1966, 407 стр.
2. А.М. Тихомиров. Иваново. Иваново-Вознесенск. Путеводитель сквозь времена. – Иваново: ИД «Референт», 2011. – 328 с., илл.
3. Ю.Д. Хрипунов, Ю.П. Гнедовский, С.В. Гнедовский и др. Архитектура советского театра. – М.: Стройиздат, 1986, 400 с. с илл.
4. Архивные материалы: РГАИО. Фонд р-31, опись №8, дело №73. Фото предоставлено Садковым Д.В. Ок. 1961 г.

РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА БАРНАУЛА

Харламов И.В., Перфильев В.В., Плотникова О.В., Сивоконь А.А.

АлтГТУ, г.Барнаул

В последнее время в России и, в частности, в Сибири прекращают свою работу многие предприятия. Так, по причине миллиардных долгов, признаны банкротами «Новосибирский металлургический завод имени Кузмина» и «Новосибирский мелькомбинат №1». В сложной ситуации вследствие нестабильности цен на угольную продукцию находятся предприятия Кузбасса. В Красноярске из-за «программы оптимизации затрат» не работает производитель знаменитых «Енисеев» – «Красноярский завод комбайнов» и комплекс, выпускающий машины для лесозаготовки – «Краслесмаш».

Проблемы с развитием производства есть и в Алтайском крае. Под наблюдением по делу о банкротстве находится «Сибэнергомаш». При рекордных ежегодных урожаях свеклы стоит без работы «Бийский сахарный завод». В Барнауле на «Заводе алюминиевого литья» введена первая стадия банкротства.

Тем не менее, есть и положительные моменты. В нашем регионе реализуется масштабный проект по строительству свиноводческого комплекса. На развитие химического производства в Яровом потрачено более 3 миллиардов рублей. В Бийске на олеумном заводе запущено новое оборудование. На ТЭЦ-2 в городе Барнауле проводится модернизация.

Причины закрытия предприятий разнообразны, в каждой из них необходимо разбираться отдельно, но все же можно выделить ряд типичных проблем:

1. Неэффективное управление, связанное с бесплатной приватизацией предприятий.
2. Деструктивная деятельность конкурентов.
3. Моральное старение продукции и отсутствие средств, необходимых на реконструкцию и перепрофилирование производства, закредитованность.

В данной работе мы изучили зарубежный и российский опыт развития заводских территорий с тем, чтобы предложить наиболее интересные решения в сфере организации производственной деятельности.

Как «оживить» предприятия и заставить их вновь приносить доход? Выход есть – редевелопмент.

Редевелопмент – это процесс вторичного, комплексного развития территории, заключающийся в преобразовании имеющихся на территории объектов недвижимости в совершенно новые (часто с изменением их функционального назначения).

Целью редевелопмента является привлечение инвестиций для преодоления тенденции упадка, создание рабочих мест, оживление бизнеса, восстановление и развитие жилищно-коммунального и производственного секторов, развитие эффективной системы социального обеспечения населения и сервисных услуг.

Программа редевелопмента активно используется во всём мире для развития нерационально используемых территорий и включает в себя проведение необходимых работ по её застройке, реконструкции и восстановлению, включая жильё, коммерцию, промышленность, торговлю и другое [1].

За рубежом трансформация промышленных территорий идет следующими путями (Рисунок 1).

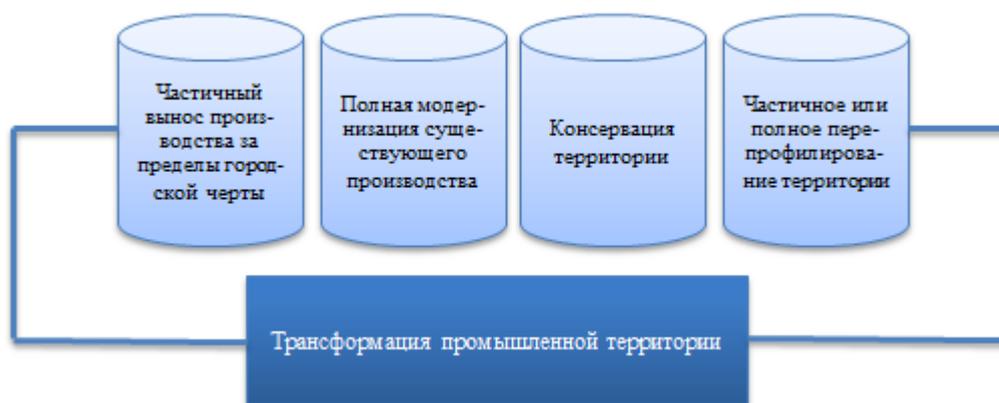


Рис. 1. Пути трансформации промышленной территории

Наиболее часто используемым является путь частичного или полного перепрофилирования территории. Старые неработающие заводы и фабрики преобразуются в популярные для города объекты: музеи, картинные галереи, творческие кластеры. Примером может служить «Музей современного искусства» в Шанхае или галерея «Тейт Модерн» в Лондоне, образованные на базе электростанции. Элеваторы и водонапорные башни трансформируются в отели (Mövenpick, Гамбург), гостиницы, общежития (общежитие Грюнерлёкка, Осло).

Одним из вариантов реконструкции промышленных сооружений без их абсолютного сноса являются лофты. На Западе так называют жилые помещения, переоборудованные на базе старых индустриальных зданий – производственных или складских пространств с высокими потолками и сохранением основных конструкций. Внутреннее пространство лофта представляет собой единый объем за исключением изолированных подсобных помещений и санузлов. Примерами европейских лофтов, существующих в формате культурных центров, сдающих часть своих помещений под офисы, шоу-румы, рестораны, ателье, танцевальные студии и т.д., являются CABLE FACTORY в Хельсинки, MELK WEG в Амстердаме, TEA FACTORY в Лондоне, SUPERSTUDIO в Милане.

Для нас промышленная зона – территория, которая уродует город, где всем неудобно работать и куда страшно войти. А зарубежные компании привыкли размещать свои производства, склады и офисы в индустриальных парках (так называется современный стандарт промышленной недвижимости).

Промышленно-индустриальный парк – это комплекс зданий, сооружений, коммуникаций, расположенных на едином земельном участке и обеспеченных всей инфраструктурой, необходимой для ведения производственной деятельности компаний-совладельцев и арендаторов.

Преимущество индустриального парка – концентрация в одном месте производства, офиса и склада, которая существенно снижает затраты арендатора. Размещение в нем снимает две заботы – финансовый риск и существенные затраты на новое строительство.

Будущее этого формата весьма перспективно. Фирма IRI, которая реализует проекты парков по всей Европе, имеет планы приобретения и разработки дополнительных участков в России (Санкт-Петербурге, Ростове, Самаре, Екатеринбурге и Новосибирске).

Реабилитация промышленных территорий актуальна для России. Ее необходимость диктуется новыми требованиями к качеству городской среды, связанными с развитием новых технологий, ростом доходов населения и изменением его потребностей.

В нашей стране идея вывода промышленных предприятий и перепрофилирования их территорий зародилась еще в 1980-е годы. Постановлением Совета Министров СССР было запрещено строительство крупных промышленных предприятий в Москве, Ленинграде, Свердловске, Казани, Красноярске. Производственные мощности предполагалось перенести в средние и малые города. Это позволило бы улучшить экологию, снизив выбросы промышленного производства в окружающую среду и освободить территорию под рекреационно-культурные зоны. Крупные города должны были стать научно-исследовательскими и образовательными центрами, приобрести постиндустриальный характер. В связи с распадом СССР процесс вывода промышленных зон в прежнем, социальном смысле, прекратился [3].

Сегодня крупнейшие промышленные центры в России проводят очень взвешенную и осторожную политику в сфере редевелопмента, поскольку у него есть множество проблем, которые отражаются на скорости реализации проектов развития промышленной территории и их стоимости.

Главная проблема – разница интересов сторон (собственника, девелопера, инвестора, муниципалитета, горожан). Инвестор стремится максимально быстро получить права на площадку, объекты и начать строительство; собственник желает запустить необходимые мощности на новой площадке и только после этого передать права на старый объект – одновременно удовлетворить эти потребности крайне сложно.

Кроме того, потенциальных инвесторов волнуют градостроительные ограничения и функциональное назначение территории. Согласно Генплану территория под промышленными объектами, в большинстве случаев, предполагает строительство только производственных или общественно-деловых объектов. А инвесторов, несущих серьезные затраты на развитие предприятия, интересует быстрый возврат инвестиций, который могут обеспечить только проекты по возведению жилья.

Возможный выход из сложившейся ситуации – возрождение Агентства Развития Территорий (АРТ) [2], которое бы взяло на себя функцию посредника между государством и бизнесом, собирало бы от инвесторов информацию об их интересах и проблемах в сфере редевелопмента, общалось с промышленными площадками и составляло план развития городских территорий.

Несмотря на проблемы, в стране уже есть первые результаты трансформации промышленных зон. В Москве на месте ангаров появилась «ART-Стрелка» - место проведения культурных мероприятий; дизайн-центр ARTPLAY, который возник на месте фабрики «Красная роза»; дизайн - завод «Флакон» на территории завода Хрустальный. В Санкт-Петербурге на территории Выборгской стороны запущено около 30 инвестиционных проектов по строительству бизнес-центров, гостиниц, жилых домов, автосалонов.

Изменения коснулись и города Барнаула. «Барнаульский аппаратурно-механический завод» из центральной части города переехал на территорию «Алтайский завод агрегатов», а на его месте планируется строительство торгово-развлекательного центра. Многие предприятия (ООО «Завод механических прессов», ОАО «Барнаултрансмаш», ОАО «Барнаульский вагоноремонтный завод») сдают свободные площади (от сотни квадратных метров до нескольких тысяч) в аренду под склады, офисы, торговые площади. Арендная ставка находится в районе 100 рублей за квадратный метр в месяц.

Осуществляется также частичное репрофилирование производств. Но, темпы развития, ограничены недостатком ресурсов для реконструкции. И все же процесс заполнения свободных площадей медленно идет. Особенно заметно развитие Власихинского промзла. Там есть примеры освоения выпуска современной, востребованной рынком продукции.

Западная практика в вопросе редевелопмента промышленных зон [4] существенно отличается от российской. Имеющиеся отличия представлены в Табл.1.

Таблица 1

Анализ практики редевелопмента

Зарубежная практика	Российская практика
Причины редевелопмента	
Территорией начинают заниматься потому, что заброшенные, нерентабельные объекты недвижимости перестают приносить доходы (а налог от недвижимости — основной источник дохода для местного бюджета)	Территорией начинают заниматься из-за нехватки городских территорий под строительство
Управление процессом	
Город стимулирует редевелоперскую деятельность с помощью льготного налогообложения участников или предоставления каких-то других преференций. Городские власти создают редевелоперское агентство, которое разрабатывает и согласовывает план проекта и на определенное время получает полномочия в части его реализации. Исполнением проекта занимается нанимаемый девелопер. Многие здания сносятся для возведения более современных или больших	Российский редевелопмент — это редевелопмент снизу. Компания сначала выкупает производство, потом полностью или частично репрофилирует его, получает у города исходно-разрешительную документацию на новый проект и осваивает территорию по новому плану. Часть подобных проектов город отдает в руки бизнеса через конкурсы. Однако вхождение на участок путем победы на конкурсе в основном прерогатива крупных и опытных застройщиков. Небольшим компаниям, видящим перспективы в

по размеру. Предприятия сферы услуг (избыточные или вредные для города, по мнению агентства) выкупаются и упраздняются либо переносятся на другую территорию.

редевелопменте конкретного участка, проще выкупать занимающее данный участок предприятие у его владельцев.

На примере отечественного и зарубежного опыта можно выделить несколько направлений реновации промышленных зданий и их территорий (Рисунок 2).



Рис.2. Реновация промышленных зданий и территорий

К сожалению, не все проекты преобразования промышленных территорий, приведенные нами, можно реализовать в городе Барнауле. Музеи и творческие кластеры, вряд ли будут пользоваться популярностью у инвесторов. Отели, гостиницы, лофты не пройдут по строительным нормам, так как наши климатические условия отличаются от европейских. Поэтому наиболее прибыльным проектом для нашего города могут стать торговые и логистические центры, индустриальные парки.

С целью реализации идей необходимо разработать программу редевелопмента промышленных территорий города Барнаула, в основе которой должен лежать механизм государственно-частного партнерства.

Список литературы

1. Быстров П.Н., Закиров Р.С. К вопросу о редевелопменте промышленных территорий в центральной части города [Текст] / П.Н. Быстров, Р.С. Закиров // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2006. - №1. – С. 59-61.
2. Вялкин А.Г. Агентство по развитию территорий – ключевое звено инвестиционного маркетинга региона [Текст] / А.Г. Вялкин // Маркетинг в России и за рубежом. – 2010. - №1.
3. Демидова Е.В. Понятие и опыт трансформации промышленных пространств в российских и зарубежных городах [Электронный ресурс] / Е.В. Демидова. – Мульти Медиа Журнал. – 2010. – Режим доступа: <http://mmj.ru/economics>.
4. Крол Н. Особенности национального редевелопмента [Текст] / Н. Крол // Аналитический журнал СНИП (Строительство. Недвижимость. Инвестиции. Проекты). – 2007. - №8.

ТИПЫ ЖИЛЫХ ДОМОВ В СТРУКТУРЕ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Сидорова Е.И.

СГАСУ, г. Самара

Ключевые слова: жилище, городское пространство, застройка, типы зданий.

Аннотация: В данном исследовании был проведен анализ жилья, который основывался на примерах организации внешнего пространства массового жилья в России и Западной Европе.

Были рассмотрены варианты размещения жилых домов в системе квартальной застройки и были выявлены следующие типологии:

- Угловые здания
- Дома-вставки
- Брандмауэры
- Дома-башни
- Свободностоящие строения
- Отдельностоящие строения
- Блоки
- Структуры, создающие закрытые пространства
- Дома-террасы
- Высокоплотная малоэтажная застройка
- Блокированная застройка
- Строчная застройка
- Дуплексы
- Индивидуальные дома

В конце статьи были сделаны некоторые выводы, относительно существующей ситуации разнообразия типологий массового жилья как в Европе, так и в России.

Жилище всегда являлось главной темой в архитектуре. На протяжении многих лет решались вопросы, связанные с массовым и типовым жильем, но в настоящее время ключевым вопросом в работе архитекторов является разнообразие в архитектурно-планировочной структуре жилища. Жилое строительство в настоящее время переживает процесс становления от стандартной архитектуры, ориентированной на массы, к гибкой и индивидуальной архитектуре. Общество делится на множество различных социальных групп. У каждой группы различные пожелания относительно своих жилищ. Качество общественной инфраструктуры, услуг, культурной и развлекательной сети и комфорта – главная причина выбора городского образа жизни. На сегодняшний момент, массовое жилище является ключевой темой в работе архитекторов всего мира. Соответственно, встает вопрос о необходимости в новых концепциях развития и организации жилого пространства и сопутствующих структур и функций.

Одним из этапов в исследовании массового жилого строительства является структура жилой застройки. Главными элементами в структуре любого города являются жилые комплексы, так как именно они определяют размещение всех остальных функций. Жилые комплексы состоят из домов, которые, в свою очередь, состоят из жилых единиц, т.е. квартир. Было проведено исследование, которое основывалось на примерах организации жилой застройки в европейских странах и России, и выявлена следующая типология жилых зданий.

Угловые здания (Рисунок 1). Угловые здания ограничены блокируемыми к ним зданиями, как дома-вставки, и застройкой улицы. Угловые здания занимают особенную позицию в планировке города: они заканчивают квартал и просматриваются с четырех сторон. Симметричный объем углового здания может предполагать достаточно интересные планировочные решения:

- лестничная клетка может быть вынесена наружу, либо во внутренний двор, либо на улицу, может быть либо закрыта, либо открыта (с проходом через внутренний двор)
- доступ внутрь осуществляется посредством двух лестниц: каждое крыло имеет свою собственную лестницу
- большие квартиры (иногда некоторые квартиры имеют ленточное остекление) по периметру здания
- этаж состоит из двух совершенно симметричных квартир, расположенных по диагонали
- закрытый угол распадается на сложные формы
- экспериментальное решение: угловое здание отделяется от блока и становится самостоятельным модулем

Дом – вставка (Рисунок 2). Здания с наибольшим числом ограничений при проектировании. Помимо достаточного количества норм и правил при проектировании, в данном случае ограничения исходят от соседней застройки: высота, глубина, фасад и др. Также сложность представляет вариация соседних зданий по высоте. Поскольку в данном случае тема разнообразия пространств в одном здании не рассматривается, важным является решение архитектора создать оптимальный, наиболее комфортный тип квартиры. Взаимодействие с окружающей средой (диалог между старым и новым, адаптация к высоте этажа, поверхности крыши и т.д.) также изначально ограничивает действия проектировщиков. Но, безусловно, строгие технические требования иногда вдохновляют на экспериментальные решения: нетрадиционная планировка, нестандартная компоновка комнат, чердак с мобильными перегородками, двух- или трехуровневые квартиры, поверхности кровли как компенсации недостатка света и др.

Брандмауэры (Рисунок 3). Здание в данном случае может быть ориентировано только на одну сторону. Подобное решение полностью зависит от ситуации на участке и используется в основном из-за большой плотности городской ткани. Помимо ограниченной ориентации, ограничений у данного типа застройки практически нет: любые лоджии, балконы, эркеры, эксплуатируемая кровля, двухуровневые квартиры и т.д.

Дома – башни (Рисунок 4). Это – свободностоящие здания, ориентированные на четыре стороны и размещающие квартиры вокруг единственного входного узла (вертикальных коммуникаций). Существует достаточно большое разнообразие в использовании центральных зон (ядра). Квартиры в основном ориентированы только на одну сторону, кроме угловых. Возможны различные типы планировок.

Свободностоящие строения (Рисунок 5). Этот тип представляет собой, как правило, небольшую группу зданий средней этажности. Здания в группе ориентированы на все четыре стороны. Входной узел часто является центральным. Может использоваться любая типология квартир, но чаще всего они расположены друг над другом из-за небольшого размера здания. Озелененные пространства имеют здесь приоритет как фактор качества жилой среды: любой прямой доступ к частному саду (квартиры на первом этаже) или к зимнему саду, лоджии, террасы крыши плюс общественное благоустройство. Эти здания являются дорогостоящими из-за высоких цен на площадь в центре города. Это своего рода, интерпретация индивидуального дома с внутренним двором – меньший по площади, чем городской блок, но все же больший, чем индивидуальный дом. Акцентом в данном типе застройки является входной узел и двор.

Отдельностоящие строения (Рисунок 6). Тип здания, не ограниченный соседними сооружениями, но ограниченный красной линией застройки. Представляет собой блок средней этажности, состоящий из одного или нескольких типов квартир.

Блоки (Рисунок 7). Система, аналогичная одиночным строениям, только не ограничена линией застройки улицы. В идеальном случае блок размещен таким образом, чтобы создать максимально комфортное и рациональное ориентирование в пространстве. Как городской модуль, блок является идеальным типом застройки для размещения в своей структуре максимального количества квартир разных типологий, различных систем доступа и других аспектов создания разнообразия при проектировании жилища.

Структуры, создающие закрытые пространства (Рисунок 8). Вариант свободностоящего блока, который может представлять собой волнообразные, извивающиеся или сгруппированные модули и, в некоторых случаях, структуры круглой формы. Данные структуры обычно состоят из одинаковых или подобных секций общей топологической структуры или модулей. Разнообразие квартир в такой структуре фактически неограниченно. Доступ обычно обеспечивается вентилируемыми лестничными клетками.

Дома – террасы (Рисунок 9). Дом–терраса, как правило, располагается на склоне с односторонней инсоляцией и вентиляцией. Квартиры расположены друг над другом и часто являются структурами с внутренним частным двором. Дом-терраса – это тип жилья, часто размещающий в своей структуре общественные или полуобщественные пространства для отдыха, дворы, сады, террасы. Данный тип застройки имеет массу технических проблем, которые приводят к высокой стоимости строительства данного типа – ступенчатое расположение санитарных блоков, сложная система технических коммуникаций и др.

Высокоплотная малоэтажная застройка (Рисунок 10). Этот тип является достаточно разнообразным. Как правило, такая застройка используется на периферии или за городом. В структуре данного типа существует некоторая градация между частным, полупринадлежащим, полупубличным и полностью общественным пространствами.

Блокированная застройка (Рисунок 11). Представляет собой ряд зданий небольшой этажности, блокированных между собой. Таким образом, планировка является свободной и в то же время ограниченной: ограниченной в отношении определенного блока и его структуры, ориентирования в пространстве, высоты, глубины и размера внутреннего двора; свободной в границах индивидуального пространства и в отношении к

противоположной улице. Здания в блокированной застройке, как правило, ориентированы на две стороны: на улицу и во внутренний двор. Другие варианты расположения блоков в пространстве могут возникнуть благодаря расположенным друг над другом углубленным объемам. Первые этажи, из-за неизбежного недостатка света, часто используются как общественные пространства, реже как технические. Внутренний двор используется как полуообщественное озелененное пространство. Индивидуальным пространством может быть лоджия, зимний сад, иногда терраса на крыше.

Строчная застройка (Рисунок 12). Представляет собой ряд зданий небольшой этажности, которые либо сблокированы между собой, либо разделены дворовым пространством. Так же, как и в блокированном типе, территория участка разделена строго на общественную и полуообщественную зону перед зданием и частным садом позади здания. Пространство около дома играет роль своеобразного защитного экрана. Здания могут быть ориентированы только на две стороны. В планировании городского пространства этот тип может быть разнообразен по высоте, ширине и глубине и таким образом создает достаточно большое количество различных схем. Эти здания обычно проектируются в два-четыре этажа. Функциональная схема решена таким образом, что жилая зона располагается на нижнем уровне, а спальня, как правило, располагается на верхнем уровне.

Дуплекс (Рисунок 13). В отличие от односемейных зданий, они планируются согласно не желаниям потенциального жильца, а, скорее, как блокированная или строчная застройка. Данный тип зданий предлагает потребителям следующие преимущества: частный участок, озеленение с трех сторон, возможные преобразования и дополнения в планировке. С другой стороны, выполняются следующие условия: оптимизация стандартного плана, трехстороннее ориентирование, создание определенного экрана между соседями (визуально и акустически), минимизация затрат на проектирование.

Индивидуальные дома (Рисунок 14). Наиболее продуманное жилье, которое может быть спроектировано абсолютно любой формы: участок, планирование, функциональная структура дома и участка, форма, оболочка, материалы – все полностью соответствует пожеланиям заказчика. Этот тип представляет собой односемейные здания, которые спроектированы, учитывая все пожелания заказчика. Дом на одну семью не влияет на пространственно-планировочное формирование городской среды в целом. Единственный недостаток этого типа жилья – это высокие экономические затраты, связанные с индивидуальными характеристиками здания и конструкциями.

В европейских странах существует достаточно большое разнообразие типов размещения жилых домов в структуре городской застройки, несмотря на такие факторы, как: климатические условия места строительства, уровень жизни, различия в социальных классах и т.д. В России на данный момент вариативность размещения жилых домов в структуре квартальной застройки достаточно ограничена. Таким образом, исследование подобного характера и направленности достаточно сложно было бы провести, опираясь на примеры исключительно российского жилья. На данный момент в России приоритет отдается количественному изменению в массовом жилом строительстве, а вопрос о качественном изменении, которое является необходимым, остается открытым.

До сих пор разработчики многоэтажной жилой застройки полагались на традиции, установившиеся на рынке, и на свой собственный субъективный опыт, благодаря чему семья, для которой проектируется большинство жилых помещений, играет в нашем обществе только второстепенную роль. В результате социальных изменений общества возникает необходимость в разнообразии жилищного строительства. Необходимость в гибкости диктуется самым непредсказуемым элементом в массовом строительстве, а именно, жильцами. В некоторых странах многоэтажные жилые дома формируют основу жилого фонда. Однако постоянное увеличение налогов привело к постоянному оттоку семей и групп среднего класса из городов. Чтобы приостановить эту миграцию, требуется предложить оригинальную альтернативу односемейному дому с садиком за городом. Поэтому в последние годы индивидуальность и разнообразие стали одним из главных факторов, влияющих на архитектуру городского жилища.

Необходимость в балансе различных аспектов жизнедеятельности неизбежно ведет к воплощению нетрадиционных проектов, способных использовать все средства и цели в формировании нового жилого пространства: качество самого жилья; доступные цены; новые конструкции; организация такого пространства, которое будет гарантировать гармоничное сосуществование между различными социальными группами, особое внимание к окружающей среде и т.д. Вполне естественный и обоснованный интерес к таким условиям проектирования позволяет новому поколению архитекторов в полной мере выразить свое отношение и взгляды в абсолютно свободной форме и практически ничем не ограничиваясь. На этом и основана главная идея жилищного проектирования на сегодняшний день.

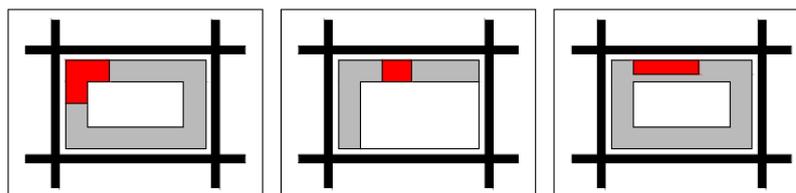


Рис. 1.

Рис. 2.

Рис. 3.

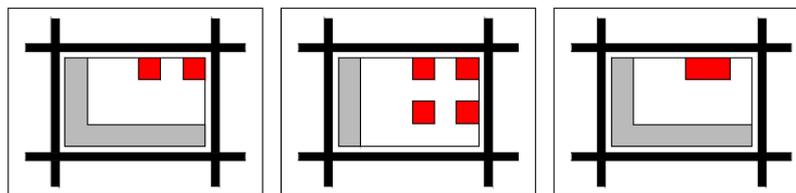


Рис. 4.

Рис. 5.

Рис. 6.

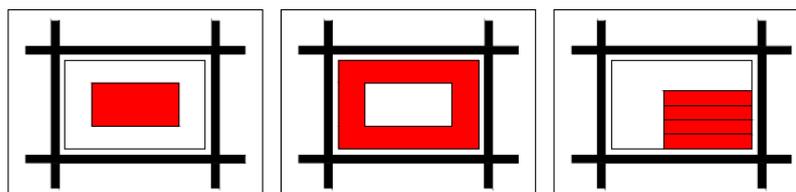


Рис. 7.

Рис. 8.

Рис. 9.

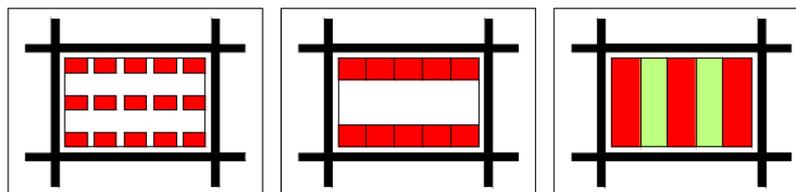


Рис. 10.

Рис. 11.

Рис. 12.

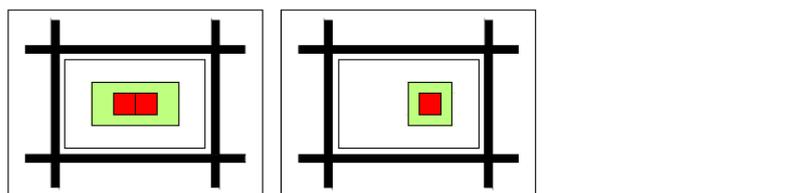


Рис. 13.

Рис. 14.

Список литературы

1. Баранов, Н.В. Всеобщая история архитектуры / Н.В. Баранов // Архитектура Западной Европы. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966-1977. – т.12, ч.1. – 720 с.
2. Брумфилд, У. Жилище в России: век XX. Архитектура и социальная история / У. Брумфилд, Б. Рубл. – М.: Издательство «Гри квадрата», 2002. – с.
3. Основы Советского градостроительства. - Центральный научно-исследовательский и проектный институт по градостроительству государственного комитета по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР. – М.: Стройиздат, 1967. – т.2. - 344 с.
4. Фремpton, К. Современная архитектура: Критический взгляд на историю развития / К. Фремpton. – М.: Стройиздат, 1990. – 535 с.
5. Швидковский, О.А. Всеобщая история архитектуры / О.А. Швидковский. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966-1977. – т.12, ч.2. – 578 с.
6. Gausa, M. New Alternatives. Housing. New Systems / Manuel Gausa. – Barcelona.: Actar Barcelona, 1998. – 272 p.
7. Mozas, J. A+T: Density IV / Javier Mozas, Aurira Fernandez Per // Arquitecture + Technology / Printed Graficas Santamaria, S.A., Vitoria – Gasteiz, 2003. - №22. – 62 p.
8. Mozas, J. Density: New Collective Housing / Javier Moza, Aurura Fernandez Per. – Ed. A+T Ediciones Printed Vitoria – Gasteiz, 2004. – 320 p.

9. Meuser, P. Stadt und Hous: Berlinische Architektur im 21 Jahrhundert / Philipp Meuser, Fried Nielsen. – B.: DOM Publishers, 1998-2005. – 224 p.
10. Planning Amsterdam_Scenarios for Urban Development - 1928-2003. - Rotterdam.: NAI Publishers, Physical Planning Department, 2003. – 208 p.
11. Sherwood, R. Modern Housing Prototypes / Roger Sherwood // Harvard University Press / Cambridge, England, 1981. - №15. – 184 p.
12. Weston, R. Key Buildings of the Twentieth Century: Plans, Sections and Elevations / Richard Weston. - W. W. Norton & Company, 2010. – 240 p.
13. Yoshida, N. A+U, Architecture end Urbanism / Nobuyuki Yoshida. – Т.: Japan, Tokyo, A+U Publishing & Co, 2005. - №415. – p.140

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АРХИТЕКТУРЕ

Лезина Е.Г.

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

По миру катится волна увлечения «зеленой», или экологической архитектурой. Зелёная архитектура становится с каждым годом всё популярнее. Архитекторы и дизайнеры реализуют самые невероятные проекты, которые ещё вчера казались фантастикой, а мировые знаменитости стремятся приобрести дома, которые позволяют им следовать принципам экологичности.

Сегодня, вот время сумасшедшего жизненного ритма, жители мегаполисов тоскуют о природе и стремятся «заполучить» хотя бы её кусочек во всех доступных местах, и даже на крышах домов, гаражей, да и везде, где есть плоская кровля, которая позволяет устроить в современном городе оазис.

Экологическая архитектура – не просто новомодная традиция и дань времени. Если мыслить глобально, то экологическая архитектура – новый образ жизни и мышления, полярно противоположный общепринятому. Уже несколько столетий человек использует природу так, как ему заблагорассудится. Пик этой тенденции, пожалуй, случился в России, когда советская власть для удобства меняла русла рек, засаживала поля неприемлемыми для климата и почвы сельхозкультурами. В двадцать первом же веке мировое сообщество поняло ценность природы и взялось за её сохранение, к счастью, с умом.

Экология совсем не напрасно включена в контекст нашего понимания связи между нашим домом, жилищем и природой. Само слово «экология» происходит от греческого «oikos» – «дом». Данное понятие определяет науку о сообществах – о нашем доме и его обитателях. И как бы ни сокрушались экологи на обширное толкование и повсеместное распространение модного сегодня слова, сохранить за ним статус строго научного термина довольно сложно [1].

Существительное «архитектура» на сегодняшний день имеет полноценное право сопровождаться прилагательным «экологический». И не просто потому, что в этом случае разговор идет конкретно о доме и его обитателях. Но еще и потому, что за данным словосочетанием скрыта крайне важная тенденция стремления человека к естеству и к природе, которая набирает силу в инновационной архитектуре.

Штамп в современной архитектуре сформировался в начале XX века в процессе влияния убыстрения темпов и индустриализации строительства, широкого внедрения новых материалов и конструкций. Масштабы таких изменений стали настолько велики и значительны с течением времени, что и сейчас уместнее было бы говорить уже о технической революции в архитектуре. Однако в процессе накопления современной архитектурой опыта реализации, несовершенство и неполнота, недостаточность исходных предпосылок, несоответствие реальным запросам общества становились все более видимыми аспектами. В большей степени во всем том, что касается учета природных, биосоциальных, социально-психологических факторов, а к ним относится специфика природного окружения, особенности и традиции места, разнообразие потребностей различных групп населения, свобода индивидуального выбора различных типов поведения и пространственной среды. Предпосылки поиска решения современных архитектурных проблем на этих направлениях и составляют концепцию того, что мы сегодня зовем экологическим подходом в архитектуре [2].

Основная черта экологической архитектуры – любовь и уважение к природе. Но в узком смысле экологическая архитектура предполагает такую совокупность признаков стиля, которая и выражает эту самую любовь. Проще говоря, у экологической архитектуры как направления архитектуры в целом есть свои,

совершенно материальные, осязаемые, визуальные признаки.

Если взглянуть на уже построенные эко-дома и созданные проекты, то можно выделить признаки эко-стиля. Вообще спутать эко-стиль с другими направлениями в архитектуре невозможно, он совершенно неповторим. В линиях и формах эко-домов мы видим природу. Линии плавные, совершенные, но в то же время бывают немного нелогичными, странными. Но на самом деле ничего странного нет, ведь природа удивительна и многообразна – поэтому архитекторы могут творить смело, не боясь быть непонятыми. Благодаря таким формам эко-дома прекрасно вписываются в окружающий пейзаж.

Сейчас уже полностью сформированы принципы экологической архитектуры:

1. Принцип сохранения энергии.

Речь идет о новом проектировании и о строительстве сооружений таким образом, чтобы свести к разумному минимуму необходимость расхода тепловой энергии на их отопление или, напротив, охлаждение.

2. Принцип сокращения объемов нового строительства.

Испокон века люди использовали старые здания или только материал от их разборки для возведения новых построек. Так, строители аббатства Сейнт-Албан в Англии в свое время приспособили к делу кирпичи из руин римского города Веруланума. В практике русской и скандинавской деревянной архитектуры здоровые старые балки и стропила нередко размечали, извлекали из прежних построек и собирали заново в другом здании. Так же поступали строители кровель средневековой Европы. К середине XX в., казалось, вполне победил другой подход, – застройщики убеждали городские власти и частных инвесторов, что все сломать и строить на пустом месте дешевле и эффективнее. В действительности – не всегда дешевле, редко эффективнее, но, несомненно, проще.

3. Принцип «сотрудничества» с солнцем.

В целях экономии и экологичности в «зеленой» архитектуре используются солнечные батареи, накопители солнечной энергии. Так же большая площадь окон расположена на южной стороне здания, что в общей сложности дает до 80% экономии на отоплении и горячей воде.

4. Принцип уважения к обитателю.

Речь о существенном изменении подхода к функционированию здания, когда и застройщик, и архитектор, и владелец видят в постройке не машину для проживания, а корпоративное владение, в поддержании которого огромная роль принадлежит каждому обитателю. Очевидно, что эта роль не может быть существенной в случае многоквартирных, стандартных многоэтажных блоков с неизменяемой конфигурацией стен и кровли, где роль обитателей сводится исключительно к предотвращению вандализма. Но при реконструкции старых построек, роль будущих обитателей может быть чрезвычайно велика.

5. Принцип уважения к месту.

В действительности речь идет об особой установке сознания, в наибольшей мере представленной восточной философией, в которой слияние с природным окружением, бесконечное всматривание в него испокон века полагалось наивысшей ценностью. В целом европейское сознание издавна культивировало иное отношение к природе – ее рассматривали исключительно как ресурс, и как объект целенаправленной деятельности людей. Появление «зеленой» архитектуры дает намек, что человечество, наконец, то начала задумываться о губительном воздействии на природу, и постепенно пытается научиться сосуществовать с ней в гармонии.

6. Принцип целостности.

Именно этот принцип выражает идеал «зеленой» архитектуры, хотя, разумеется, непросто достичь решения, в котором все перечисленные ранее подходы к задаче были бы задействованы вместе. Это именно идеал, стремлением к которому все чаще окрашены действия архитекторов в странах, где достигнуто наибольшее взаимопонимание между новым авангардом и заказчиком.

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 [3].

Вопросы и проблемы экологического строительства никогда не были в России приоритетными – всегда находились более важные задачи. Но именно в кризис заметно, что «зеленые» здания меньше потребляют дорожающие ресурсы. Начало активного развития экостроительства в России 7 лет назад совпало со сменой приоритетов после кризиса 2008 года. Экологическое строительство может решать не только долгосрочные

проблемы глобального изменения климата, но и менять нашу жизнь и локальную окружающую среду прямо сейчас. После удовлетворения самых насущных потребностей человек.

Список литературы

1. Казанцев П.А. Основы экологической архитектуры и дизайна. Учебное пособие. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2012. С. 17-19.
2. Новиков Ф. А. Зодчие и зодчество. Изд. стереотип. – М.: Едиториал УРСС, 2014. С. 107-113.
3. Экологическое строительство в России. Тенденции и перспективы. Веб-журнал «Экологическая архитектура»//январь 2010.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОКРЕКИНГА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ПРИБАЛТИЙСКОГО БАССЕЙНА

Назаренко М.Ю., Кондрашева Н.К., Салтыкова С.Н.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г.Санкт-Петербург

Горючий сланец – это органическая горная порода, полезные свойства которой определяются, прежде всего, наличием в их составе преобразованного органического вещества высших растений и простейших организмов, обобщенно называемыми керогеном. Горючие сланцы по внешнему виду представляют собой твердый материал от желтого до коричневого цвета, без запаха, характеризующиеся низкой калорийностью, содержание водорода, углерода соответственно 15-20%, 70-75% содержание минеральной составляющей (42 ÷ 60%). Образование большого количества смолы при полукоксовании (20 ÷ 70% в расчете на органическую часть) – главная особенность горючих сланцев, отличающая их от углей [1,2].

Основное использование горючих сланцев – это применение их в качестве теплоносителей, но при сжигании горючих сланцев образуется большое количество зольно-шлаковых отходов. Для улучшения существующих технологий переработки горючих сланцев и уменьшения влияния твердых отходов сланцепереработки на окружающую среду требуется детальное изучение процессов, происходящих с горючим сланцем во время термического крекинга [2,3].

Цель данной работы – физико-химические исследования горючего сланца в ходе термического крекинга в интервале температур 50⁰С ÷ 1000⁰С. Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Определены физические свойства горючих сланцев (влажность, зольность, действительная и кажущаяся плотность, пористость);
2. Определен компонентный состав минеральной части горючего сланца;
3. Установлено изменение массы горючего сланца при термической обработке в интервале температур 50⁰С ÷ 1000⁰С;
4. Определена зависимость пористости горючего сланца от температуры.

Объект данного исследования – горючий сланец Эстонского и Ленинградского месторождений. Элементный состав органической части горючих сланцев данных месторождений, в % массовых: углерод - 76,5 ÷ 77,5%, водород – 9,4 ÷ 9,9%, азот – 0,2 ÷ 0,5%, сера – 1,2 ÷ 2,0%, кислород – 9,5 ÷ 12%. Состав минеральной составляющей сланцев Ленинградского месторождения чрезвычайно разнообразен: SiO₂, Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, MgO и др., также присутствует целый ряд редких и рассеянных элементов: W, Ge, Co, Cu, Mo, Pb и др [3].

Результаты исследований физических свойств горючих сланцев представлены (Табл.1).

Таблица 1

Физические свойства горючих сланцев

Свойство	Месторождение	
	Ленинградское	Эстонское
Влажность, %	11,6	10,2

Зольность, %	50,5	47
Кажущаяся плотность, кг/м ³	1243	1476
Действительная плотность, кг/м ³	1643	1908
Пористость, %	24	23

Компонентный состав минеральной части горючего сланца Ленинградского месторождения представлен в Табл.2.

Таблица 2

Компонентный состав минеральной части горючего сланца Ленинградского месторождения

№ п/п	Компонент	Содержание	№ п/п	Компонент	Содержание
1	Al ₂ O ₃	7,691 %	6	MnO	0,106 %
2	SiO ₂	30,220 %	7	Fe ₂ O ₃	10,258 %
3	P ₂ O ₅	0,470 %	8	Br	0,191%
4	SO ₃	4,499 %	9	CaO	36,946 %
5	K ₂ O	7,147 %	10	TiO ₂	1,318 %
6	MgO	0,981%			

По данным Табл.2 видно, что наиболее богата минеральная составляющая сланцев оксидом кальция и оксидом кремния.

В ходе экспериментальных исследований определена потеря массы сланца при термическом нагреве в интервале температур 50⁰C -1000⁰C (Рисунок 1).

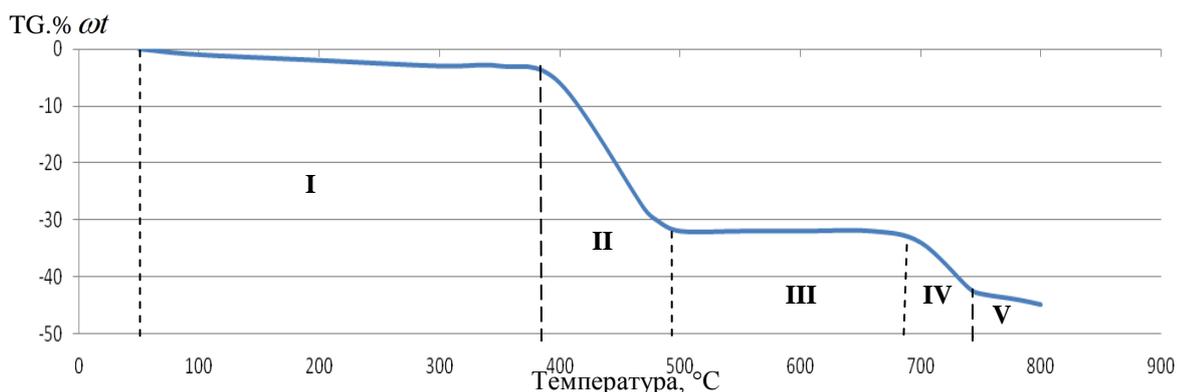


Рис.1. Изменение массы горючего сланца Ленинградского месторождения

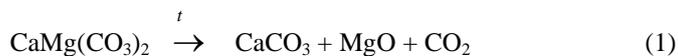
Изменение массы сланца происходит в 5 этапов, что связано с особенностями состава органической и минеральной частей сланца. Рассмотрим каждый из участков в отдельности.

Участок I (интервал 50 ÷ 370⁰C). Под воздействием температуры из молекул органического вещества сланцев (керогена) начинают выделяться в первую очередь газообразные вещества, в основном диоксид углерода и сероводород. При 270 ÷ 290⁰C начинается активное выделение так называемой пирогенной воды [3]. Дальнейшее нагревание кусков сланца приводит к более глубоким изменениям.

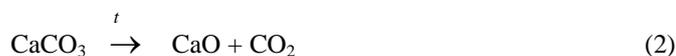
Участок II (интервал 370 ÷ 500⁰C). Скачок в изменении массы объясняется тем, что в данном интервале температур появляется смола. Часть сланца, оставшаяся до сих пор твердой, при температурах 350 ÷ 380⁰C переходит в полужидкое состояние, т.е происходит битуминизация. Явление битуминизации объясняется тем, что в интервале температур 320 ÷ 380⁰C образуется основная масса сланцевой смолы, но при этом недостаточно тепла для ее испарения. Основной мерой борьбы с битуминизацией считается увеличение скорости нагрева. Быстрое повышение температуры заставляет образовавшуюся смолу испаряться, смола уходит в виде пара, не давая кускам сланца превратиться в жидкую массу. При повышении температуры до 400⁰C образуется еще некоторое количество смолы, но при 450⁰C выделение смолы практически прекращается [3].

При дальнейшем нагревании (выше 550⁰C) выделяется небольшое количество газа, так как запасы водорода и кислорода в полукоксе невелики. Смола почти не выделяется. Поэтому на участке III выход газовой фазы незначительный [4].

Далее на IV и V участках в температурном интервале 700-800⁰С наблюдается еще один скачок потери массы. Это объясняется тем, что в данном температурном интервале происходит активное разложение доломита (CaCO₃ · MgCO₃), содержание которого в минеральной части сланца может достигать 50%. [4] Разложение доломита происходит в 2 эндотермических эффекта. Начало разложения происходит в интервале температур 720-760⁰С по уравнению 1:



Вторая ступень разложения доломита происходит в температурном интервале 895-910⁰С по уравнению 2:



В ходе проведенных исследований определено изменение пористости горючего сланца в зависимости от температуры (Рисунок 2).

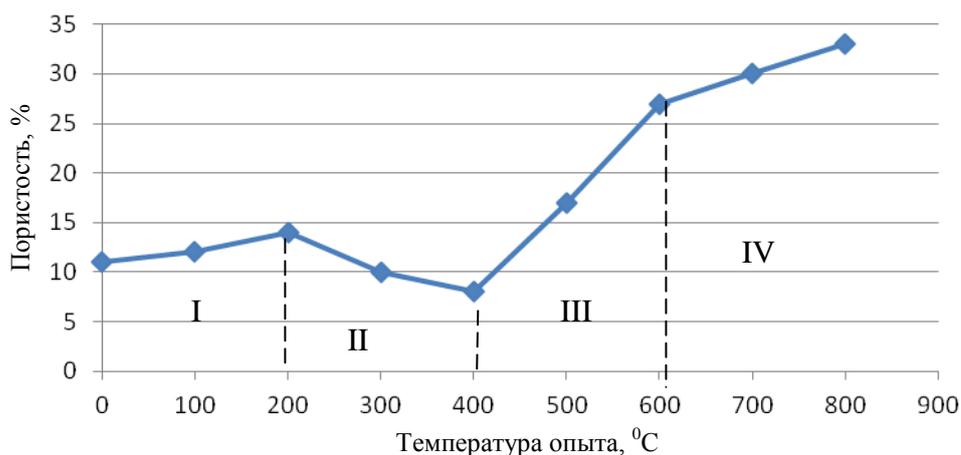


Рис.2. Зависимость пористости горючего сланца от температуры воздействия (сланец ленинградского месторождения)

Установлено, что изменение пористости горючего сланца при термической обработке в температурном интервале 50⁰- 1000⁰С происходит в 4 этапа: I этап – 50⁰С ÷ 200⁰С; II - 200⁰С ÷ 400⁰С; III – 400⁰С ÷ 600⁰С; IV 600⁰С -900⁰С.

Уменьшение пористости на участке II объясняется тем, что в данном интервале температур (200⁰С ÷ 400⁰С) появляется смола. Происходит битумизация, за счет чего поры заполняются маслом. При дальнейшем нагревании происходит испарение смолы (III участок) и разложение доломита (IV участок) и как следствие увеличивается пористость.

Исследование влияния температуры на поведение горючих сланцев показало, что внешний вид поверхностной зоны зависит от температуры опыта. С повышением температуры происходит уменьшение зоны полукоксования и ее перемещение от периферии к центру. Из-за малого значения коэффициента теплопроводности (0,16-0,18 кал/(м·час·⁰С)) при нагреве отдельных кусков топлива наружная часть их нагревается до более высокой температуры, чем внутренняя и чем больше размер куска, тем больше разница в температурном нагреве [3]. Продукты термического разложения топлива, выделяясь из внутренней части куска, вынуждены проходить через нагретую до более высокой температуры наружную часть его.

Предварительные микроскопические исследования показывают, что с увеличением температуры происходит увеличение агрегатов минеральной составляющей горючих сланцев, начиная с 500⁰С и максимальный размер достигается при 800⁰С. При дальнейшем увеличении температуры размер минеральных агрегатов сланца уменьшается, т.к. в ходе нагрева происходит разложение карбонатов, содержащихся в минеральной части.

Выводы.

Для улучшения существующих технологий переработки горючих сланцев и уменьшения влияния твердых отходов сланцепереработки на окружающую среду требуется детальное изучение термических процессов, анализ продуктов переработки. Для этого в данной работе были определены физические свойства горючих сланцев Ленинградского (влажность – 11,6%, зольность – 50,5%, действительная плотность - 1643 кг/м³, кажущаяся

плотность -1243 кг/м³, пористость – 24%) и Эстонского (влажность – 10,2%, зольность – 47%, действительная плотность - 1908 кг/м³, кажущаяся плотность - 1476 кг/м³, пористость – 23%) месторождений.

Определен компонентный состав минеральной части горючего сланца Ленинградского месторождения. Из экспериментальных данных установлено, что минеральная часть сланцев богата оксидом кальция и оксидом кремния.

Установлено, что:

- изменение массы горючего сланца при термической обработке в температурном интервале 50⁰С ÷ 1000⁰С, происходит в 5 стадий: I этап – 25⁰С ÷ 370⁰С; II – 370⁰С ÷ 500⁰С; III – 500⁰С ÷ 700⁰С; IV и V – 700⁰С ÷ 800⁰С. Максимальное изменение массы (25%) происходит в температурном интервале 370⁰С ÷ 500⁰С;
- изменение пористости горючего сланца при термической обработке в температурном интервале 50⁰С ÷ 1000⁰С происходит в 4 этапа: I этап – до 200⁰С; II – 200⁰С ÷ 400⁰С; III – 400⁰С ÷ 600⁰С; IV 600⁰С - 900⁰С;

– с увеличением температуры происходит увеличение агрегатов минеральной составляющей горючих сланцев, начиная с 500⁰С и максимальный размер достигается при 800⁰С. При дальнейшем увеличении температуры размер минеральных агрегатов сланца уменьшается.

Список литературы

1. Антонина З. Химические технологии. Учебное пособие для химико-технологических специальностей профессиональных центров. – Йыхви, 2012 – 376с.
2. Рудина М.Г., Серебрянникова Н.Д., Справочник сланцепереработчика - Л.: Химия, 1988, 256с.;
3. Назаренко М.Ю., Бажин В.Ю., Салтыкова С.Н., Научно-технический и производственный журнал «Кокс и Химия». Изучение физико-химических свойств горючих сланцев, 2014, №3, с.44-49;
4. Юдович Я.Э. Горючие сланцы Республики Коми. Проблемы освоения.- Сыктывкар: Геопринт, 2013, 90 с.;

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

МОРСКИЕ ОБЪЕКТЫ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КАК ПРОДУЦЕНТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

Харчук В.А., Супрунова И.А.

ДФФУ, г.Владивосток

В Мировом океане сосредоточены громадные источники полноценных животных белков и ценных биологически активных соединений. Рационально использовать эти биоресурсы традиционными технологическими методами невозможно, поэтому необходимо разрабатывать и внедрять в промышленность новые эффективные методы обработки сырья морского генеза на основе комплексной безотходной и ресурсосберегающей технологии.

Различные виды двустворчатых моллюсков: гребешок приморский, спизула, мактра, мидия и другие – это перспективные объекты для получения разнообразной деликатесной продукции общего и специального назначения.

Целью работы является изучение особенностей биохимического состава морских объектов животного и растительного происхождения как продуцентов функциональных ингредиентов и механизмов формирования их биопотенциала, способов обработки и биотехнологии пищевых продуктов на их основе, позволяющих максимально сохранить биологически активные вещества и функциональные ингредиенты, обеспечивающих сохранение здоровья и увеличение продолжительности жизни населения страны.

Создание группы новых продуктов функционального назначения планируется на основе перспективных источников функциональных ингредиентов – морских объектов.

Водоросли Ундария перистонадрезанная (*Undaria pinnatifida*), Костария ребристая (*Costaria costata*), Сахарина японская (*Saccharina japonica*), Эулария полая (*Eularia fistulosa*) богаты полисахаридами, альгиновыми кислотами, пигментами (фукоксантин), микро-, макроэлементами и обладают антиоксидантными свойствами. Известные водорослевые полисахариды – агар, карагин, ламинарин и альгиновая кислота. Оказывают радиопротекторное, антиоксидантное, иммуностимулирующее и сорбционное действие [3].

Сцифоидные (Медузы (*Rhopilema asamushi*, *Aurelia aurita*)) содержат таурин, глицин, белки, линолевую, линоленовую, арахидоновую, эйкозапентаеновую кислоты; глюкозамин, галактозамин и хондроитин-сульфаты [2]. Сцифоидные медузы – это отличный источник свободных аминокислот (таурина, глицина), полноценного белка, полисахаридов, аминсахаров, урсонических кислот и хондроитинсульфата в их сухом остатке [2].

Ракообразные (северная креветка (*Pandalus borealis*); шипастый шримс-медвежонок (*Sclerocrangon salebrosa*)) в свой состав включают глутаминовую кислоту, глицин; полиненасыщенные жирные кислоты, пигменты, кальций и хитозан [3].

Сцифоидные и ракообразные обладают свойствами ретинопротекторного, антиоксидантного действия, поддержание соединительной ткани, деятельности иммунной и сердечно-сосудистой систем. Вызывают термопротекторное, стресс-протекторное, мембранопротекторное и антиоксидантное действие.

Комплексное использование ракообразных, предусматривающее утилизацию мышечной ткани, липидов, ферментов и других БАВ, а также покровно-опорного скелета, содержащего хитин, обещает быть коммерчески выгодным процессом. Именно эти полисахариды обладают технологическими свойствами, делающими их особенно ценными в производстве многих товаров промышленного изготовления [2].

Иглокожие Кукумария японская (*Cucumaria japonica*), Серый морской еж (*Strongylocentrotus intermedius*)) содержат хондроитин-сульфаты, полифукан-сульфат-белковые комплексы, тритерпеновые гликозиды. Обладают такими же свойствами, что и ракообразные. Оказывают генопротекторное, мембранопротекторное и антиоксидантное действие.

Двустворчатые моллюски (Анадара Броутона (*Anadara brotoni*), Спизула сахалинская (*Spisulasachalinensis*); Мактра китайская (*Macra chinensis*)) имеют в своем составе значительное количество железа, кремния, витамина В₂, В₁₂, таурина, карнозина, полиненасыщенных жирных кислот, пептидов и аминокислот (таурин). Практическое действие не изучено, но к их свойствам относят ретинопротекторное и антиоксидантное действие, поддержание функции сердечно-сосудистой системы.

Брюхоногие Жемчужница (*Haliotidae camtschataka*), Леда обыкновенная (*Nuculana pernula*)) включают в себя белки, микроэлементы и антиоксиданты, которые обуславливают поддержание деятельности иммунной и сердечно-сосудистой системы [3].

При выполнении данного проекта будут использованы стандартные и рекомендуемые методы исследований, включая органолептические, физико-химические, биотехнологические, микробиологические, биологические, статистические. Отбор проб сырья и продуктов для проведения исследований, а также определение органолептических и физико-химических показателей (массовой доли составных частей, содержания азотистых веществ, наличия посторонних примесей, кислотности, перекисного числа, токсичных элементов, микробиологических показателей) будут проводиться в соответствии с действующими нормативными документами. Выделение липидов, определение их классов и жирно-кислотного состава – по методам Блайя и Дайера (Bligh, Dyer, 1959), Васьяковского (1984). Антиоксидантную активность в объектах предполагается определять по методу, описанному в работе Re Roberta с соавторами (1999). Биологическая ценность белков будет оцениваться по аминокислотному скору в соответствии с рекомендуемым составом «идеального» белка шкалы ФАО/ВОЗ (Нечаев и др., 2003), а также методом биотестирования (Шульгин и др., 2006). При обработке полученных данных будут применяться методы статистической и графоаналитической обработки.

При выпуске опытно-промышленных партий продуктов будет разработан и согласован с Центром гигиены и эпидемиологии по Приморскому краю план гигиенического контроля производства, включающий периодичность и точки постоянного контроля сырья, вспомогательных материалов и продуктов, а также санитарного состояния помещения, оборудования и работающих.

Оценку сведений о пищевой ценности и эффективности функциональных пищевых продуктов и функциональных пищевых ингредиентов, а также заявленный функциональный эффект пройдет экспертизу в ФГБНУ «НИИ питания» г.Москва для утверждения на биологических моделях в соответствии с нормативами медико-биологических исследований.

Заключение.

Данная работа будет началом для разработки продуктов специального производства с использованием биологически активных веществ функционального растительного и животного сырья морского происхождения, такие как:

1. Ламинированное рыбное филе с хондроитинсульфатом из медузы;
2. Порошкообразные пищевые добавки из гидробионтов;
3. Комбинированные пасты (гидролизат из креветок трубача, мидии);
4. Фарши с комплексом хондроитинсульфата, тритерпеновых гликозидов, гексозаминов из кукумари;
5. Сублимированные продукты (для использования как в обычных условиях, так и в экстремальных);
6. Суrimi на основе поликомпонентных смесей из незаменимых аминокислот с таурином (анадара, спизула);
7. Сухие композитные концентраты как сырье для пищевых продуктов с железосодержащей биологически активной пищевой добавкой (анадара, спизула).

Проводимые исследования будут включены в создание продуктов для массового производства из натурального функционального растительного и животного сырья морского и наземного происхождения:

1. Мясные функциональные продукты для специализированного питания с добавками бурых и красных водорослей или ингредиентов из них – вареные колбасы и сосиски, паштеты, мясные комбинированные поре;
2. Мясные функциональные продукты для диетического профилактического питания с добавками кукумари, креветки, анадары, спизулы, леды (эмульсионные, комбинированные, высокобелковые) – пресервы, консервы;
3. Мясные функциональные сублимированные композиции для вторых блюд диетического лечебного питания (с добавлением медузы, кукумари);
4. Пресервы из морских гидробионтов с концентратами;
5. Хлебобулочные и мучные кондитерские изделия (хлеб с добавлением ингредиентов из бурых водорослей, медузы);
6. Безалкогольные напитки функциональные (с добавлением экстрактов водорослей, с добавлением медузы, отходов переработки кукумари);
7. Функциональные масла с экстрактами из жемчужины, голотурии;
8. Функциональные майонезы с анадарой, спизулой, мактрой.

Список литературы

1. Ажгихин И.С., Морская фармация: учеб. пособие. Кишинев: Штиинца, 1982. – 159 с.
2. Дунченко Н.И. Создание параметрической модели управления функционально-технологическими свойствами продуктов модификации морского сырья / Н.И. Дунченко, О.В. Табакаева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – №1(28). – С. 1-5
3. Сафронова, Т.М. Сырьё и материалы рыбной промышленности: Учебник / Т.М. Сафронова, В.М. Дацун, С.Н. Максимова. – 3-е изд., испр. И до. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 336 с.

ОБОСНОВАНИЕ ИНГРЕДИЕНТНОГО СОСТАВА ПЕЧЕНОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Козлова Е.И.

ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ, г.Орел

Ритм жизни современного человека характеризуется неполноценным питанием, повышением энергозатрат, ухудшением экологической обстановки и состояния здоровья. Данные проблемы приводят к необходимости создания новых пищевых продуктов, способствующих улучшению и поддержанию стабильного положительного состояния организма человека.

Одним из важнейших критериев при разработке рецептур функциональных пищевых продуктов является сбалансированность аминокислотного состава. В качестве сырьевых компонентов печеночно-растительной композиции нами используется льняная мука и говяжья печень, которая богата полноценным белком (17,9%), минеральными элементами, в частности железом – 6,9 мг/100 г, фосфором - 314/100 г, витаминами и другими

пищевыми веществами. Для улучшения вкусовых характеристик разрабатываемого продукта было решено использовать пассерованные морковь и лук репчатый.

Для характеристики биологической ценности разрабатываемой композиции были рассчитаны параметры аминокислотной сбалансированности белков, используемых продуктов, при помощи пакета прикладных программ Microsoft Office. В результате была получена сбалансированная рецептура композиции для производства функциональных продуктов.

Для сравнительного анализа использовалась традиционная рецептура №622 «Оладьи из печени» из сборника рецептов блюд и кулинарных изделий [3]. Рецептура представлена в Табл.1.

Таблица 1

Рецептура №622 «Оладьи из печени» (контроль)

Наименование продуктов	Брутто, г	Нетто, г
Печень говяжья	120	100
Хлеб пшеничный	15	15
Масло сливочное	3	3
Масса полуфабриката	-	115
Жир животный топленый пищевой	11	11
Масса жареных оладий	-	101

Результаты моделирования представлены в Табл.2, 3 и Рисунке 1 [4].

Установлено, что наибольшей БЦ обладают белки печеночно-растительной композиции, значения которой выше, чем у оладий из печени на 5,29%.

Известно также, что для образования в организме человека необходимых белковых элементов, потребляемые в составе пищи, белки должны обеспечивать его взаимосбалансированными количествами незаменимых аминокислот. Для характеристики этого показателя использовали коэффициент утилитарности аминокислотного состава, который характеризует сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталонному значению). Чем выше значение коэффициента утилитарности, тем лучше сбалансированы аминокислоты в белке и тем рациональней они могут быть использованы организмом. Наибольшее значение величины показателя утилитарности имеют белки печеночно-растительной композиции (0,88), значения, которого выше, чем у оладий из печени на 4,5%.

Коэффициент сопоставимой избыточности характеризует суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические нужды в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию 100 г белка эталона.

Таблица 2

Аминокислотный состав композиции

Продукты	Содержание, г / 100 г фарша	Содержание белка, г/100 г продукта	Аминокислоты, мг							
			Вал	Изол	Лей	Лиз	Мет +цис	Тре	Трипт	Фен+ Тир
№622 «Оладьи из печени»										
Печень говяжья	85,00	15,22	1060	787	1355	1218	643	690	202	1410
Хлеб пшеничный	13,00	1,12	50	53	80	32	41	35	12	88
Масло сливочное	2,00	0,01	1	1	1	1	0	1	1	2
Итого: мг/100 г продукта		16,34	1111	841	1436	1250	684	726	215	1499
Итого: г/100 г белка			6,8	5,1	8,8	7,6	4,2	4,4	1,3	9,2
Печеночно-растительная кулинарная продукция										
Печень говяжья	72,00	12,89	898	667	1148	1032	544	585	171	1194
Мука льняная	8,00	2,08	146	83	146	52	87	106	31	223
Лук	10,00	0,14	3	4	5	6	2	4	2	7
Морковь	10,00	0,13	4	4	5	4	2	3	1	5
Итого: мг/100 г продукта		15,24	1050	757	1303	1094	636	698	205	1429
Итого: г/100 г белка			6,9	5,0	8,6	7,2	4,2	4,6	1,3	9,4

Характеристика показателей биологической ценности белков композиции

Показатель	№622 «Оладьи из печени»	Печеночно-растительная композиция
Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), %	20,09	14,80
Биологическая ценность белков (БЦ), %	79,91	85,20
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U)	0,84	0,88
Показатель «сопоставимой избыточности», г/100 г белка (σ n)	-35,57	-35,59

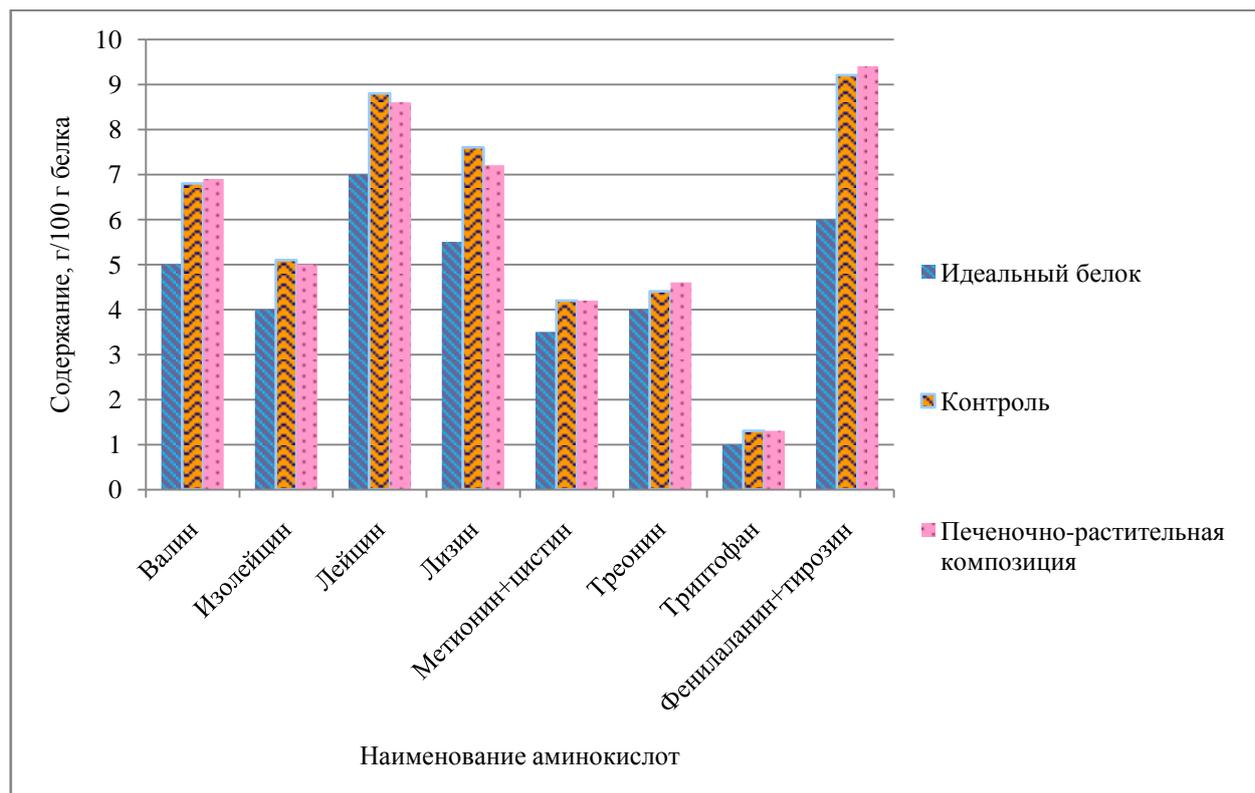


Рис.1. Анализ аминокислотного состава композиций

Известно, чем меньше значение коэффициента сопоставимой избыточности, тем лучше сбалансированы незаменимые аминокислоты и тем рациональней они могут быть использованы организмом [1,2]. По данному показателю белки печеночно-растительной композиции также не уступают белкам прототипа, что обуславливает функциональные свойства данной композиции.

Проанализировав данные можно сделать вывод, что в состав смоделированной печеночно-растительной композиции входит большое количество незаменимых аминокислот, содержание которых значительно превышает данные показатели идеального белка, что обуславливает ее использование, как продукта функционального назначения.

Список литературы

1. А.с. 1662477 А 23 L 1/315 Консервы мясные для детского и диетического питания / П.А. Прокушенков, В.А. Гоноцкий, К.С. Ладодо, Л.В. Шахназарова, Б.П. Суханов. (СССР). - №4394762/13; заявл. 18.03.88; опубл. 15.07.91, Бюл. № 26 - 1с: ил.
2. Аминина, Н.М. Лечебно-профилактический продукт «Ламиналь-биогель из морских водорослей» [Текст]- Владивосток: ТИПРО, 2006.-34 с.

3. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий: для предприятий общественного питания/ Авт.-сост.: А.И. Здобнов, В.А. Цыганенко.- М.: «ИКТЦ «Лада», К.: «Издательство «Арий», 2006; - 680с.: ил.
4. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов/ под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева – 2-е изд., перераб и доп.-М.: ВО «Агропромиздат», 1987.-360 с.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭУБИОТИКОВ

Милентьева И.С., Просеков А.Ю., Зими́на М.И., Шишин М.В.

ФГБОУ ВПО Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, г.Кемерово

Промышленное производство сбалансированных и здоровых продуктов питания является одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством. В современной России в условиях сложной демографической ситуации разработка эффективных и экономически обоснованных подходов к ускоренному оздоровлению населения становится одним из наиболее приоритетных научно-прикладных направлений, что отражено в утвержденной правительством концепции государственной политики в области здорового питания населения России на период до 2020 года. Широкомасштабное внедрение в повседневную жизнь человека функциональных продуктов питания с эубиотиками, сохраняющих и стимулирующих естественные механизмы защиты организма человека от воздействия неблагоприятных факторов среды различной природы, должно сыграть важную роль в реализации этого направления [1, 2].

Систематическое использование эубиотиков в питании повышает колонизационную резистентность кишечника, усиливает иммунитет, предотвращает развитие аллергических осложнений, оказывает гипохолестеринемический, противоопухолевый и другие положительные эффекты на человека. Исходя из этого, создание продуктов функционального питания на основе эубиотических штаммов микроорганизмов, обладающих специфическим позитивным действием на организм человека, рассматривают как стратегическое направление альтернативной медицины, направленное на поддержание и восстановление здоровья человека [3].

Важная роль в данном направлении исследований принадлежит разработке функциональных продуктов питания для нутритивной поддержки онкологических больных в период реабилитации.

В течение многих лет онкологи задавались вопросом, не ведет ли интенсивное питание онкологических больных к росту опухоли. На конгрессе ESPEN в 2006 г. были представлены данные исследований о влиянии нутритивной поддержки на рост опухоли. Представленные данные и обсуждение этой проблемы членами консенсусной группы ESPEN-ESMO продемонстрировали, что в онкологии нутритивная поддержка показана как ни в какой другой отрасли клинической медицины и не имеет влияния на рост опухоли [1, 4].

Большое значение контроля статуса питания и проведения адекватной и своевременной нутритивной поддержки онкологических больных подтверждается многими исследованиями.

Таким образом, применение нутритивной поддержки у онкологических больных должно быть своевременным, адекватным и рациональным. Данный подход позволяет защитить пациента от прогрессирующей потери массы тела, улучшить качество жизни, провести более адекватное лечение.

Настоящий проект направлен на создание функциональных продуктов питания для реабилитации онкологических больных на основе низкомолекулярных биоактивных пептидных комплексов и пробиотических штаммов, выделенных из желудочно-кишечного тракта человека.

Разумная нутриционная поддержка категории раковых больных имеет для них жизненно важное значение, а диетотерапия должна быть базисным средством их паллиативной терапии. Следует признать, что этот раздел нутрициологии еще весьма далек от своего совершенства, и жизнь диктует необходимость выделения в отдельное направление онкологической трофологии, целенаправленно изучающей процессы ассимиляции пищи у онкологических больных на разных этапах опухолевого роста и возможности нутриентного воздействия на опухоль и организм в целом в интересах противодействия ее развитию и поддержанию, по возможности, оптимальной жизнедеятельности больного человека [6, 9].

В рамках онкологической трофологии целесообразно выделять профилактическое и лечебное питание. Так, например, приводятся данные о профилактическом эффекте в отношении возможного развития злокачественной

опухоли соевых продуктов, антиоксидантов (витамины А, С, Е, каротин, селен), полиненасыщенных жирных кислот, кальция, марганца, меди, магния, пищевых волокон и др. В то же время выявлена определенная взаимосвязь между возможностью развития опухоли и избыточным употреблением в пищу красного мяса, насыщенных жиров, специй, пережаренных продуктов, а также продуктов, загрязненных ксенобиотиками.

В рамках лечебного питания следует рассматривать искусственное и естественное питание больных. Совершенно очевидно, что истощенные и послеоперационные больные должны получать адекватное искусственное питание, что позволяет существенно снизить послеоперационную летальность и избежать многих осложнений не только операции, но и часто необходимых химио- или лучевой терапии, а в конечном итоге уменьшить сроки пребывания пациента в стационаре [8].

При естественном питании больных должен назначаться, прежде всего, оптимальный базисный рацион, сообразуясь с реальными потребностями и стадией течения заболевания. На определенных этапах для достижения поставленной цели этот рацион на некоторое время может усиливаться за счет дополнительного назначения высокобиологически ценных продуктов (ЭНПИТы, белково-витаминно-минеральные концентраты и т.д.), что можно рассматривать, как актуальный на данном этапе вариант нутриционной гипералimentации больного. Наряду с этим, учитывая, что многие пациенты в условиях базисного питания не имеют возможности получения полного набора, прежде всего, витаминов и микроэлементов, необходимо назначение вспомогательного питания. В качестве последнего с успехом могут быть применены биологически активные добавки (БАД) к пище (нутрицевтики или парафармацевтики), позволяющие относительно быстро корректировать имеющиеся микронутриентные дефициты. Необходимо только помнить, что выбор тех или иных БАДов должен быть дифференцированным и базироваться на соответствующие знания в области нутрициологии [7, 8].

Если же рассматривать проблему онкологической трофологии еще шире, то следует сказать, что она имеет два аспекта: клинический и организационный. Клинический аспект включает в себя, прежде всего, своевременную диагностику нарушений питания и назначение соответствующего вида адекватной нутриционной поддержки больного. К данному аспекту следует отнести и мониторинг качества и эффективности лечебного питания, а также возможности профилактики и лечения осложнений с помощью последнего. В настоящее время мы можем констатировать, что если клинический аспект излагаемой проблемы более или менее решается, то организационная сторона находится в зародышевом состоянии. Сегодня мы не можем ответить на вопрос, кто должен заниматься вопросами диетотерапии онкологических больных, особенно в амбулаторных условиях, где взять специалистов-нутрициологов, владеющих всеми видами лечебного питания, к кому в амбулаторных условиях обратиться пациенту за специализированным советом по своему питанию? Наряду с этим возникает еще целый ряд нерешенных вопросов: кто будет разрабатывать диетологическое направление в онкологии (существующие сегодня в стационарах лечебные рационы для онкобольных требуют пересмотра с учетом современных данных), как произвести расчет потребностей онкологических стационаров в специализированных нутриентах (растворы для парентерального питания, зондовые смеси и т.д.)? Совершенно не решаются у нас вопросы домашнего искусственного питания больных [1, 3].

Представляется, что решение этих вопросов возможно только путем концентрации тех немногих специалистов-нутрициологов в широком смысле этого слова и создания специализированных Центров, где, наряду с проведением каждодневной практической работы, необходимо решать научные проблемы и, что очень важно, вопросы подготовки специалистов (назовем их трофологами), владеющих мультидисциплинарными знаниями (биохимия, физиология, патологическая физиология, гастроэнтерология, гигиена и физиология питания, патологическая анатомия и т.д.) [5].

Совершенно очевидно, что диетотерапия онкологических больных должна базироваться на определенных принципах, которые по мере развития нутрициологии и получения новых данных могут дополняться и расширяться. Представляется, что сегодня такими основными принципами являются:

1. Оптимизация питания с учетом реальных потребностей и возможностей больного.
2. Разнообразие и дробность питания.
3. Ограничение или исключение продуктов, которые могут провоцировать развитие опухоли, ее рост и метастазирование (красное мясо, насыщенные жиры, копченые и консервированные продукты).
4. Ограничение трудно усваиваемых продуктов.
5. Включение в рацион питания пациента продуктов, содержащих нутриенты, препятствующие развитию опухоли и обеспечивающие максимальный цитопротективный эффект здоровым клеткам и тканям организма:
 - полиненасыщенные жирные кислоты;
 - антиоксиданты (селен, витамины А и Е);

- пищевые волокна (овощи, фрукты, зерновой хлеб, отруби);
- кисломолочные продукты [26,63].

6. Использование для коррекции имеющихся метаболических расстройств и повышения аппетита биологически активных добавок, а также искусственно созданных питательных смесей повышенной биологической ценности (Нутридринк, Нутризон и др.)

Несомненно, что изложенные принципы питания онкологических больных должны лежать в основе индивидуально разрабатываемой для них диетотерапии [4, 7].

Таким образом, решение проблем нутриционной поддержки больных, страдающих злокачественными заболеваниями, требует квалифицированных усилий специалистов различного профиля. Концентрация усилий в этом направлении, несомненно, позволит улучшить не только результаты лечения данной категории больных, но и качество их жизни.

Согласно современной концепции функционального питания, пища должна быть не только источником основных питательных веществ, но и других биологически активных и необходимых организму субстанций, в отношении которых доказана положительная клиническая эффективность и которые не наносят вреда при постоянном (ежедневном) употреблении здоровыми людьми. Место функционального питания исследователи определяют как среднее между обычным рационом и диетическим питанием. Лидером в разработке функциональных продуктов питания является Япония [8, 9].

Список литературы

1. Механизмы реализации метаболической и специфической противоопухолевой активности нового противоопухолевого препарата деглутам / Л.И. Нефедов, И.О. Леднева, А.В. Каравай, А.А. Глазев и др. // Лабораторная диагностика Восточная Европа. - 2012. - № 1. - С. 66-71.
2. Пат. 2007134338 Российская Федерация, МПК C12N9/10. Полиэпитопный пептид иммунологической и противоопухолевой активностью, полученный из тимидилатсинтазы / П. Корреале, М. Кузи, Г. Франчини и др.; заявитель и патентообладатель Университета Дельи Студи Ди Сиена. - №2007134338/13; заявл. 15.02.2006; опубл. 27.03.2009.
3. Пат. 2008120665 Российская Федерация, МПК C07K14/47. Совместная химиотерапия и иммунотерапия / Д. Сэмпсон, Д. Бигнер, Э. Хаймбергер и др.; заявитель и патентообладатель Дьюк Университи, Университи Оф Техас М.Д. Андерсон Кэнсер Сентер. - №2008120665/13; заявл. 02.11.2006; опубл. 27.11.2009.
4. Пат. 2357973 Российская Федерация, МПК C07K5/062. Способ получения дипептидов лупанового ряда / У.М. Джемилев, Г.А. Толстиков, С.В. Сысолятин и др.; заявитель и патентообладатель Институт нефтехимии и катализа Российской академии наук. - №2007135691/04; заявл. 26.09.2007 ; опубл. 10.06.2009.
5. Пат. 2362579 Российская Федерация, МПК A61K38/06. Фармацевтическая композиция на основе пептида, обладающего противоопухолевым действием / В.Х. Хавинсон, Г.А. Рыжак, Л.В. Козлов ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «СИА Пептайдс». - №2007143338/15 ; заявл. 26.11.2007 ; опубл. 27.07.2009.
6. Перспективы применения нанотехнологий в клинической неврологии / Сейфулла Р.Д., Суслина З.А., Куликова Е.В., Ким Е.К. и др. // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. - 2008. - Т. 2. - № 2. - С. 35-44.
7. Стратегические аспекты конструирования пробиотиков будущего / Лахтин В.М., Афанасьев С.С., Алешкин В.А. и др. // Вестник Российской академии медицинских наук. - 2008. - № 2. - С. 33-44.
8. Pat. CA1241642 A61K 38/00. Peptide, process for preparation thereof and use thereof / Nakaguchi, Osamu, Kitaura, Yoshihiko, Okada, Satoshi. - №: 388696, 26.10.1981. ; опубл. 1241642, 06.09.1988.
9. Therapy for tumor invasion and metastasis of human ovarian carcinoma and colon carcinoma / W. Lanlan; Ch. Xuchun; L. Xueying; et al. / Anti-cancer drugs. – 2012. – Vol.23. - №10. - P.1067-1077

РАЗРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННОЙ ЖИРОВОЙ СМЕСИ – ЗАМЕНИТЕЛЯ МАСЛА КАКАО ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Шахов С.В., Глотова И.А., Куцова А.Е., Мелихов В.А.

ФГБОУ ВПО ВГУИТ, г.Воронеж

В российской пищевой промышленности в настоящее время наблюдается спрос на высококачественное сырье, в частности на специализированные промышленные жиры.

Масло какао – наиболее дорогостоящий ингредиент шоколада, и это природный жир, состав и свойства которого значительно изменяются в зависимости от сорта какао-бобов. В связи с этим в настоящее время активно разрабатываются заменители масла какао.

В настоящее время за рубежом вырабатывается достаточно широкий ассортимент заменителей, сырьем для которых являются различные растительные масла: пальмоядровое, хлопковое, рапсовое, масло орехов ши и бассия, масло бабассу, кокосовое, соевое, подсолнечное и другие виды. Это позволяет получать заменители со значительно более низкой стоимостью, чем масло какао. Однако далеко не всегда свойства этих продуктов позволяют получать смеси с маслом какао удовлетворительного качества.

Россия не располагает запасами выше названного сырья для производства заменителей масла какао, которое произрастает в экваториальном поясе планеты и должны импортироваться.

В настоящее время в России бурно развивается птицеводство и кролиководство, следовательно, нет недостатка в жирах птицы и кроликов. Именно поэтому в качестве объектов исследования нами были выбраны жиры: кроличий, куриный, гусиный, утиный и рыбий. Рыбий жир использовался вследствие большого содержания эссенциальных жирных кислот, которые в животном сырье практически отсутствуют.

Основываясь на физических и химических свойствах этих животных жиров, были разработаны различные рецептуры жировых продуктов, которые по своим физико-химическим, реологическим и органолептическим показателям наиболее близки к маслу какао.

Кондитерские жиры требуют очень крутого наклона кривой плавления, для достижения нужного уровня хрупкости и имеют узкий интервал плавления, обеспечивающий приятное ощущение во рту. Характер кривой плавления напрямую зависит от йодного числа (содержание ненасыщенных жирных кислот) и температуры плавления [1]. На Рисунке 1 показаны кривые плавления жиров, используемых в кондитерской промышленности, и жиров выбранных нами для моделирования смесей.

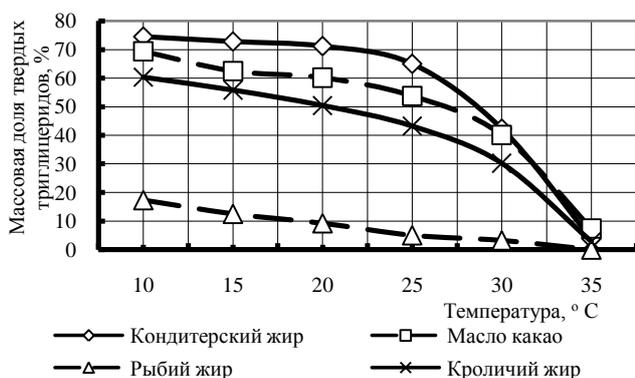


Рис.1. Содержание ТТГ в жирах

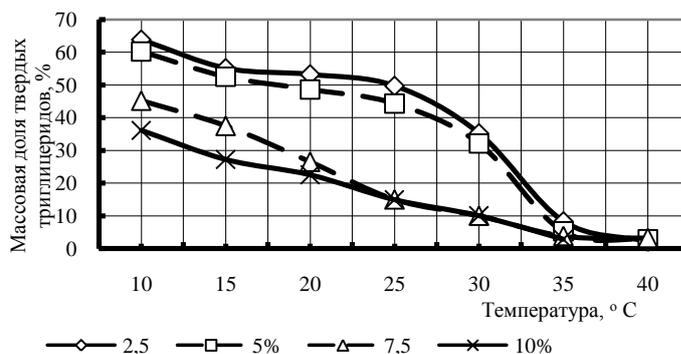


Рис.2. Влияние дозировки рыбьего жира на наклон кривой плавления

Из-за сходства жирнокислотного состава (содержание основных структурообразующих кислот – олеиновой, стеариновой, пальмитиновой – практически одинаково) кроличьего, куриного, утиного, гусиного жиров кривые плавления их будут отличаться незначительно, поэтому ограничимся построением кривой плавления для кроличьего жира.

Как видно на графиках, кондитерские и кроличий жиры имеют при комнатной температуре относительно высокое содержание ТТГ (выше 50 %), более низкое может обусловить ощущение салистости или липкости. Затем содержание ТТГ резко снижается, обеспечивая полное плавление большинства продуктов при температуре от 35 до 39 °C. Комбинированные на основе этих жиров смеси по характеру кривой плавления незначительно

отличаются от масла какао, но включение в смесь рыбьего жира значительно влияет на характер кривой, поэтому необходимо было выяснить влияние дозировки жидкого жира на наклон кривой плавления.

На Рисунке 2 видно, что добавление 7,5÷10 % рыбьего жира увеличивает диапазон пластичности системы, что недопустимо для шоколадных кондитерских изделий (кривая плавления должна иметь «крутой» наклон). Также такая дозировка отрицательно сказывается на органолептических свойствах продуктов (появляются запах и привкус рыбьего жира). Из всего вышесказанного сделали вывод о целесообразности введения в смесь 2,5÷5 % рыбьего жира.

Смешивание жиров проводили на гомогенизаторе при температуре 60÷70 °С, после остывания жировой массы оценивали степень смешиваемости. В ходе эксперимента было отмечено, что жиры в определенных соотношениях отличались хорошей смешиваемостью [4]. На основании проведенных исследований и оптимизации с учетом критерия RL нами были предложены типовые рецептуры жировых смесей [3, 2].

Каждая жировая смесь по содержанию полиненасыщенных жирных кислот превосходит масло какао почти в два раза, при этом соотношение основных структурообразующих жирных кислот осталось практически неизменным, что позволило максимально приблизить функциональные и реологические свойства смесей к маслу какао. Оптимизация жирнокислотного состава позволила достичь большего содержания линолевой и арахидоновой кислот, а содержание лауриновой кислоты не превышает 1 %, что гарантирует отсутствие мыльного привкуса в готовых изделиях [5].

На Рисунке 3 показаны кривые плавления полученных жировых продуктов, иллюстрирующие зависимость содержания ТТГ (твердых триглицеридов) от состава жиров.

Полученные жировые смеси имеют при комнатной температуре относительно высокое содержание ТТГ (выше 40 %), более низкое может обусловить ощущение салитости или липкости. Затем содержание ТТГ резко снижается, обеспечивая полное плавление большинства продуктов при температуре 35 °С, что максимально удовлетворяет исходным требованиям.

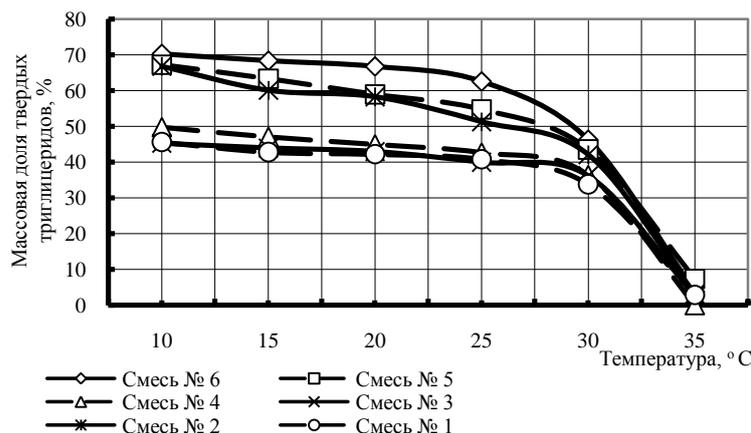


Рис.3. Содержание ТТГ в жировых смесях

Полученные жировые смеси обладают сбалансированным жирнокислотным составом и могут быть использованы в качестве жирового компонента не только в технологии кондитерских изделий, но и при создании мясопродуктов.

В зависимости от температуры воздуха сроки хранения заменителей масла какао животного происхождения устанавливают от 2 до 9 мес [4].

По органолептическим и физико-химическим показателям полученные заменители масла какао соответствуют требованиям, указанным в Табл.1 и 2.

Таблица 1

Органолептические показатели жировых смесей

Наименование показателя	Характеристика
Вкус и запах	Чистый вкус, свойственный обезличенному жиру, без постороннего привкуса и запаха
Цвет	От белого до кремового
Консистенция при 18 °С	Однородная, твердая, колющаяся
Прозрачность	Прозрачные в расплавленном состоянии

Физико-химические показатели жировых смесей

Показатель	Масло какао	Жировые смеси
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,3	0,2
Кислотное число, мг КОН	<2	0,3 – 1,7
Перекисное число, ммоль/кг, не более	<2	1,0 – 1,3
Йодное число, г I ₂ /100 г	32 – 38	34 – 36
Температура плавления, °С	32 – 36	34 – 36
Время застывания, мин, не более	29,7	26 – 31
Твердость по Каминскому, г/см, не менее при 20°С	600	590 – 630

Основные преимущества использования полученных заменителей масла какао:

- не требуют темперирования, так как кристаллизуются сразу в стабильную форму;
- обеспечивают превосходный вкус, аромат и хороший блеск, желаемую консистенцию изделия;
- придают устойчивость к жировому поседению;
- устойчивы к окислению;
- снижают себестоимость готовой продукции;
- обеспечивают стабильность качества;
- обеспечивают хорошее плавление изделия во рту, не оставляя ощущения салостости;
- увеличивают срок годности готовых продуктов;
- обладают высокой твердостью и хрупкостью, имеют превосходный хруст при разламывании шоколадных плиток.

Список литературы

1. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение/ пер. с англ. В.Д. Широкова, Д.А. Бабейкиной, Н.С. Селивановой, Н.В. Магды – СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.
2. Рудаков О.Б., А.Н. Пономарев, Полянский К.К., Любарь А.В. Жиры. Химический состав и экспертиза качества. М.: ДеЛипринт, 2005. – 312 с.
3. Рудаков О.Б., Пономарев А.Н., Полянский К.К. Обобщенный критерий пищевой ценности жиров // Молочная промышленность. – 2004. – №9. – с. 55÷56.
4. Стопский В.С., Ключкин В.В., Андреев Н.В. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья. – М.: Колос, 1992. – 286
5. Тютюников Б.Н., Гладкий Ф.Ф., Бухштаб З.И. Химия жиров. – М.: Колос, 1992. – 448

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

ПЛАСТИЧЕСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ЦЕЛЬНОВАЛЕННОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ ДИАГОНАЛЬНОЙ РАСКЛАДКЕ ВОЛОКОН ШЕРСТИ

Диева О.Н.

ЮЗГУ, г.Курск

В начале XXI века происходит интенсивное развитие различных областей дизайна. Возникают новые проектные сферы, изменяются формы дизайнерской деятельности, обновляются методология и профессиональный инструментарий специалистов. Но трансформация не затрагивает глубинных основ, связывающих дизайн с искусством, из недр которого вышло предметное творчество. Композиционная гармония, единство формы и содержания, стилевая завершенность остаются основополагающими факторами, определяющими качественные характеристики всех без исключения художественных объектов и продуктов дизайна. Результаты изучения особой функции искусства, заставляющей людей эмоционально реагировать на

лучшие образцы, находят применение в различных областях проектной деятельности. Это закономерно, поскольку воплощение в продукте идеального представления потребителя о нем невозможно без понимания глубинных факторов, участвующих в процессе коммуникации и формировании эстетических предпочтений.

В практике дизайна костюма в последние пятьдесят лет произошли значительные изменения, которые повлияли на формирование современной индустрии модных товаров и на организацию процесса проектирования костюма. Если раньше над коллекцией, ее представлением публике и рекламным оформлением работал художник-модельер с группой ассистентов, то теперь в рамках промышленных компаний, занятых разработкой, производством, продвижением и реализацией одежды, сотрудничают специалисты различных творческих профессий. Темпы и объемы производства возрастают, а, соответственно, увеличивается ответственность дизайнеров на всех этапах создания нового продукта. В таких условиях интуитивный, эмоциональный подход к творчеству не оправдывает себя, и возникает потребность в обновленных методиках. В основу современной методологии дизайна одежды могут быть положены принципы проектирования авторского костюма, определяющего эволюционное развитие сектора [1].

На фоне общего освещения роли художников-модельеров и дизайнеров в формировании модных тенденций возникает потребность в исследованиях, характеризующих особенности художественного языка современного костюма: варианты авторских композиций и способы использования выразительных средств, связанные с материалом и представляющие собой узкопрофессиональную область знаний. Изучение механизмов художественной коммуникации и систематизация составляющих структуры авторского костюма необходимы на современном этапе развития проектной культуры, нацеленной на формирование эстетических предпочтений и расширение диапазона культурных потребностей. Научное осмысление творческих методов художников и дизайнеров последней трети XX — начала XXI вв, с возможностью дальнейшего использования этого опыта в дизайне одежды.

Важно, что взаимодействие специалиста, проектирующего модели одежды, и потребителя, воспринимающего «костюмную информацию», возможно лишь в том случае, если существует общность знаний о реальном мире и о средствах «костюмного общения».

Остаются открытыми вопросы о влиянии специфики костюма на художественные методы и приемы работы с материалом, об особенностях композиционной организации образцов, признанных эстетическими эталонами современности.

Важны исследования, посвященные вопросам выявления общих закономерностей процесса формотворчества в области проектирования современного костюма и систематизации опыта известных художников и ремесленников по костюму.

Исследование строится на междисциплинарной основе с привлечением данных таких дисциплин, как конструирование одежды, теория дизайна, экология одежды, теория проектирования костюма, история костюма и моды, цветоведение и теория живописи.

В современном мире, где каждый день появляются новые технологии, изобретения сменяют друг друга, не успевая состариться, некоторые традиции остаются неизменными. Искусство, бесконечно изменяясь, приобретает всё новые формы, остается неизменным по своей сути на протяжении веков, как и стремление человека к прекрасному. Сегодня, когда люди всё больше обращают внимание на экологичные материалы, натуральные продукты, второе дыхание обретают и прикладные виды искусства. Например, валяние из шерсти, известно человеку тысячи лет.

В исследовании рассматривается метод плоского валяния с помощью которого изготавливают одежду, аксессуары, украшения, сумки, обувь, головные уборы. Валяние шерсти делят на три больших этапа: раскладка, уваливание, сушка. С точки зрения формообразования интересна система раскладки волокон, позволяющая создавать различные пластические вариации. Раскладки шерсти выполняется на поверхности или на выкройке (шаблоне). Способы раскладки разнообразны и зависят от того, насколько плотное требуется изделие, какая форма одежды должна быть на выходе и от замысла автора.

Разработка шаблона для цельноваленой (бесшовной) одежды представляет большой интерес для исследования. В выкройке отсутствуют нагрудные вытачки, не учитывается степень прилегания по заднему шву и области талии. Формообразование изделия зависит только от системы раскладки волокон шерсти. Существуют диагональная (лучевая, паркетная), круговая, крестообразная раскладка и их модификации. Соединяя на одном шаблоне различные способы раскладки волокон, меняя угол их наклона, можно добиться идеального прилегания по фигуре или соответствия выбранной модели на выходе.

Последовательность создания шаблона для конкретной модели или основы для валяния изделия начинается с точных мерок фигуры, построения чертежа конструкции (используется методика построения для

трикотажных изделий), увеличения выкройки на 30% по основным точкам с помощью лучей от центра лекала. Далее идет двусторонняя раскладка волокон диагональным и комбинированным способом по всей поверхности шаблона с учетом антропометрии тела человека и конструкции модели. Угол диагональной раскладки дает различную сцепляемость волокон при валянии, что позволяет добиться нужной формы при полной усадке изделия.

На кафедре дизайна и технологии изделий легкой промышленности ЮЗГУ ведутся исследования расчетного диагонального и комбинированного расположения волокон на шаблоне и влияния пластических свойств полученного материала (войлока) на формоустойчивость и формообразование изделия. Исследования проводятся на образцах войлока и фетра с применением различных вариантов наклона раскладки волокон и качества шерсти. Опытные образцы и готовые изделия, полученные на основе разрабатываемой методики диагональной раскладки волокон, позволяют рассчитать схему распределения, количество слоев и угол наклона раскладки волокон по поверхности шаблона с учетом конструкции модели.

Целью дальнейших исследований является возможность применения результатов, полученных при пластическом формообразовании единичных моделей цельноваленной одежды, в проектирование мелкосерийных коллекций.

В виду плоскостного вида шаблона, разработка конструкции возможна с применением исследований по методам распознавания образов форм одежды [2]. Автоматизирование начального этапа проектирования с целью получения разверток поверхности одежды согласно поставленной задаче (эскиза, изображения), реально с применением систем автоматизированного распознавания образов. Данная система во многом сократит затрачиваемое на разработку время, позволяя тем самым улучшить качество производимой продукции, увеличить ее ассортимент путем внедрения новых и интересных моделей, что не маловажно для современного потребительского рынка.

Т.к. определение отдельных участков контуров объекта (выпуклости, изломы, кривизну, длину) при разработке шаблона для цельноваленого изделия имеет второстепенное значение, то метод несколько упрощается в применении.

Необходимо отдельно отметить методологические основы изучения валеной одежды, широко представленного в материальных носителях в российских музеях. Являясь воплощением «народной мудрости» и источником вдохновения для многих отечественных и иностранных художников-модельеров, валеная одежда постоянно становится объектом изучения со стороны специалистов-этнографов и специалистов по костюму.

Изучение механизмов, составляющих структуры авторского костюма необходимы для формирования эстетических предпочтений и расширение диапазона культурных потребностей с возможностью дальнейшего использования этого опыта в проектировании одежды.

Исследование пластических возможностей бесшовной, цельноваленой одежды, тесно взаимосвязано и с экологическими проблемами в современном проектировании одежды [3].

Формирование экологически верного стиля потребления предполагает не только сокращение потребления, но и ориентацию на использование экологически безопасных продуктов, произведенных при помощи технологической экологизации. При производстве одежды эти проблемы решаются путем отказа от искусственных и синтетических материалов, которые практически не ассимилируются с окружающей средой, негативно влияют на здоровье человека.

Натуральные материалы, традиционно используемые для производства одежды, новые технологические приемы формообразования и производства изделий, исследование и взаимопроникновение индивидуальных особенности авторского моделирования и проектирование серийного производства являются практически неисчерпаемым источником для создания новых технологических приемов и конструкторских поисков.

Список литературы

1. Формирование отечественной школы моделирования костюма в XX веке /Кузнецова М.М. // Искусство и образование. 2010. - № 2. С. 73 -81. (0,4 п. л.) Перечень ВАК.
2. Разработка методов распознавания образов форм одежды/ Килимов А.С., Федотова И.В., Тихонова Т.П., Диева О.Н // IV Международная конференция «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности»/ Сборник трудов.-М: Издательство «Спутник+», 2014.-136
3. Экологические тенденции в дизайне костюма /Будникова О.В., Диева О.Н. // Известия ЮЗГУ. Серия Техника и технологии. 2014. – №2. С.60-69.

**СЕКЦИЯ №14.
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)**

ВЫБОР ЧАСТОТ СИГНАЛОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ОТСУТСТВИЕ ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ В СИСТЕМЕ С МДЧР

Сизякова А.Ю., Лыу Хай Нам

ФГБОУ ВПО НИУ «МЭИ», г.Москва

В работе показано, что выбором расстановки частот сигналов при многостанционном доступе с частотным разделением (МДЧР) можно обеспечить отсутствие продуктов интермодуляционных искажений в полосе частот полезных сигналов на выходе нелинейного ретранслятора.

Приведены количественные оценки влияния нелинейности УМ передатчика ретранслятора на правильность приема сигнала земной станцией, а также искажения спектра группового сигнала на выходе нелинейного усилителя с амплитудно-фазовой конверсией для случаев равномерной и неравномерной расстановок частот сигналов. В качестве метода исследования использовано имитационное моделирование.

Ключевые слова: усилитель мощности, амплитудно-фазовая конверсия, неравномерная расстановка частот сигналов, интермодуляционные искажения, сигнальные созвездия, вероятность битовой ошибки.

Введение.

Усилители мощности на лампах бегущей волны (ЛБВ), используемые в передатчиках спутников-ретрансляторов, имеют нелинейную амплитудную характеристику (АХ) и неравномерную фазоамплитудную характеристику (ФАХ). Эта комплексная нелинейность приводит к появлению в спектре выходного сигнала усилителя составляющих на комбинационных частотах – интермодуляционных (ИМ)помех [1, 2]. При МДЧР интермодуляционные компоненты существенно «загрязняют» спектр группового сигнала на выходе УМ [3, 4]. Когда ИМ составляющие попадают в главный лепесток спектра парциального сигнала, то возникают существенные искажения и ухудшается достоверность приема сигнала.

В статье рассмотрена задача выбора расстановок частот сигналов, при которых уменьшается влияние интермодуляционных помех на вероятность битовой ошибки на выходе демодулятора приемника земной станции при прямой ретрансляции. Произведен расчет частот сигналов с учетом непопадания в главные лепестки их спектров наиболее интенсивных ИМ составляющих 3-го и 5-го порядков. Метод исследования – имитационное цифровое моделирование тракта, состоящего из нелинейного усилителя группового сигнала 4ФМ в многочастотном (N = 5) режиме МДЧР и демодулятора приемника одного из сигналов 4ФМ.

Для аналитического описания нормированных нелинейных амплитудной и фазоамплитудной характеристик использованы выражения [3, 5]:

$$A(r) = \frac{a_r r}{1 + b_r r^2}, \quad \phi(r) = \frac{a_\phi r^2}{1 + b_\phi r^2}, \quad (1)$$

где $r^2 = P_{\text{вх}}/P_{\text{вх.нас}}$, $a_r = 1,9638$; $b_r = 0,9945$; $a_\phi = 2,5293$; $b_\phi = 2,8168$.

По осям графика отложены входная и выходная мощности колебания, отнесенные к значениям мощности насыщения: $P_{\text{вх}}/P_{\text{вх.нас}}$ (Input Power Back Off, ИВО) и $P_{\text{вых}}/P_{\text{вых.нас}}$ (Output Power Back Off, ОВО).

На Рисунке 1 показаны АХ усилителя (сплошная линия) и зависимости относительной суммарной мощности (ОВО) усиленных сигналов от нормированной входной мощности (ИВО).

По амплитудной характеристике УМ определяют точку IP1 (InterceptPoint 1storder), равную значению $P_{\text{вх}1\text{дБ}}$ входной мощности, нормированной ко входной мощности $P_{\text{вх.нас}}$ насыщения, при котором в усилителе из-за амплитудной компрессии

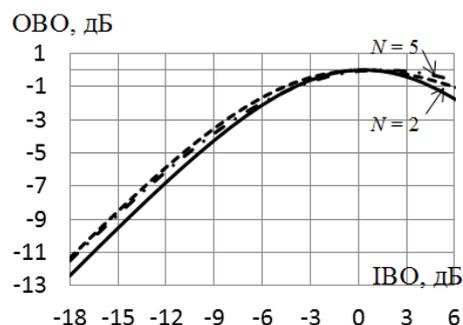


Рис.1. Характеристики АМ/АМ преобразования для нелинейного УМ при N = 1 (сплошная линия), N = 2 (пунктир) и N = 5 (штрихпунктир)

коэффициент передачи снижается на 1 дБ по отношению к малосигнальному значению. В модели (1) точка IP1 соответствует значению $P_{\text{вх}1\text{дБ}}/P_{\text{вх нас}} = \text{IBO} = \text{минус } 12 \text{ дБ}$.

В нелинейных УМ на ЛБВ наблюдается амплитудно-фазовая конверсия (АФК). При этом изменение огибающей входного группового сигнала, состоящего из N сигналов 4ФМ, вызывает изменение фазы каждого из этих сигналов на выходе УМ. Это означает, что при изменении уровня входного сигнала возникает их дополнительная фазовая модуляция. При изменении уровня входного сигнала от малого (режим линейного усиления) до сильного (режим насыщения) фаза сигнала на выходе ЛБВ изменяется от 0° до $60^\circ \dots 80^\circ$ [6].

На Рисунке 2 построены характеристики АМ/ФМ преобразования. Параметром является крутизна $K_{\text{АФК}}$ амплитудно-фазовой конверсии, определенная для $\text{IBO} = \text{минус } 12 \text{ дБ}$, в точке IP1.

Выбор расстановки частот сигналов

В статье показано, что выбором расстановки частот сигналов при МДЧР обеспечиваются минимальные значения интермодуляционных искажений в полосе частот ствола нелинейного РТР, занятой спектрами полезных сигналов, между которыми имеются защитные промежутки.

Для заданных числовых значений параметров спутниковой системы связи (количество сигналов N ; нижняя граница полосы ствола РТР $f_{\text{нижн}}$, верхняя граница полосы ствола РТР $f_{\text{верх}}$) рассмотрены ИМ

искажения при использовании равномерной расстановки частот и нескольких неравномерных расстановок.

На Рисунке 3 схематично изображена полоса ствола ретранслятора. В работе рассматриваются сигналы 4ФМ. Вблизи центральных частот спектров сигналов выделены интервалы шириной R (R – битовая скорость передачи), которые определяют область частот, занимаемую главным лепестком их спектра (на Рисунке 3 главный лепесток спектра сигнала 4ФМ обозначен заштрихованным прямоугольником). Интермодуляционные компоненты располагаются как за пределами полосы ствола, так и внутри нее, причем наиболее опасный случай – это попадание их в главный лепесток спектра сигнала.

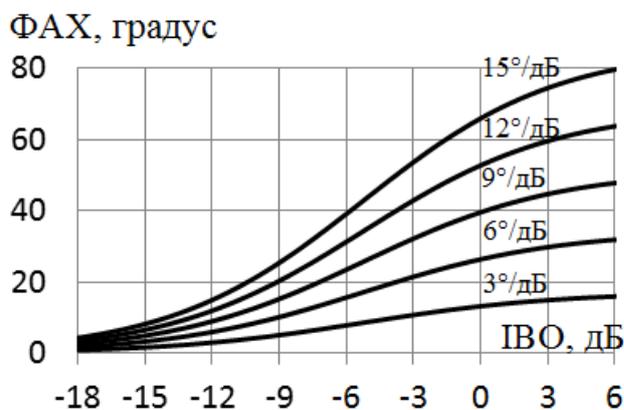


Рис.2. Характеристики АМ/ФМ преобразования для нелинейного УМ

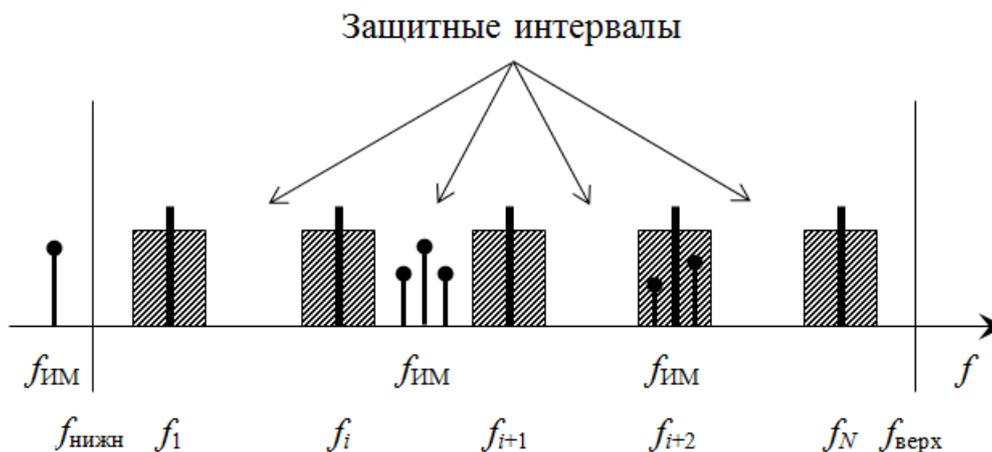


Рис.3. Расположение спектров полезных сигналов и ИМ помех в полосе частот ствола РТР

В работе считается, что ИМ искажения в спектре каждого полезного сигнала на выходе НУ отсутствуют, если ни одна интермодуляционная составляющая не попадает в главные лепестки спектров сигналов.

Рассмотрим результаты решения задачи для конкретных значений параметров системы связи: $N = 5$; $f_{\text{нижн}} = 850 \text{ МГц}$, $f_{\text{верх}} = 932 \text{ МГц}$.

Введем обозначения для частот ИМ составляющих:

1) третьего порядка

$$f_{31} = f_i + f_j - f_k; \quad f_{32} = 2f_i - f_j; \quad (2)$$

2) пятого порядка

$$\begin{aligned} f_{51} &= 3f_i - 2f_j; & f_{52} &= 3f_i - f_j - f_k; \\ f_{53} &= 2f_i + f_j - 2f_k; & f_{54} &= 2f_i + f_j - f_k - f_l; \\ f_{55} &= f_i + f_j + f_k - 2f_l; & f_{56} &= f_i + f_j + f_k - f_l - f_m, \end{aligned} \quad (3)$$

в формулах $f_i; f_j; f_k; f_l; f_m$ – значения частот сигналов, $i, j, k, l, m = \overline{1, N}$.

Частота ИМ составляющей в (2) и (3) записана как f_{nb} , где $n = 3$ для составляющей 3-го порядка; $n = 5$ для составляющей 5-го порядка; b – порядковый номер составляющей в (2) и (3). Для $n = 3$ $b = 1, 2$; для $n = 5$ $b = 1, \dots, 6$.

Можно показать, что общее число $n_{nb}^{\text{ИМ}}$ комбинационных составляющих 3-го и 5-го порядков рассчитывается по формуле

$$n_{nb}^{\text{ИМ}} = C_N^M \cdot C_M^Z, \quad (4)$$

где M – количество слагаемых в выражении для ИМ компоненты f_{nb} ;
 Z – количество слагаемых со знаком «+» в выражениях (2) и (3);

$$C_N^M = \frac{N!}{M!(N-M)!} - \text{число сочетаний из } N \text{ по } M.$$

Из (4) получаем:

$$\begin{aligned} n_{31}^{\text{ИМ}} &= C_N^3 \cdot C_3^2 = 30; & n_{32}^{\text{ИМ}} &= C_N^2 \cdot C_2^1 = 20; \\ n_{51}^{\text{ИМ}} &= C_N^2 \cdot C_2^1 = 20; & n_{52}^{\text{ИМ}} &= C_N^3 \cdot C_3^1 = 30; \\ n_{53}^{\text{ИМ}} &= C_N^3 \cdot C_3^2 = 60; & n_{54}^{\text{ИМ}} &= C_N^4 \cdot C_4^2 = 60; \\ n_{55}^{\text{ИМ}} &= C_N^4 \cdot C_4^3 = 20; & n_{56}^{\text{ИМ}} &= C_N^5 \cdot C_5^3 = 10. \end{aligned}$$

Только часть этих составляющих попадает в полосу ствола ($f_{\text{нижн}}, f_{\text{верх}}$), однако решающее влияние на достоверность переданной информации оказывают те ИМ составляющие, которые попадают в полосу полезного сигнала.

Результаты расчета числа ИМ компонент в пределах главных лепестков спектров сигналов

1) для равномерной расстановки частот.

Расположим пять сигналов равномерно в полосе ретранслятора, равной $\Pi = (f_{\text{нижн}} - f_{\text{верх}}) = 82$ МГц.

Пример расстановки частот сигналов:

$$f_{\text{равн}} = [851; 871; 891; 911; 931] \text{ МГц.} \quad (5)$$

Все комбинационные компоненты, рассчитанные по (2) и (3) и попадающие в полосу ствола ретранслятора, совпадают с частотой одного из сигналов. Количество этих компонент записано в Табл.1 (Δf_{ci} – полоса частот, занимаемая главным лепестком спектра i -го полезного сигнала).

Таблица 1

Количество комбинационных компонент в полосах сигналов $\Delta f_{ci} (i = \overline{1, 5})$ при равномерной расстановке (5)

f_{ci} f_{nb}	f_{c1}	f_{c2}	f_{c3}	f_{c4}	f_{c5}	Всего в стволе
----------------------	----------	----------	----------	----------	----------	-------------------

f_{31}	2	4	4	4	2	16
f_{32}	2	1	2	1	2	8
f_{51}	1	1	0	1	1	4
f_{52}	1	2	2	2	1	8
f_{53}	4	2	6	2	4	18
f_{54}	5	7	2	7	5	26
f_{55}	2	2	0	2	2	8
f_{56}	2	1	1	1	1	6
Всего в полосе i -го сигнала Δf_{ci}	19	20	17	20	18	

При использовании равномерной расстановки (5) получаем, что в полосы частот Δf_{ci} полезных сигналов попадает всего 24 компоненты 3-го порядка и 70 компонент 5-го порядка.

2) для неравномерной расстановки частот.

Расчет числа комбинационных компонент производился с помощью разработанной аспирантом программы [7, 8], выполняющей перебор возможных значений частот ИМ компонент и отсеивающий частоты, не попадающие в полосу ствола ретранслятора. В результате отбора получено множество расстановок несущих частот сигналов. Один пример приведен ниже:

$$f_{\text{неравн}} = [851; 853; 864; 911; 931] \text{ МГц.} \quad (6)$$

Заметим, что в примерах расстановок частот (5) и (6) три значения совпадают (выделено жирным).

При выборе частот полезных сигналов в первую очередь нужно стремиться уменьшить количество продуктов ИМ третьего и пятого порядков, так как их интенсивность больше интенсивности остальных компонент (Табл.2).

Таблица 2

Количество комбинационных компонент в полосах сигналов Δf_{ci} при неравномерной расстановке (6)

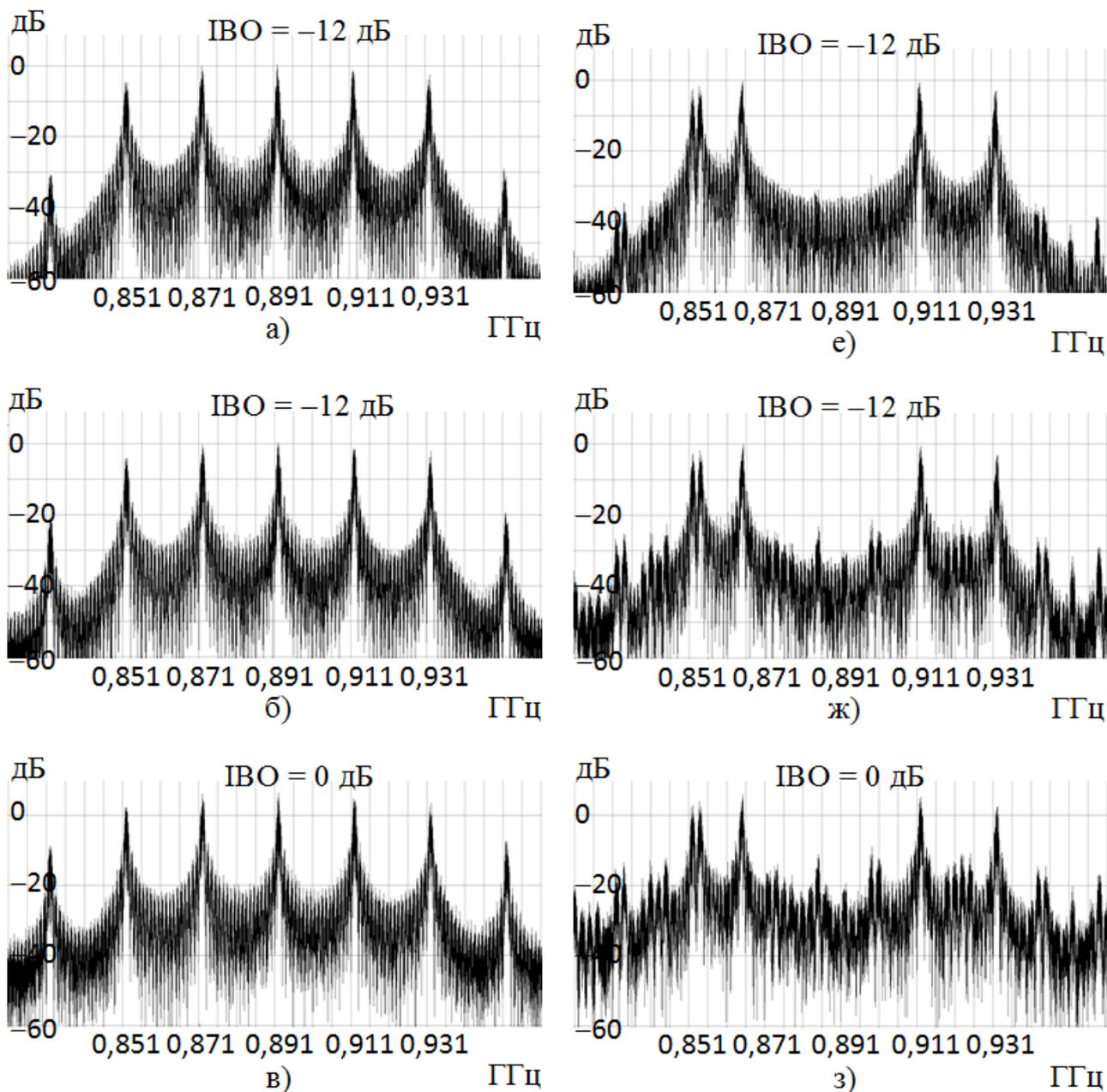
f_{nb} \ f_{ci}	f_{c1}	f_{c2}	f_{c3}	f_{c4}	f_{c5}	Всего в стволе
f_{31}	0	0	0	0	0	0
f_{32}	0	0	0	0	0	0
f_{51}	0	0	0	0	0	0
f_{52}	0	0	0	0	0	0
f_{53}	0	0	0	0	0	0
f_{54}	0	0	0	0	0	0
f_{55}	0	0	0	0	0	0
f_{56}	0	0	0	0	0	0
Всего в полосе i -го сигнала Δf_{ci}	0	0	0	0	0	

Показано, что при использовании неравномерных расстановок частот, предложенных автором, например (6), можно исключить попадание ИМ компонент 3-го и 5-го порядков в полосы частот полезных сигналов Δf_{ci} .

Искажения спектра группового сигнала 4ФМ на выходе усилителя с комплексной нелинейностью

В ряде работ, например, [3, 4], дана количественная оценка уровня интермодуляционных искажений на выходе нелинейного УМ при наличии одного или двух сигналов на входе усилителя. В статье [9] рассчитаны аналогичные характеристики для многосигнального режима. Ниже приведены оценки искажения спектра группового сигнала ($N > 2$) с модуляцией 4ФМна выходе нелинейного УМ с АФК.

На Рисунке 4 построены спектры сигнала на выходе УМ для многосигнального режима ($N=5$) и выбранных равномерной (5) и неравномерной (6) расстановок частот f_i сигналов при работе УМ в точках ИВО = -12 дБ и ИВО = 0 дБ, в отсутствие АФК ($K_{АФК} = 0$) и при $K_{АФК} = 15^\circ/\text{дБ}$.



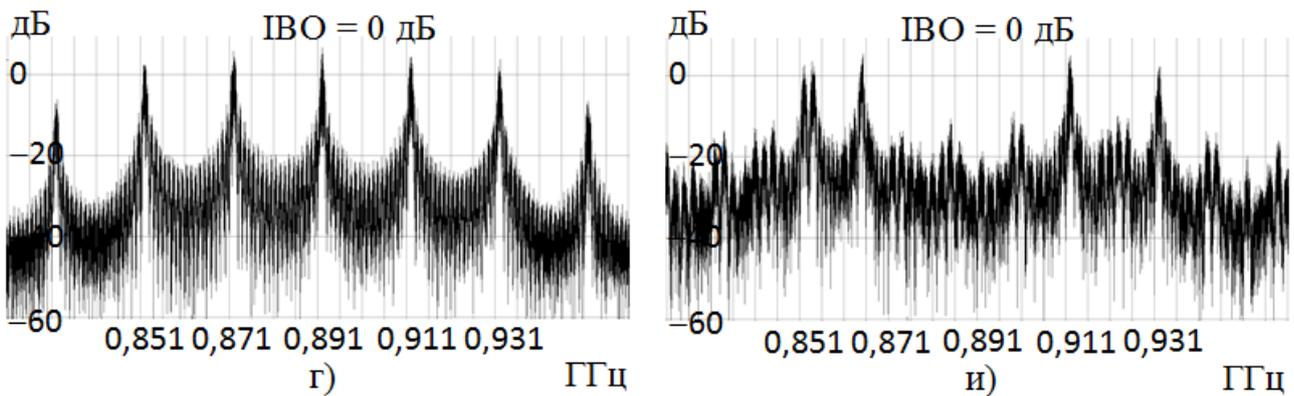


Рис.4. Нормированные спектры колебаний на выходе УМ при $N = 5$, равномерная расстановка частот (а, б, в, г), неравномерная расстановка частот (е, ж, з, и), а), в), е), з) $K_{\text{АФК}} = 0$; б), г), ж), и) $K_{\text{АФК}} = 15^\circ/\text{дБ}$

Моделирование показало, что ИМ составляющие возникают на рассчитанных частотах; подтверждено, что при равномерной расстановке часть ИМ 3-го и 5-го порядков попадают в главные лепестки спектров сигналов, при неравномерной расстановке (б) эти ИМ составляющие не попадают в спектр сигнала.

Результаты моделирования также показали, что при увеличении мощности группового сигнала на входе УМ спектр на выходе усилителя при наличии АФК существенно расширяется при равномерной и неравномерной расстановках частот сигналов [10].

Влияние комплексной нелинейности УМ передатчика РТР на вероятность битовой ошибки на выходе демодулятора приемника земной станции

Поясним постановку задачи. На вход спутникового ретранслятора в системе с МДЧР поступают $N = 5$ равномогных независимых сигналов 4ФМ. После усиления в бортовом нелинейном УМ групповой сигнал излучается бортовой антенной в направлении земных станций, каждая из которых принимает один сигнал $s_i(t)$ из группового. Оцениваются искажения последовательности бит на выходе демодулятора приемника при равномерной (5) и неравномерной (6) расстановках частот сигналов 4ФМ.

На модели рассчитаны зависимости вероятности битовой ошибки $P_{\text{ош}}$ от отношения E_b/N_0 (Рисунок 5) для расстановок частот (5) и (6). Мощности входного сигнала приемника и ИМ искажений определены тем, что групповой сигнал в нелинейном УМ ретранслятора усиливается в точке IP1.

Результаты моделирования (Рисунок 5) показали, что

1) при неравномерной расстановке частот сигналов вероятность ошибки $P_{\text{ош}}$ меньше, чем при равномерной;

2) при фиксированном значении отношения E_b/N_0 при увеличении $K_{\text{АФК}}$ вероятность ошибки $P_{\text{ош}}$ становится больше. При увеличении $K_{\text{АФК}}$ выигрыш за счет использования неравномерной расстановки частот увеличивается.

На Рисунке 6 построены зависимости вероятности ошибки $P_{\text{ош}}$ на выходе демодулятора приемника одного из ретранслированных сигналов 4ФМ при равномерной и неравномерной расстановках частот от ИВО.

Изменение значения ИВО мощности группового входного сигнала нелинейного УМ РТР достигалось изменением рабочей точки на нелинейной характеристике УМ. Параметром зависимостей является $K_{\text{АФК}}$. Спектральная плотность мощности шума N_0 выбрана такой, чтобы обеспечить значение $E_b/N_0 = 9$ дБ на входе демодулятора приемника при работе УМ РТР в точке IP1.

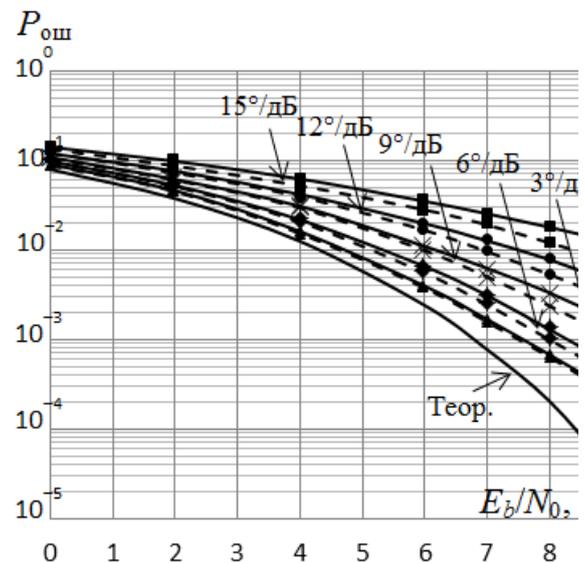


Рис.5. Зависимость $P_{\text{ош}}$ от E_b/N_0 , равномерная расстановка частот (сплошная линия), неравномерная расстановка частот (пунктир)

Из графиков на рис. 6 видно, что при увеличении ИВО и работе УМ РТР в малосигнальном режиме вероятность ошибки $P_{\text{ош}}$ уменьшается (за счет увеличения мощности принятого сигнала). При дальнейшем увеличении ИВО вероятность ошибки начинает возрастать, так как увеличивается мощность ИМ составляющих, при этом мощность группового сигнала немного падает. Показано, что зависимости имеют ярко выраженный минимум, значение которого существенно зависит как от параметра $K_{\text{АФК}}$, так и от равномерности расстановки частот сигналов. При неравномерной расстановке частот минимальная вероятность $P_{\text{ошmin}} = 7 \cdot 10^{-4}$ может быть достигнута при усилении группового сигнала в точке $\text{ОВО} = \text{IP1} + 2$ дБ, при равномерной расстановке частот большее значение минимальной вероятности $P_{\text{ошmin}} = 2 \cdot 10^{-3}$ получена при усилении группового сигнала в точке $\text{ОВО} = \text{IP1}$. Оба результата получены при использовании УМ с $K_{\text{АФК}} = 9^\circ/\text{дБ}$. Интересно, что при неравномерной расстановке частот сигналов можно получить вероятность $P_{\text{ошmin}} = 10^{-4}$ при выборе рабочей точки УМ РТР $\text{ОВО} = \text{IP1} + (4 \dots 7)$ дБ, близкой к режиму насыщения УМ с $K_{\text{АФК}} = 6^\circ/\text{дБ}$.

Аналогичные значения для равномерной расстановки частот: минимальная вероятность $P_{\text{ошmin}} = 3 \cdot 10^{-4}$; рабочая точка УМ РТР $\text{ОВО} = \text{IP1} + (2 \dots 4)$ дБ; $K_{\text{АФК}} = 6^\circ/\text{дБ}$.

Выводы.

Показано, что при использовании неравномерной, специально подобранной расстановки частот сигналов, одновременно усиливаемых в бортовом нелинейном УМ при прямой ретрансляции, можно существенно улучшить качество приема каждого сигнала. Важным показателем качества, по которому должно оцениваться качество работы УМ ретранслятора, является вероятность битовой ошибки на выходе демодулятора приемника земной станции. Результаты моделирования показали, что при неравномерной расстановке частот сигналов можно достичь меньших значений вероятностей ошибок в приемнике, чем при равномерной. При этом УМ РТР может работать в режиме, близком к насыщению. Показано, что АФК оказывает большее влияние на величину $P_{\text{ошmin}}$, чем равномерность расстановки частот сигналов. При неравномерной расстановке частот можно использовать существенно нелинейный режим УМ РТР, если на входе приемника земной станции отношение сигнал-шум достаточно велико ($E_b/N_0 > 8$ дБ) и коэффициент АФК УМ РТР, не превышает $K_{\text{АФК}} = 6^\circ/\text{дБ}$.

Список литературы

1. Попандопуло П.Г. Экспериментальные исследования работы ЛБВ при одновременном усилении двух сигналов. //Электроника СВЧ.1972. № 1. С. 58–69.
2. Левин Ю.И., Трубецков Д.И. Анализ двухчастотного режима работы ЛБВМ при близких частотах. //Электронная техника, сер. 1, Электроника СВЧ.1975. № 2.С. 117.
3. Белов Л.А., Рожков В.М., Челноков О.А., Филиных Д.А. Анализ нелинейных искажений сигналов в усилителях мощности на лампах бегущей волны. //Вестник МЭИ. 2009. № 1.С. 43–48.
4. Белов Л.А., Рожков В.М., Карутин А.Н., Кондрашов А.С., Челноков О.А. Искажения фазоманипулированных сигналов СВЧ в усилителях мощности. //Вестник МЭИ. 2013. № 3.С. 122–126.
5. Saleh A.A.M., Frequency-Independent and Frequency-Dependent Nonlinear Models of TWT Amplifiers. //IEEE Transactionson Communications.1981.Vol. COM-29. № 11.Р.1715–1720.
6. Спилкер Дж. Цифровая спутниковая связь. Пер. с англ. /под ред. В.В. Маркова. М.: Связь, 1979.С. 592.
7. Сизякова А.Ю., Лыу Хай Нам. Программа аппроксимации комплексных характеристик СВЧ усилителей и выбора нехудших вариантов, удовлетворяющих системе критериальных неравенств. – Рез. инт деятельности. Номер регистрации (свидетельства) RU 2014616752.Дата регистрации: 03.07.2014.

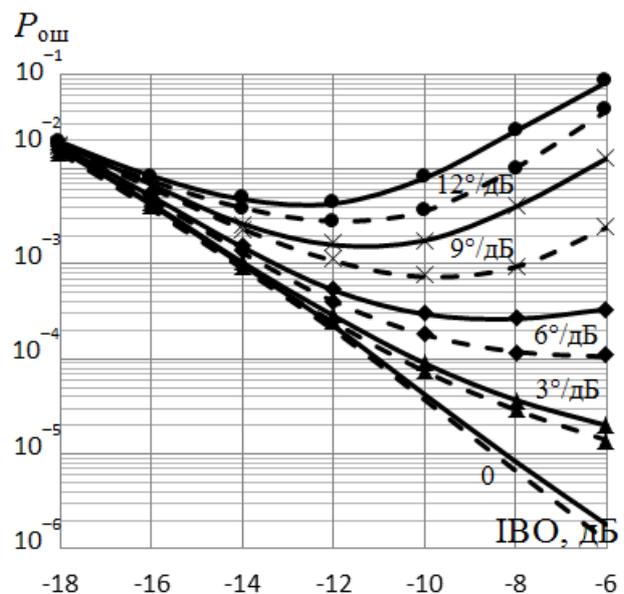


Рис.6. Зависимость $P_{\text{ош}}$ от ИВО, равномерная расстановка частот (сплошная линия), неравномерная расстановка частот (пунктир)

8. Лыу Хай Нам, Сизякова А.Ю. Программа оптимального выбора частот сигналов системы с МДЧР, обеспечивающего отсутствие интермодуляционных помех в полосе ствола нелинейного ретранслятора. – Рез.инт деятельности. (на регистрации), 2015.
9. Сизякова А.Ю., Лыу Хай Нам. Оценки мощности интермодуляционных составляющих радиосигнала на выходе нелинейного усилителя при точной аппроксимации его характеристики. //Международный научный журнал. 2014. № 4. С. 74–81.
10. Сизякова А.Ю., Лыу Хай Нам. Уменьшение достоверности приема ретранслированного сигнала 4ФМ в спутниковой системе передачи информации. //Вестник МЭИ. 2015. В печати.

МИКРОМОЩНЫЕ ЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Жоао А.Ж.

ПГУ, г.Пенза

Аннотация. Представлены результаты исследования и разработки частотного преобразователя параметров резистивных датчиков физических величин, выполненного на операционных усилителях различного типа с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова. Микромощные операционные усилители, частотные преобразователи, датчик.

MICRO-POWER FREQUENCY SENSOR CONVERTERS PARAMETERS OF THE PHYSICAL QUANTITIES FOR INFORMATIONAL-MEASURING SYSTEMS

Joao A.J.

PSU, Russian Federation, Penza

Abstract. The results of the research and development of the inverter parameter sensors of physical quantities performed on various types of operational amplifiers with improved performance.

Keywords. Micro-power operational amplifiers, frequency converters, sensor.

Среди большого многообразия выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью датчиков физических величин наибольшей популярностью пользуются резистивные, емкостные и индуктивные датчики. Датчики резистивного типа (тензорезистивные, терморезистивные, пьезорезистивные и т.п.) занимают особое место в силу своей многофункциональности при измерении давлений, температур, механических деформаций, перемещений, ускорений и др., а также простоты схемной реализации измерительной цепи (ИЦ), высокой технологичности, надёжности и возможности адаптации к преобразователям аналоговых сигналов в частоту, код, цифру. В датчиках подобного типа используются законы преобразования различных физических величин в изменение электрического сопротивления. Выходной сигнал ИЦ современных датчиков резистивного типа, как правило, пропорционален изменению сопротивления или относительному изменению сопротивлений для измерительных цепей и может быть в виде постоянного или переменного напряжения, тока. ИЦ могут быть собраны по мостовой схеме, с источником тока или в виде делителя напряжения. Мостовые измерительные схемы применяют постоянный и переменный токи. Существуют мостовые уравновешенные и неуравновешенные схемы. Уравновешенные мосты требуют ручной или автоматической балансировки, в то время как неуравновешенные мосты этого не требуют. Делитель напряжения, состоящий из резисторов, конденсаторов или катушек индуктивности, позволяет снимать только часть напряжения [2]. Источники питания ИЦ включаются по последовательно-параллельной схеме для увеличения, как тока, так и напряжения. При этом основываются на том, что параллельное включение увеличивает силу тока, а последовательное увеличивает общее напряжение [3].

Датчики, содержащие чувствительные элементы в составе ИЦ (первичные преобразователи), служат источником информации об измеряемых физических величинах. Вторичные преобразователи преобразовывают выходные сигналы с датчика в частоту, интервал времени, код или цифру [1].

Частотные преобразователи (ЧП) имеют некоторые преимущества при передаче выходного сигнала на большие расстояния, по сравнению с аналоговыми выходными сигналами в виде тока или напряжения, с точки зрения помехоустойчивости и использования беспроводной линии связи.

В большинстве выпускаемых на сегодняшний день датчиков резистивного типа для питания ИЦ используются стабилизированные источники питания (тока или напряжения), которые определяют параметры выходного сигнала датчика, пропорциональные напряжению питания ИЦ.

Известны также преобразователи сигналов с датчиков с применением аналого-цифровых преобразователей или микропроцессоров. Однако они требуют дополнительной настройки применительно к каждому конкретному датчику или специальной программы, что требует повышенной квалификации при настройке информационно-измерительных цепей.

Частотные преобразователи [1], собранные на операционных усилителях ОУ, отличаются своей простотой, малым потреблением энергии, не требуют дополнительных настроек и стабилизированных источников питания. В функцию преобразования указанных частотных преобразователей не входит напряжение питания.

Актуальной задачей на сегодняшний день является создание микромощных частотных преобразователей, с простым схемным решением и малым потреблением мощности, которые могут питаться от автономных источников питания (например: солнечных элементов и аккумуляторов), и передача информации на большие расстояния с помощью различных средств беспроводной связи (Wi-Fi, Bluetooth, WiMAX).

Рассмотрим пример схемы ЧП, собранной на 2-х ОУ [1], представленной на Рисунке 1, с резистивной мостовой схемой включения ИЦ (в данном случае это может быть тензомост ТМ для измерения давления). Схема содержит интегратор, выполненный на ОУ1 и компаратор – на ОУ2. Питание мостовой ИЦ осуществляется двухполярным напряжением прямоугольной формы типа «меандр» непосредственно с выхода компаратора.

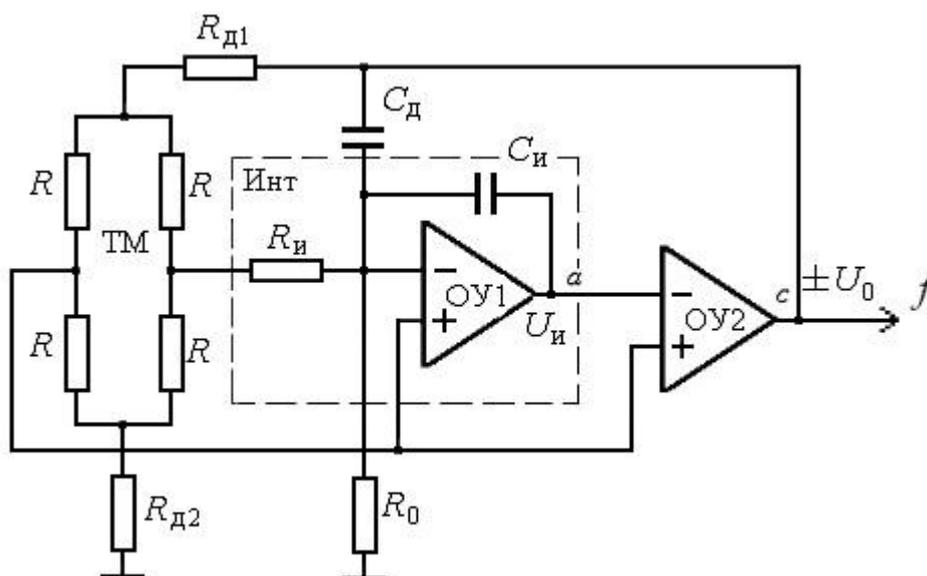


Рис.1. Функциональная электрическая схема частотного преобразователя

Функция преобразования данного преобразователя имеет вид:

$$f = \frac{1}{T_K} = \frac{1}{2(1-\varepsilon_R+2m)C_D} \cdot \left[\frac{\varepsilon_R}{R_{И}} + \frac{(1+\varepsilon_R+2n)}{2R_0} \right], \quad (1)$$

где: $\varepsilon_R = \Delta R/R$ – разбаланс тензомоста; R – сопротивление тензомоста; $n = R_{д1}/R$ и $m = R_{д2}/R$ – соотношения сопротивлений дополнительных резисторов и тензомоста.

Из выражения (1) видно, что при нулевом разбалансе тензомоста ($\varepsilon_R = 0$) и равенстве сопротивлений дополнительных резисторов $R_{д1}$ и $R_{д2}$ ($n = m$) начальная частота f_0 выходного сигнала преобразователя может задаваться с помощью величин емкости конденсатора C_D и сопротивления R_0 второго резистора интегратора и равна

$$f_0 = \frac{(1+2n)}{4(1+2m)C_D R_0} = \frac{1}{4R_0 C_D}. \quad (2)$$

При разбалансе тензомоста в ту или другую сторону, как это происходит в датчиках дифференциального давления, величина относительного изменения сопротивления плеч тензомоста будет изменяться в зависимости

от измеряемого давления в диапазоне от $-0,01$ до $+0,01$ ($\varepsilon_R = 0 \dots \pm 0,01$), и, учитывая то, что эта величина значительно меньше единицы, из выражения (1) можно определить девиацию частоты Δf выходного сигнала преобразователя:

$$\Delta f \approx \frac{\pm \varepsilon_R}{2(1+2m)C_{дРи}} \quad (3)$$

На Рисунке 2 представлены временные диаграммы, поясняющие работу ЧП, сигналов на выходе компаратора (в т. "с") и интегратора (в т. "а") Рисунок 1.

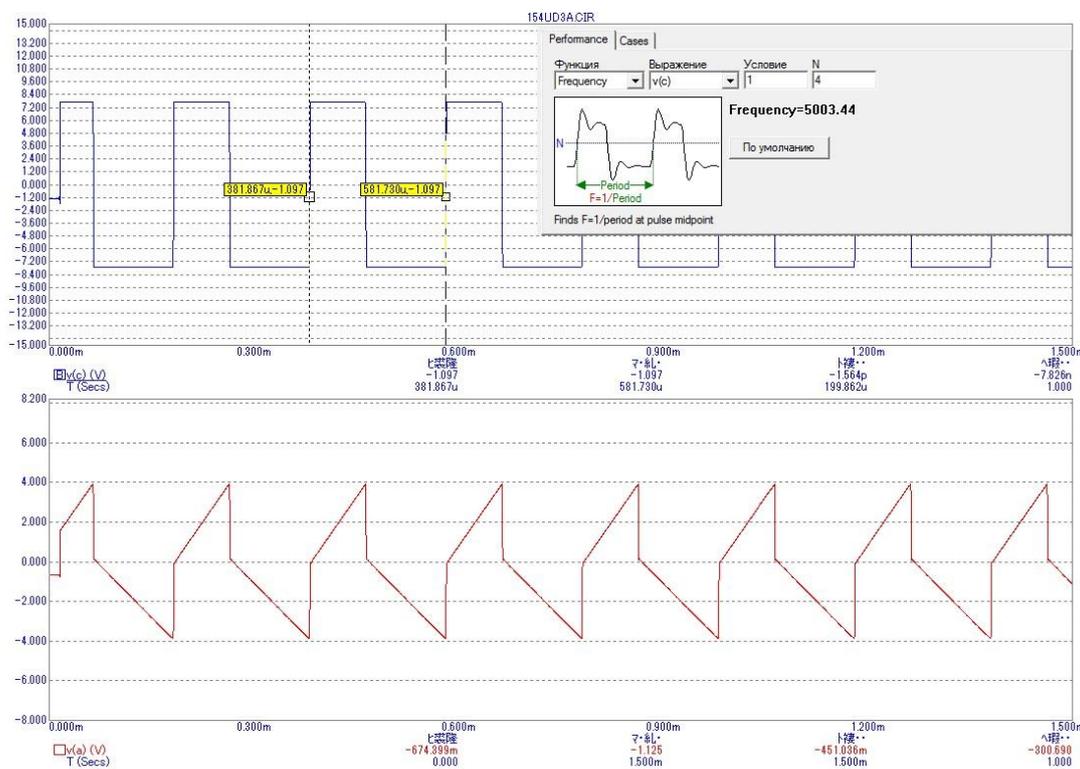


Рис.2. Формы и амплитуды сигналов с выхода компаратора устройства (верхняя диаграмма) и с выхода интегратора (нижняя диаграмма), частота выходного сигнала (в правом верхнем углу)

Данная схема была смоделирована в программе «MicroCap» на операционных усилителях разного типа (154УД3А, 140УД17 и 140УД12).

Одной из целей исследования является изучение влияния изменения напряжения питания на стабильность выходной частоты преобразователя и возможность уменьшения потребляемой мощности.

Результаты экспериментальных исследований показали, что схемы, собранные на ОУ типа 154УД3А и 140УД17, обладают сравнительно высокими точностными характеристиками в широком диапазоне выходных частот (от единиц кГц до нескольких десятков кГц) и девиации выходной частоты в зависимости от разбаланса мостовой схемы ИЦ (от сотен Гц до нескольких кГц). При этом ток потребления от источников питания при номинальных напряжениях (порядка 12 ± 3 В) составлял порядка 10мА.

Для уменьшения потребляемой мощности данного ЧП была собрана схема на микромощном ОУ типа 140УД12.

В результате исследований выяснилось, что ток потребления при тех же заданных напряжениях питания и параметрах ИЦ уменьшился примерно на два порядка и составил величину, не превышающую 35 мкА. Однако наблюдалось искажение временных диаграмм выходных сигналов интегратора и компаратора в силу того, что при уменьшении напряжения питания изменялись характеристики ОУ (коэффициент усиления, скорость нарастания фронта и др.), что приводит к увеличению погрешности преобразования, связанную с изменением напряжения питания. На Рисунке 3 показаны графики изменения частоты выходного сигнала ЧП от приложенного напряжения питания в диапазоне от 9В до 15В (при номинальном значении 12В), т.е. на $\pm 25\%$. Измерения проводились на разных диапазонах выходных частот (5 кГц и 10 кГц).

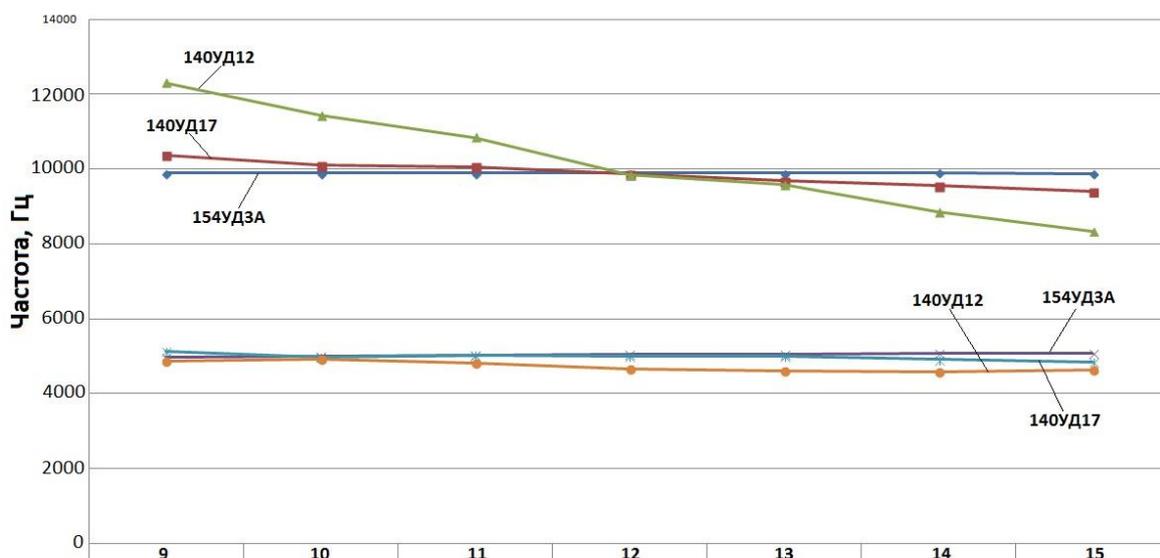


Рис.3. Графики зависимости частоты выходного сигнала ЧП от приложенного напряжения питания в диапазоне от 9В до 15В

Как видно из графиков, схема, собранная на 140УД12, более чувствительна к изменению напряжения питания и диапазону выходных частот. Относительная погрешность преобразования в зависимости от изменения напряжения питания в указанном выше диапазоне для схемы, выполненной на ОУ типа 154УД3А и 140УД17, не превышала 5%, а для схемы, собранной на ОУ типа 140УД12 – до 15%.

В качестве рекомендаций можно предложить использование частотных преобразователей, выполненных на микромощных ОУ, на более низких частотах (порядка единиц кГц) и отклонении напряжения питания от номинального не более 10%. При этом общий ток потребления ЧП может составлять величину порядка 10-20 мкА.

Список литературы

1. Громков Н.В., Интегрирующие развёртывающие преобразователи параметров датчиков систем измерения, контроля и управления: монография/ Н.В. Громков. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2009. – 244 с.
2. Турата Е.Ф., Операционные усилители: справочник, - М.: Патриот, 1996. – 192с.
3. Частотные преобразователи датчиков давления на основе нано- и микроэлектромеханических систем: моногр./В.А. Васильев, Н.В. Громков, А.Н. Головяшкин, С.А. Москалев; под ред. д.т.н., проф. В.А. Васильева – Пенза: Изд-во ПГУ. – 130 с.

НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРА КАЛМАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

Елисеев А.В.¹, Овсянников С.Н.¹, Музыкаченко Н.Ю.²

¹ДГТУ, г.Ростов-на-Дону,

²РНИИРС, г.Ростов-на-Дону

Известно, что в радиолокации при решении задачи сопровождения динамических объектов используется фильтр Калмана [1-4]. Наряду с известными достоинствами [5] ему характерен такой недостаток как расходимость формируемых оценок при неадекватности используемой математической модели. В случае слежения за маневрирующим летательным аппаратом причиной неадекватности математической модели может быть отсутствие информации об интенсивности маневра. В статье предложен метод адаптивной настройки фильтра Калмана в задаче слежения за динамическим объектом с неизвестным ускорением. В качестве математического аппарата, используемого при поиске решения, применена теория линейной фильтрации [4, 5] в сочетании с концепцией нечетких алгоритмов обработки информации [3, 6].

Математическая постановка задачи. Пусть модель движение динамического объекта и уравнение наблюдения имеют соответственно вид:

$$\mathbf{X}(j+1) = \Phi(j+1, j)\mathbf{X}(j) + \Gamma(j+1, j)(\mathbf{A}_x(j) + \mathbf{N}_x(j)), \quad j = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

$$\mathbf{Z}(j) = \mathbf{H}(j)\mathbf{X}(j) + \mathbf{N}_z(j), \quad j = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

где $\mathbf{X}(j) = \mathbf{X}(t_j)$ – вектор параметров движения объекта, $\mathbf{Z}(j)$ – вектор измерений, $\Phi(j+1, j)$, $\Gamma(j+1, j)$, $\mathbf{H}(j)$ – известные функциональные матрицы, $\mathbf{A}_x(j)$ – вектор интенсивности маневра, элементы которого принадлежат априорно неизвестным диапазонам и представляют собой ускорения объекта по соответствующей координате, $\mathbf{N}_x(j)$, $\mathbf{N}_z(j)$ – случайные шумы объекта (1) и канала наблюдения (2) соответственно, имеющие нулевые математические ожидания и корреляционные матрицы $\mathbf{Q}(j)$, $\mathbf{R}(j)$.

Требуется: по результатам текущих наблюдений $\mathbf{Z}(j)$ получить оптимальную в среднеквадратическом смысле оценку $\hat{\mathbf{X}}(j)$ фильтрации вектора состояния (1) в условиях априорной неопределенности относительно значений элементов вектора ускорений $\mathbf{A}_x(j)$.

Решение задачи. Для формирования оценки $\hat{\mathbf{X}}(j)$ вектора параметров движения динамического объекта используем алгоритм фильтрации Калмана [5]:

$$\hat{\mathbf{X}}(j+1) = \hat{\mathbf{X}}(j+1|j) + \mathbf{K}(j+1)[\mathbf{Z}(j+1) - \mathbf{H}(j+1)\hat{\mathbf{X}}(j+1|j)], \quad (3)$$

$$\hat{\mathbf{X}}(j+1|j) = \Phi(j+1, j)\hat{\mathbf{X}}(j), \quad (4)$$

$$\mathbf{P}(j+1|j) = \Phi(j+1, j)\mathbf{P}(j)\Phi^T(j+1, j) + \Gamma(j+1, j)\mathbf{Q}(j+1)\Gamma^T(j+1, j), \quad (5)$$

$$\mathbf{K}(j+1) = \mathbf{P}(j+1|j)\mathbf{H}^T(j+1)[\mathbf{H}(j+1)\mathbf{P}(j+1|j)\mathbf{H}^T(j+1) + \mathbf{R}(j+1)]^{-1}, \quad (6)$$

$$\mathbf{P}(j+1) = [\mathbf{I} - \mathbf{K}(j+1)\mathbf{H}(j+1)]\mathbf{P}^{[n]}(j+1|j), \quad (7)$$

где $\hat{\mathbf{X}}(j+1|j)$ – оценка прогноза вектора состояния на момент $j+1$, $\mathbf{P}(j+1|j)$ – симметричная матрица ошибок прогнозирования, $\mathbf{P}(j+1)$ – ковариационная матрица ошибок фильтрации $\mathbf{X}(j+1) - \hat{\mathbf{X}}(j+1)$, $\mathbf{K}(j+1)$ – коэффициент усиления фильтра, \mathbf{I} – единичная матрица.

Видно, что в уравнении для прогноза оценки (4) отсутствует составляющая $\Gamma(j+1, j)\mathbf{A}_x(j)$, входящая в модель процесса (1). Это обусловлено, согласно постановке задачи, условием априорной параметрической неопределенности вектора $\mathbf{A}_x(j)$. Таким образом, уравнение прогноза (4) имеет определенный уровень неадекватности относительно модели реального движения объекта (1). Данная неадекватность может привести к потере устойчивости и к росту ошибок фильтрации, как в любой момент времени, так и особенно в момент значительного изменения вектора ускорений $\mathbf{A}_x(j)$. Последний случай характерен при интенсивном преднамеренном маневре цели [4].

Для обеспечения устойчивости фильтра (3)–(7) в условиях маневра цели необходима адаптация его параметров. В работе [7] показано, что адаптация фильтра к изменению ускорения цели возможна путем подстройки матрицы $\mathbf{Q}(j)$, что в свою очередь вызывает изменение коэффициента усиления фильтра $\mathbf{K}(j)$. Наряду с достоинствами, предложенный фильтр характеризуется значительной динамической ошибкой при интенсивном преднамеренном маневре объекта, что обусловлено итерационной подстройкой параметров фильтра.

Для устранения данного недостатка целесообразно разработать алгоритм подстройки параметров фильтра, обеспечивающий непрерывное слежение за показателем невязки фильтра вида

$$\boldsymbol{\varepsilon}(j) = \mathbf{Z}(j) - \mathbf{H}(j)\hat{\mathbf{X}}(j|j-1), \quad (8)$$

и непрерывное изменение элементов матрицы $\mathbf{Q}(j)$ в зависимости от величины $\boldsymbol{\varepsilon}(j)$.

Следует отметить, что невязка фильтра вида (8) может содержать как только флуктуационную ошибку измерений так и её сумму с динамической ошибкой, обусловленной неадекватностью модели движения, использованной при синтезе фильтра, реальному движению.

В первой ситуации, то есть при флуктуационном характере невязки (8), целесообразно уменьшить её влияние на прогноз оценки $\hat{\mathbf{X}}(j+1|j)$. Для этого, по аналогии с работой [7], необходимо уменьшить коэффициент усиления фильтра путем уменьшения значений дисперсий формирующих шумов, являющихся элементами матрицы $\mathbf{Q}(j)$.

Во второй ситуации, то есть при наличии динамической ошибки, целесообразно увеличить влияние невязки (8) на прогноз оценки $\hat{\mathbf{X}}(j+1|j)$. Для этого необходимо увеличить коэффициент усиления фильтра путем увеличения значений дисперсий формирующих шумов.

Для решения задачи идентификации текущей ситуации введем, по аналогии с работой [7], два дополнительных показателя невязки $|\bar{\varepsilon}(j)|$, $|\overline{\varepsilon}(j)|$, при этом для простоты изложения без потери общности примем, что невязка является скалярной:

– показатель модуля среднего арифметического значения невязки $|\bar{\varepsilon}(j)|$:

$$|\bar{\varepsilon}(j)| = \frac{\left| \sum_{i=0}^{n-1} \varepsilon(j-i) \right|}{n}; \quad (9)$$

– показатель среднего арифметического модуля значения невязки $|\overline{\varepsilon}(j)|$:

$$|\overline{\varepsilon}(j)| = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} |\varepsilon(j-i)|}{n}. \quad (10)$$

С учетом принятых дополнительных показателей невязки и полагая, что априорно известен диапазон изменения невязки $[\varepsilon_{\min}, \dots, \varepsilon_{\max}]$, критерий идентификации текущей ситуации будет иметь вид

$$\Psi(j) \equiv \begin{cases} 0 & \text{при } |\varepsilon(j)| < \varepsilon_{\min}, \\ 1 & \text{при } \varepsilon_{\min} \leq |\varepsilon(j)| \leq \varepsilon_{\max}, \quad |\overline{\varepsilon}(j)| = |\bar{\varepsilon}(j)|, \\ 2 & \text{при } \varepsilon_{\min} \leq |\varepsilon(j)| \leq \varepsilon_{\max}, \quad |\overline{\varepsilon}(j)| > |\bar{\varepsilon}(j)|, \end{cases} \quad (11)$$

где приняты следующие обозначения:

- 0 – ситуация, когда невязка содержит только допустимую флуктуационную ошибку, адаптация фильтра не требуется;
- 1 – ситуация, когда невязка содержит динамическую ошибку, требуется адаптация фильтра;
- 2 – ситуация, когда невязка содержит недопустимую флуктуационную ошибку, требуется адаптация фильтра.

При задании показателей (9) и (10) важным вопросом является выбор числа измерений (n), используемых при нахождении средних арифметических значений. Число измерений будет определять такие показатели качества функционирования алгоритма адаптации, как вероятность ложного обнаружения маневра ($P_{\text{лт}}$), вероятность правильного обнаружения маневра ($P_{\text{пр.обн.}}$), число измерений, выполненных после начала маневра, необходимых для его обнаружения (m). Таким образом, для выбора значения (n) желательно иметь зависимость вида $n = f(P_{\text{лт}}, P_{\text{пр.обн.}}, m)$, позволяющую по заданным требованиям к $P_{\text{лт}}$, $P_{\text{пр.обн.}}$, m произвести его обоснование.

Алгоритм адаптации в зависимости от принятого по критерию (11) решения о текущей ситуации должен соответствующим образом изменить значения элементов матрицы интенсивностей формирующих шумов $\mathbf{Q}(j)$.

Учитывая, что матрица $\mathbf{Q}(j)$ в случае фильтрации декартовых координат объекта является диагональной, а её элементами являются дисперсии ускорений по соответствующим координатам $\mathbf{Q}(j) = \text{diag}[\sigma_x^2, \sigma_y^2, \sigma_z^2]$, то можно говорить об адаптации именно дисперсий ускорений.

В дальнейшем для простоты изложения материала без потери общности рассмотрим случай фильтрации по одной координате, например x , когда справедливо $\mathbf{Q}(j) = \sigma_x^2(j)$.

Таким образом, для обеспечения адаптации фильтра к маневру объекта необходимо синтезировать алгоритм, реализующий с учетом (9)-(11) зависимость вида $\sigma_x^2(k) = f(|\varepsilon(k)|, |\overline{\varepsilon(k)}|, |\bar{\varepsilon}(k)|)$.

Синтез алгоритма адаптации по аналогии с [6] выполним в три этапа:

- фаззификация – переход от точных исходных данных к нечетким на основе входных функций принадлежности;
- решение задачи с использованием нечетких рассуждений (нечеткой логики);
- дефаззификация – переход от нечетких инструкций к четким на основе выходных функций принадлежности.

В качестве входного точного значения при $\Psi(j) \in [1, 2]$ используем модуль текущего значения ошибки $|\varepsilon(j)|$, в качестве выходного точного значения – некоторый управляемый параметр $\sigma_x^2(j)$.

Введем в рассмотрение две лингвистические переменные – «модуль текущего значения ошибки $|\varepsilon(j)|$ » и «управляемый параметр по фильтруемой координате $\sigma_x^2(j)$ » с терминами «малая» и «большая». Соответствующие входные и выходные функции принадлежности приведены на рисунке 1.

Здесь для сокращения записей через $\mu_{iM}(j)$ и $\mu_{iB}(j)$, ($i=1, 2$) обозначены, соответственно, функции принадлежности $\mu_{iM}[|\varepsilon(j)|]$ и $\mu_{iB}[|\varepsilon(j)|]$.

Нечеткая инструкция по адаптации сводится к двум простым продукционным правилам:

- при «малом» $|\varepsilon(j)|$ и $\Psi(j) = 2$ управляемый параметр $\sigma_x^2(j)$ должен быть «малым», а при «большом» $|\varepsilon(j)|$ – «большим»;
- при «малом» $|\varepsilon(j)|$ и $\Psi(j) = 1$ управляемый параметр $\sigma_x^2(j)$ должен быть «большим», а при «большом» $|\varepsilon(j)|$ – «малым».

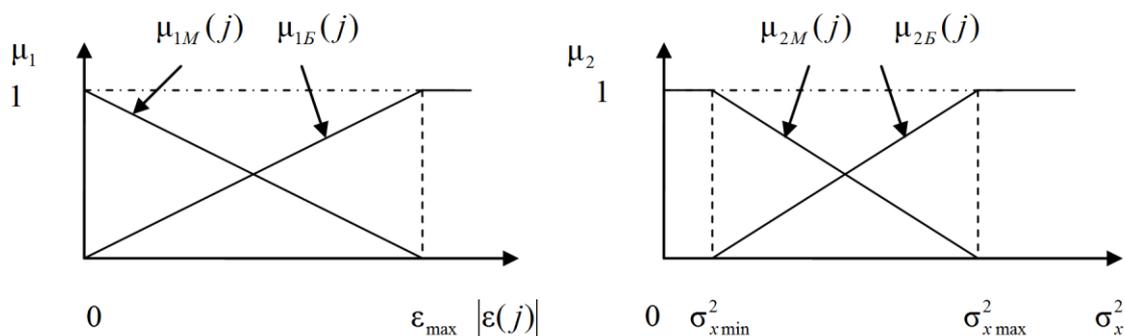


Рис.1. Входные (слева) и выходные (справа) функции принадлежности с терминами «малая $\mu_{1M}(j)$, $\mu_{2M}(j)$ » и «большая $\mu_{1B}(j)$, $\mu_{2B}(j)$ »

Производя по аналогии с [6] дефаззификацию, четкие выходные инструкции выполнения адаптации при $\Psi(j) = 2$ и $\Psi(j) = 1$ будут иметь, соответственно, вид:

$$\sigma_x^2(j) = \frac{\sigma_{\min}^2 \cdot \mu_{1M} [\varepsilon(j)] + \sigma_{\max}^2 \cdot \mu_{1B} [\varepsilon(j)]}{\mu_{1M} [\varepsilon(j)] + \mu_{1B} [\varepsilon(j)]}; \quad (12)$$

$$\sigma_x^2(k) = \frac{\sigma_{\max}^2 \cdot \mu_{1M} [\varepsilon(k)] + \sigma_{\min}^2 \cdot \mu_{1B} [\varepsilon(k)]}{\mu_{1M} [\varepsilon(k)] + \mu_{1B} [\varepsilon(k)]}. \quad (13)$$

Математическое моделирование алгоритма фильтрации. Пусть модель (1) характеризует движение аэродинамической цели, вектор параметров которой включает в себя координату (r) и скорость изменения координаты (v): $\mathbf{X}(j) = [x_1(j), x_2(j)]^T = [r(j), v(j)]^T$. Уравнение измерений (2) соответствует, например, дальномерному каналу трехкоординатной РЛС.

Функциональные матрицы в (1) и (2) имеют вид [5]:

$$\mathbf{\Phi} = \begin{bmatrix} 1 & \tau \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{\Gamma} = \begin{bmatrix} \frac{\tau^2}{2} \\ \tau \end{bmatrix}, \quad \mathbf{H} = [1 \quad 0],$$

где $\tau = t_{j+1} - t_j = 1\text{с}$, $j = \overline{0, 600}$.

Векторы формирующего шума $\mathbf{N}_x(j) = [n_x]$ и шума наблюдения $\mathbf{N}_z(j) = [n_z]$ характеризуются заданными ковариационными матрицами, соответственно, $\mathbf{Q}_x = [\sigma_x^2]$, $\sigma_x = 1 \text{ м/с}^2$, $\mathbf{R}(j) = [\sigma_z^2]$, $\sigma_z = 25 \text{ м}$, вектор измерений имеет вид $\mathbf{Z}(j) = [z_1(j)]$, вектор интенсивности маневра имеет вид $\mathbf{A}_x(j) = [a_x(j)]$ ($a_x(j) \in [0, 2g]$, $g = 9.8 \text{ м/с}^2$).

Реальная траектория движения объекта на интервале времени $[0, 600]\text{с}$ задана следующей моделью:

$$\mathbf{X}(j+1) = \begin{cases} \mathbf{\Phi} \mathbf{X}(j) + \mathbf{\Gamma} n_x(j), & 0 \leq j < 200, \\ \mathbf{\Phi} \mathbf{X}(j) + \mathbf{\Gamma} (2g + n_x(j)), & 200 \leq j < 400, \\ \mathbf{\Phi} \mathbf{X}(j) + \mathbf{\Gamma} n_x(j), & 400 \leq j < 600, \end{cases}$$

где $\mathbf{X}(0) = [10^5 \text{ м}, 83 \text{ м/с}]^T$.

Для оценки качества фильтра на основе разработанного алгоритма адаптации (12), (13) был проведен его сравнительный анализ с классическим фильтром без адаптации вида (3)-(7) и с фильтром, адаптируемым на основе процедуры, представленной в работе [1]:

$$\sigma_x^2(j) = \begin{cases} \sigma_x^2(j-1) & \text{при } |\varepsilon(j)| < \sigma_z, \\ 1.25\sigma_x^2(j-1) & \text{при } |\varepsilon(j)| \geq \sigma_z, \overline{|\varepsilon(j)|} = |\bar{\varepsilon}(j)|, \\ \frac{\sigma_x^2(j-1)}{1.25} & \text{при } |\varepsilon(j)| \geq \sigma_z, \overline{|\varepsilon(j)|} > |\bar{\varepsilon}(j)|. \end{cases} \quad (14)$$

Начальные условия для фильтра задавались следующим образом:

$$\hat{x}_1(2) = Z(2), \quad \hat{x}_2(2) = v(2) = \frac{Z(2) - Z(1)}{\tau}, \quad \mathbf{P}(2) = \begin{bmatrix} \sigma_z^2 & 0 \\ 0 & \frac{2\sigma_z^2}{\tau^2} \end{bmatrix}.$$

Начальные условия также могут быть определены по аналогии с алгоритмом, приведенным в работе [3].

Для оценки качества фильтрации введем показатель среднеквадратической ошибки $\rho(\hat{x}_1, x)$ вида

$$\rho(\hat{x}_1, x) = \sqrt{\frac{1}{N-3} \sum_{j=2}^N (\hat{x}_1(j) - x(j))^2}, \quad (15)$$

где $\hat{x}_1(j)$ - оценка координаты (1), полученная на основе фильтра Калмана (3)-(7), $x(j)$ - действительная траектория, полученная на основе модели (1). В результате моделирования получены следующие значения показателя (15):

$$\begin{aligned} \rho(\hat{x}_1^{(1)}, x_1) = \rho(\hat{r}^{(1)}, r) &= 104, & \rho(\hat{x}_1^{(2)}, x_1) = \rho(\hat{r}^{(2)}, r) &= 73.6, \\ \rho(\hat{x}_1^{(3)}, x_1) &= \rho(\hat{r}^{(3)}, r) &= 53.3, \end{aligned}$$

где $\hat{x}_1^{(1)}(j) = \hat{r}^{(1)}(j)$, $\hat{x}_1^{(2)}(j) = \hat{r}^{(2)}(j)$, $\hat{x}_1^{(3)}(j) = \hat{r}^{(3)}(j)$ - оценка координаты, полученная, соответственно, с использованием неадаптивного фильтра, фильтра с адаптацией на основе алгоритма (14), фильтра с адаптацией на основе алгоритма (12), (13). На Рисунке 2 приведены графики изменения абсолютной погрешности фильтрации для одной реализации при использовании фильтра без адаптации (график 1), фильтра с алгоритмом адаптации (14) (график 2), фильтра с алгоритмом адаптации (12), (13) (график 3). Видно, что в условиях преднамеренного маневра объекта значение показателя среднеквадратической ошибки для разработанного алгоритма адаптации фильтра примерно на 28% меньше значения аналогичного показателя для фильтра с адаптацией на основе алгоритма (14).

Однако следует отметить, что предложенный метод адаптации и соответствующий фильтр характеризуются большим значением флуктуационной ошибки по сравнению с классическим неадаптивным фильтром (в условиях примера на 11%).

Результаты моделирования свидетельствуют об эффективности применения разработанного алгоритма адаптации фильтра при оценивании параметров движения маневрирующих объектов.

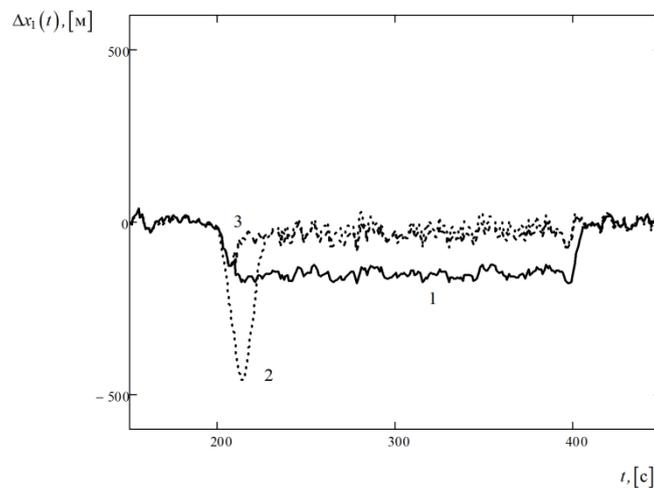


Рис.2. Графики изменения абсолютной погрешности фильтрации для различных алгоритмов адаптации

Предложенный в статье метод адаптивной настройки фильтра Калмана в задаче слежения за маневрирующим объектом с неизвестным ускорением позволяет снизить динамическую ошибку фильтрации (по результатам проведенного математического моделирования на 28%). В отсутствие маневра предложенный метод адаптации и соответствующий фильтр характеризуются большим значением флуктуационной ошибки по сравнению с классическим неадаптивным фильтром (в условиях примера на 11%).

Областью применения разработанного метода может быть информационно-математическое обеспечение радиолокационных систем, предназначенных для обнаружения и сопровождения траекторий динамических объектов.

Список литературы

1. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Проблемы жесткости уравнений приближенной нелинейной фильтрации. // Автоматика и телемеханика. 1999. №1. С. 35-45.
2. Елисеев А.В. Алгоритм линейной фильтрации, устойчивый к сингулярным ошибкам. // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. 2005. т. 48. №10. С. 20-29.
3. Елисеев А.В. Оценивание вектора состояния объекта на основе фильтра с нечеткой логикой. // Авиакосмическое приборостроение. 2006. №4. С. 30-38.
4. Зингер Р.А. Оценка характеристик оптимального фильтра для слежения за пилотируемой целью. // Зарубежная радиоэлектроника. 1971. № 8. С. 40 – 57.
5. Информационные технологии в радиотехнических системах / Под ред. И.Б. Федорова. М.: Из-во МГТУ им Н.Э. Баумана. 2003. 672 с.
6. Музыченко Н.Ю. Синтез оптимального линейного измерителя при наблюдениях на фоне коррелированных шумов на базе нечетко-логических алгоритмов. // Радиотехника и электроника. 2010. Т. 55. №7. С. 808-811.
7. Родкин М.М. Адаптивный метод настройки фильтра Калмана // VI Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь». ИРЭ им Котельникова РАН. 19 – 22 ноября 2012. С. 125 – 128.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Елисеев А.В.¹, Пшеничный С.А.¹, Крылов А.А.², Остапенко А.В.²

¹ДГТУ, РФ, г.Ростов-на-Дону,

²РНИИРС, г.Ростов-на-Дону

Известно, что наиболее важными показателями эффективности функционирования предприятий гражданской авиации являются показатели безопасности и регулярности полетов. Безопасность полетов воздушных судов гражданской авиации во многом зависит от качества траекторной информации, циркулирующей в системе управления воздушным движением, и используемой диспетчером при принятии решения на изменение траекторий движения летательных аппаратов в случае их опасного сближения или отклонения от заданной траектории полета. Источниками траекторной информации являются трассовые и аэродромные радиолокационные системы. При первичной и вторичной обработке радиолокационных измерений решается, как правило, задача фильтрации на основе использования алгоритмов классического или расширенного фильтров Калмана, α , β – фильтра и др. [8]. Данные алгоритмы, как правило, обеспечивают требуемое качество обработки, когда в канале измерения присутствует только случайная погрешность. Однако реальные измерения могут сопровождаться и другими типами погрешностей, например, погрешностями с известной структурой их математической модели и неизвестными параметрами. Наличие подобных погрешностей приводит в итоге к задаче обработки неравноточных измерений. В работах [1-6, 9] рассмотрены методы и алгоритмы обработки неравноточных измерений. Применение алгоритма, рассмотренного в работе [9], целесообразно в случае, когда структура погрешности не меняется в течение сеанса измерения, алгоритмы на основе модифицированного МНК [1-3] эффективны только в случае, когда известны моменты смены структур погрешности. Таким образом, задача синтеза алгоритмов обработки неравноточных измерений является актуальной.

Цель данной работы – решения задачи линейной фильтрации траекторных измерений, содержащих погрешности переменной структуры с неизвестными параметрами.

Математическая постановка задачи. Пусть вектор траекторных параметров

$\mathbf{X}(j) = \mathbf{X}(t_j) = [x_s(j), s = \overline{1, q}]^T$ на интервале $[t_0, T]$ описывается разностным уравнением

$$\mathbf{X}(j+1) = \mathbf{\Phi}(j+1, j)\mathbf{X}(j) + \mathbf{\Gamma}(j+1, j)\mathbf{N}_x(j), \quad j = \overline{0, \infty}, \quad (1)$$

а уравнение наблюдения имеет вид

$$\mathbf{Z}(j) = \mathbf{B}(j)\mathbf{X}(j) + \mathbf{H}(j) + \mathbf{N}_z(j), \quad j = \overline{0, \infty}, \quad (2)$$

где $\mathbf{Z}(j) = [z_s(j), s = \overline{1, p}]^T$ - вектор измерений, $\Phi(j+1, j) = [\varphi_{l_s}(j), l, s = \overline{1, q}]$,
 $\Gamma(j+1, j) = [\gamma_{sk}(j), s = \overline{1, q}, k = \overline{1, m}]$, $\mathbf{B}(j) = [b_{ks}(j), k = \overline{1, p}, s = \overline{1, q}]$ - известные функциональные
матрицы, $\mathbf{N}_x(j) = [n_{xs}(j), s = \overline{1, m}]^T$, $\mathbf{N}_z(j) = [n_{zs}(j), s = \overline{1, p}]^T$ - случайные шумы объекта (1) и канала
наблюдения (2) соответственно, имеющие нулевые математические ожидания и корреляционные матрицы
 $\mathbf{V}_x(j) = \text{diag}[v_{xss}(j), s = \overline{1, m}]$, $\mathbf{W}_Z(j) = \text{diag}[w_{zss}(j), s = \overline{1, p}]$ соответственно,
 $\mathbf{H}(j) = [h_s(j), s = \overline{1, p}]^T$ - погрешность измерений со случайной сменой структуры, которая на интервалах
непрерывности $(t_{s,i-1}^*, t_{si}^*)$ описывается степенными полиномами

$$h_{si}(j) = \sum_{l=0}^{M_{si}} b_{s,il} (t_j - t_{s,i-1}^*)^l, \quad M_{si} \in \{0, 1, 2, \dots\}, \quad t_j \in (t_{s,i-1}^*, t_{si}^*) \subset [t_0, T], \quad i = \overline{1, L_s}. \quad (3)$$

Требуется: по результатам текущих наблюдений $\mathbf{Z}(j)$ получить оптимальную в среднеквадратическом
смысле оценку $\widehat{\mathbf{X}}(j)$ фильтрации вектора состояния (1) в условиях наличия в канале измерений погрешности
вида (3).

Синтез алгоритма линейной фильтрации. Для формирования субоптимальной оценки $\widehat{\mathbf{X}}(j)$ вектора
состояния (1) воспользуемся известным дискретным фильтром Калмана [8]. С целью компенсации кусочно-
непрерывных погрешностей $\mathbf{H}(j)$, содержащихся в наблюдении (3), в качестве вектора измерений в фильтре
используем вектор конечных разностей $\Delta^k[\cdot]$, вычисляемый с использованием оператора вида [10]:

$$\Delta^k[f(j)] = \sum_{i=0}^k (-1)^{i+k} C_k^i f[t_0 + \tau(j-i)], \quad k \in \{0, 1, 2, \dots, n\}, \quad j = \overline{k, N}. \quad (4)$$

Применим по аналогии с работой [5] к наблюдению (2) конечно-разностный оператор вида (4). Тогда при
 $k = n, \left(n = \max_{i,s} M_{si} \right)$ получим

$$\Delta^n[\mathbf{Z}(j)] = \sum_{i=0}^n (-1)^{i+n} C_n^i [\mathbf{B}(j-i)\mathbf{X}(j-i)] + \sum_{i=0}^n (-1)^{i+n} C_n^i \mathbf{N}_x(j-i), \quad j \geq n. \quad (5)$$

В этом случае вектор невязки $\tilde{\mathbf{Z}}(j+1|j) = \mathbf{Z}(j+1) - \mathbf{B}(j+1)\widehat{\mathbf{X}}(j+1|j)$, входящий в уравнение фильтра
[8] для оценки $\widehat{\mathbf{X}}(j)$, необходимо заменить на вектор

$$\tilde{\mathbf{Z}}^{[n]}(j+1|j) = \Delta^n[\mathbf{Z}(j+1)] - \Delta^n[\mathbf{B}(j+1)\widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1)].$$

С учетом выражений (4) и (5) алгоритм оптимального дискретного оценивания на основе фильтра Калмана
примет вид

$$\widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1) = \widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j) + \mathbf{Q}^{[n]}(j+1) \left[\Delta^n[\mathbf{Z}(j+1)] - \Delta^n[\mathbf{B}(j+1)\widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j)] \right]; \quad (6)$$

$$\mathbf{K}^{[n]}(j+1) = [\mathbf{I} - \mathbf{Q}^{[n]}(j+1)\mathbf{B}(j+1)] \mathbf{K}^{[n]}(j+1|j), \quad j \geq n, \quad (7)$$

где верхний индекс n в квадратных скобках $[\cdot]$ указывает на использование в алгоритме фильтрации конечной
разности n -го порядка,

$$\begin{aligned} \widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j) &= \Phi(j+1, j) \widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j); \quad \Delta^n[\mathbf{Z}(j+1)] = \sum_{i=0}^n (-1)^{i+n} C_n^i \mathbf{Z}(j+1-i); \\ \Delta^n[\mathbf{B}(j+1)\widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j)] &= \sum_{i=0}^n (-1)^{i+n} C_n^i \mathbf{B}(j+1-i) \left[\Phi(j+1-i, j-i) \widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j-i) \right]; \\ \mathbf{Q}^{[n]}(j+1) &= \mathbf{K}^{[n]}(j+1|j) \mathbf{B}^T(j+1) \left[\mathbf{B}(j+1) \mathbf{K}^{[n]}(j+1|j) \mathbf{B}^T(j+1) + \mathbf{W}_Z^{[n]}(j+1) \right]^{-1}; \end{aligned}$$

$$\mathbf{K}^{[n]}(j+1|j) = \mathbf{\Phi}(j+1, j) \mathbf{K}^{[n]}(j) \mathbf{\Phi}^T(j+1, j) + \mathbf{\Gamma}(j+1, j) \mathbf{V}_x^{[n]}(j) \mathbf{\Gamma}^T(j+1, j);$$

$$\mathbf{V}_x^{[n]}(j) = \text{diag} \left[v_{xii}^{[n]}(j), i = \overline{1, m} \right], v_{xii}^{[n]}(j) = \sum_{i_1=0}^n \left(C_n^{i_1} \right)^2 v_{xii}^{[0]}(j), \quad (8)$$

$$\mathbf{W}_z^{[n]}(j) = \text{diag} \left[w_{zii}^{[n]}(j), i = \overline{1, p} \right], w_{zii}^{[n]}(j) = \sum_{i_1=0}^n \left(C_n^{i_1} \right)^2 w_{zii}^{[0]}(j). \quad (9)$$

При задании начальных условий для алгоритма (6), (7) учитываем, что его применение возможно только с момента времени t_n , когда получен массив измерений, достаточный для реализации n -й конечной разности. По этой причине начальные условия $\widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j)|_{j=n-1} = \widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(n-1|n-2)$ и $\mathbf{K}^{[n]}(j)|_{j=n-1} = \mathbf{K}^{[n]}(n-1)$ формируются на основе рекуррентного алгоритма:

$$\widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(0) = \widehat{\mathbf{X}}(0); \mathbf{K}^{[n]}(0) = \mathbf{K}(0); \widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j) = \mathbf{\Phi}(j+1, j) \widehat{\mathbf{X}}^{[n]}(j); \quad (10)$$

$$\mathbf{K}^{[n]}(j+1|j) = \mathbf{\Phi}(j+1, j) \mathbf{K}^{[n]}(j) \mathbf{\Phi}^T(j+1, j) + \mathbf{\Gamma}(j+1, j) \mathbf{V}_x^{[n]}(j) \mathbf{\Gamma}^T(j+1, j); \quad (11)$$

$$\mathbf{K}^{[n]}(j+1) = \left[\mathbf{I} - \mathbf{Q}^{[n]}(j+1) \mathbf{B}(j+1) \right] \mathbf{K}^{[n]}(j+1|j), \quad (12)$$

где $j = \overline{0, n-2}$, $n \geq 2$ (если $n = 1$, то в качестве начальных условий принимаются следующие значения: $\widehat{\mathbf{X}}^{[1]}(n-1) = \widehat{\mathbf{X}}^{[1]}(0) = \widehat{\mathbf{X}}(0)$, $\mathbf{K}^{[1]}(0) = \mathbf{K}(0)$).

В случае априорной неопределенности относительно начальных условий можно использовать алгоритм их формирования, рассмотренный в работе [7].

Структура фильтра. Структурная схема устройства, реализующего разработанный алгоритм фильтрации, представлена на Рисунке 1. Анализатор сигнала, шума и помехи (АСШП) на основе априорной информации

$I_{apr} = \left\{ \mathbf{X}(j), M^* = \max_{i,s} M_{si}, P_s^{[0]} \right\}$ о модели информационного процесса $\mathbf{X}(j)$ вида (1), значении

наибольшего порядка M^* полинома, описывающего погрешность измерений вида (3), значении доверительной вероятности $P_s^{[0]}$, а также предварительного анализа наблюдаемой реализации $\mathbf{Z}(j)$ назначает порядок

конечной разности $[n]$ и рассчитывает параметры $\varepsilon_s^{[n]}$, $d_s^{[n]}$ на основе алгоритма отбраковки аномальных измерений, приведенного в работе [5]. Выходные параметры блока АСШП передаются в блоки 3, 4, 5. Следует

отметить, что исходной информацией для АСШП могут являться результаты измерений $\mathbf{Z}^*(j)$, полученные с

использованием «эталонных» (на порядок более точных, по отношению к анализируемому средству)

измерительных средств. Блок отбраковки аномальных измерений (БОАИ), как показано в работе [5],

осуществляет обнаружение аномальных измерений, источником которых могут быть причины, как внешние по

отношению к устройству фильтрации, так и внутренние, обусловленные особенностями формирования конечных

разностей в точках разрыва функции вида (3). В блоках 3 и 5 формируются конечные разности порядка $[n]$ для

наблюдаемого процесса $\mathbf{Z}(j+1)$ и оценки наблюдаемого процесса $\widehat{\mathbf{Z}}(j+1) = \Delta^n \left[\mathbf{B}(j+1) \widehat{\mathbf{X}}(j+1|j) \right]$

соответственно. Следует отметить, что если блок АСШП выдает значение порядка конечной разности $[n] = 0$, то

разработанный алгоритм фильтрации вырождается в классический алгоритм фильтра Калмана. В вычислителе

начальных условий (ВНУ) на основе априорной информации о начальных условиях фильтрации $(\widehat{\mathbf{X}}_0, \mathbf{K}_0)$ и

значениях элементов матриц интенсивностей формирующего шума и шума наблюдения $(\mathbf{V}_x, \mathbf{W}_z)$

рассчитываются новые начальные условия $(\widehat{\mathbf{X}}_0^{[n]}, \mathbf{K}_0^{[n]})$ и новые интенсивности шумов $(\mathbf{V}_x^{[n]}, \mathbf{W}_z^{[n]})$ с

привлечением алгоритма (8)-(12).

В блоке 9 на основе задержанного на один такт в блоке 10 значения оценки процесса $\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j)$ формируется предсказанная оценка $\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j)$. В блоке 8 на основе оценки $\hat{\mathbf{X}}^{[n]}(j+1|j)$ формируется предсказанное значение наблюдаемого процесса $\hat{\mathbf{Z}}(j+1|j)$. В блоке 7 вычисляются предсказанное $\mathbf{K}^{[n]}(j+1|j)$ и текущее значения ковариационной матрицы ошибок фильтрации. В блоке 8 на основе данных блока 7 рассчитывается матричный коэффициент усиления фильтра $\mathbf{Q}^{[n]}(j+1)$.

Применение разработанного подхода целесообразно при оценивании траекторий летательных аппаратов на участках маневра, посадки и т.д. Использование алгоритма позволяет повысить качество обработки измерений без расширения вектора состояния.

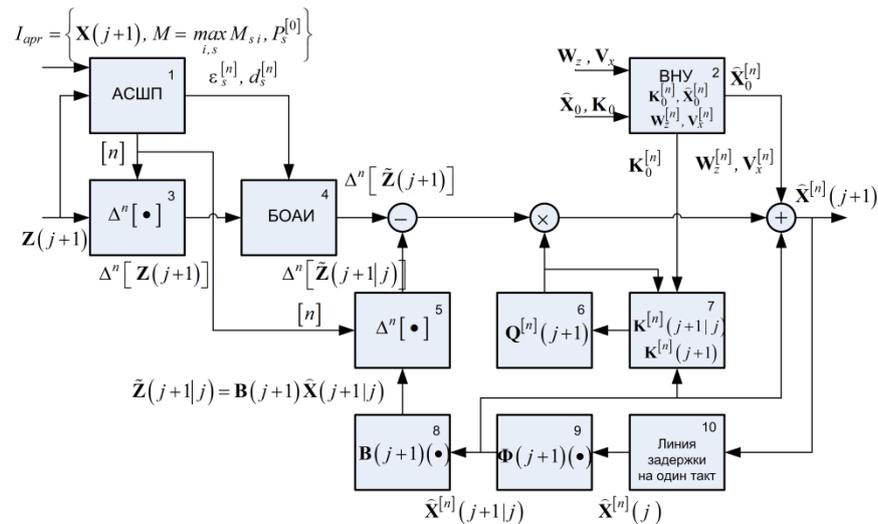


Рис.1. Структура дискретного фильтра

Предложенный в статье алгоритм фильтрации может быть использован при экспресс-обработке траекторных измерений на полигонах, кооперативной обработке измерений в многопозиционной радиолокационной системе, а также в бортовых комплексированных навигационных системах, в которых, как правило, каждый измерительный канал на различных интервалах наблюдений характеризуется своей погрешностью.

Список литературы

1. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Алгоритм обработки измерений при кусочно-непрерывной помехе. // Известия РАН. Теория и системы управления. 2007. №2. С. 57-64.
2. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Модифицированный метод наименьших квадратов в обобщенно-инвариантной постановке. // Проблемы управления и информатики. 2006. №6. С. 71.
3. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Обработка измерений в условиях мультиструктурных помех. // Автометрия. 2007. т. 43. №5. С. 26-38.
4. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В. Проблемы жесткости уравнений приближенной нелинейной фильтрации. // Автоматика и телемеханика. 1999. №1. С. 35-45.
5. Булычев Ю.Г., Елисеев А.В., Лапсарь А.П. Повышение точности динамических измерений с использованием метода конечных разностей. // Измерительная техника. 2006. №4. С.16-21.
6. Елисеев А.В. Алгоритм линейной фильтрации, устойчивый к сингулярным ошибкам. // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. 2005. т. 48. №10. С. 20-29.
7. Елисеев А.В. Оценивание вектора состояния объекта на основе фильтра с нечеткой логикой. // Авиакосмическое приборостроение. 2006. №4. С. 30-38.
8. Информационные технологии в радиотехнических системах / Под ред. И.Б. Федорова. М.: Из-во МГТУ им Н.Э. Баумана. 2003. 672 с.
9. Леонов В.А., Поплавский Б.К. Метод линейных преобразований идентификации динамических систем.// Техническая кибернетика. 1990. № 2. С.73-79.

ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ ТОЛСТЫХ ПЛЁНОК

Подвигалкин В.Я.

СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, г.Саратов

В статье, в предельно сжатой форме, используя ссылки на подробности существующих публикаций автора, показана возможность подходов в преодолении проблем в области создания миниатюрной элементной базы радиоэлектроники

Актуальность проблем в области создания миниатюрной элементной базы радиоэлектроники заключается в определении объединяющего технического образа [1] к наработанному объёму теоретических и практических знаний и не пренебрежении к конструкторско-технологическим и экономическим возможностям.

Таким объединяющим техническим образом может быть размерный ряд от 2-х до 100 микрон, который занимают, находящиеся в забвении, толстые плёнки микроэлектроники, смотрите Табл.1 оценок известных технологий.

Таблица 1

Оценки эффективности известных технологий для производства ИС^{*)}

п. п	Показатели	Полу-проводниковая	Тонко-плёночная	Толсто-плёночная
1	2	3	4	5
1	Стоимость подготовки производства	3	2	1
2	Стоимость эксплуатации	3	2	1
3	Эффективность крупносерийного производства	1	3	2
4	Эффективность мелкосерийного производства	3	2	1
5	Плотность элементов, элемент/см ²	1	3	2

*) – оценки технико-экономических показателей проведены по отношению к ИС второго поколения, в относительных единицах.

Из этой таблицы видно преимущество толстоплёночной технологии микроэлектроники перед другими, хотя и применяются в ней драгметаллы.

На пути к успеху необходимо обозначить физико-технические основы конструирования принципиально новой элементной базы радиоэлектроники на основе толстых плёнок с нанокompозитными средами:

- синтез порошковых композиций в нанометровой шкале и выбор перспективных для разработок элементной базы [2-4] – направление 1:

- конструирование проводящих, резистивных, ёмкостных и др. толстоплёночных элементов микросхем [5] – направление 2:

- создание конструктивов конструкций вакуумных приборов и систем для изделий работающих с высшими колебаниями частот [6, 7] – направление 3:

- использование солнечной энергии при аккумулировании фотоэлектрическими батареями [8] с КПД более 0,5 – направление 4.

Весь этот комплекс направлений работ и позволит осуществить реализацию новейшей базы элементов для оснащения технических средств [9].

Теоретическими и практическими предпосылками по направлениям является следующее.

1. Синтез нанокompозитных сред и получение моделей толстых плёнок согласуется с физико-математическим аппаратом [10, 11], который позволяет заранее смоделировать нужную, по параметрам, среду толстоплёночных элементов микросхем [12].

2. Получив библиотеку подходящих нанокompозиций можно создавать пассивные элементы микросхем толстоплёночных плат. Например толстоплёночные проводники, резисторы, конденсаторы, в том числе и подложки. Толстоплёночные резисторы и конденсаторы можно получать с двойными физическими функциями – одновременно два элемента в одном, где ведущим элементом является первый названный, а второй сопутствующий и наоборот. Расчётная база схемотехники меняется – привычные формулы комбинаций соединений (последовательное и параллельное) необходимо дополнять поправочными коэффициентами, в зависимости от выбранной среды нанокompозиции.

Незыблемые схемотехнические формулы придётся корректировать.

3. Начало всех начал, при конструировании вакуумных СВЧ-приборов, выбрать из функциональных параметров будущего миниатюрного прибора конструктивно-технологические параметры (дело конструктора) [13]. Широко известно, что всякая конструкция держится на двух основополагающих параметрах: функциональных параметрах и конструктивно-технологических ограничениях, при конструировании. Просто надо знать эти конструктивно-технологические ограничения [14]. Тогда можно понять, что будущие конструкции в планарном виде или в объёме должны иметь соответствующие конструктивы.

В итоге полученные конструктивы мы можем использовать не только при конструировании вакуумных приборов высших колебаний частот в объёме, входящих в бортовые, например финишные устройства радиолокационных станций, но и системы питания антенн решётчатых щелевого типа, см. Рисунок 1.

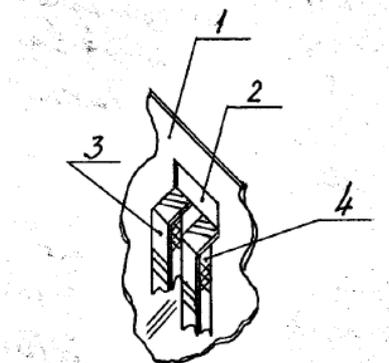


Рис.1. Конструктив системы питания щели антенны: 1 – антенна, 2 – щель, 3 – токоведущий толстоплёночный микрополосок, 4 - диэлектрик

4. Созданные конструктивы, о которых говорилось выше, частично можно использовать при обеспечении эффективности фотоэлектрического преобразования солнечной энергии соответствующими аккумулялирующими батареями [15] (Рисунок 2).

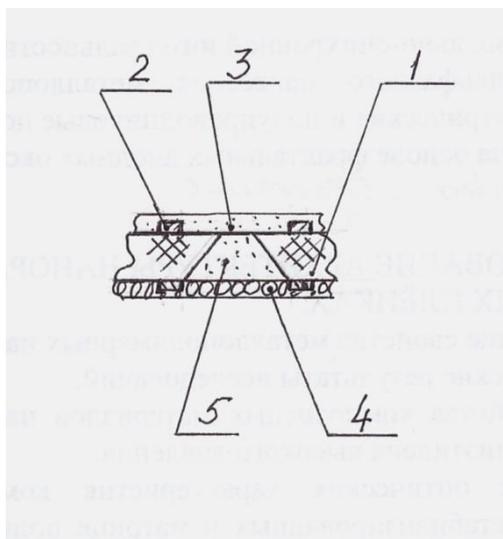


Рис.2. Конструктив растравливания в кремниевой плате:

На Рисунке 2 изображён примерный конструктив, где: 1 – активный фотоэлемент кремний, 2 – токоведущие микрополоски, 3 – просветляющая толстая плёнка, 4 – отражающая алмазопolyмерная толстая плёнка, где микрочастицы алмазов покрыты, например, наночастицами цинка, 5 – просветляющее пространство.

Предложенные подходы к конструированию элементной базы радиоэлектроники позволяют создавать электронную технику, способную работать в жёстких условиях там, где полупроводники просто не способны работать [16], как бы их не предлагали [17]. Получить основные выгоды: компактность ИС, быстродействие, дешевизна используемых материалов и др..

Список литературы

1. Подвигалкин В.Я. Возможности толстых плёнок микроэлектроники в создании элементной базы радиоэлектронных систем (Обзор) // Микроэлектроника, 2013, Том 42, №5. С. 348-360.
2. Подвигалкин В.Я. Формирование архитектуры наноразмерных полимерных сред с квантовыми точками. // Микроэлектроника, 2014, №4, С. 1-7.
3. Подвигалкин В.Я. Физические эффекты в процессах синтеза и формирования нанокompозитных сред // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2010. №2. С. 100-109.
4. Способ получения полимерных нанокompозитных толстых плёнок и устройство для его осуществления // Патент 2404915 Рос. Федерация. 2009139520/17; заявл. 26.10.09; опубл. 27.11.10. Бюл. №33.
5. Подвигалкин В.Я., Ушаков Н.М. Резистивно-ёмкостные и ёмкостно-резистивные структуры толстых плёнок для микросборок на основе полимерных нанокompозиционных материалов // Микроэлектроника, 2014, том 43, №1, С. 3-8.
6. Микропрофиль структуры вакуумной интегральной СВЧ-схемы и способ его изготовления // Патент 2404481 Рос. Федерация. 2009145194/07; заявл. 08.12.09; опубл. 20.11.10. Бюл. №32.
7. Микропрофиль структуры вакуумной интегральной СВЧ-схемы и способ его получения // Патент 2476951 Рос. Федерация. 2011131616/28; заявл. 27.07.11; опубл. 27.02.13. Бюлл. №6.
8. Нанокompозиционное просветляющее покрытие в виде толстой плёнки и способ его получения. Патент №2456710 Рос. Федерация. 2011101731/28; заявл. 18.01.11; опубл. 20.07.12. Бюл. №20.
9. Подвигалкин В.Я. Межслойные переходы вакуумных интегральных сверхвысокочастотных схем // Приборы, 2013, № 10. С. 33-37.
10. Подвигалкин В.Я. Механика нанесения покрытий в виде толстых плёнок на подстилающую поверхность // Вестник СГТУ им. Ю.А. Гагарина №1, вып. 1. 2012. С. 22 – 27.
11. Подвигалкин В.Я., Музалёв П.А., Ушаков Н.М., Кособудский И.Д. Особенности жидкофазного нанесения полимерных толстоплёночных нанокompозитных покрытий на твёрдотельные подстилающие поверхности // Материалы электронной техники. №2, 2012. С. 51 – 58.
12. Подвигалкин В.Я. Моделирование наноструктурированных сред толстых плёнок пассивных элементов микросборок // ПРИБОРЫ, №2. 2014. С. 35-42.
13. Подвигалкин В.Я., Жуков В.В., Жаворонков И.А., Куканов А.М., Искандеров Ф.Г. Миниатюризация замедляющих систем вакуумных приборов X- и K-диапазонов. // Электронная техника. Юбил. научн.-технич. конф. «СВЧ-электроника. 70 лет развития», Ч II, 2013 г., г.Фрязино. С. 75-78.
14. Фундаментальные пределы в радиоэлектронике и смежных областях // ТИИЭР. – 1981. – Т.69. - №2. С. 3-166.
15. Ушаков Н.М., Подвигалкин В.Я., Кособудский И.Д. Кремниевые фотоэлектрические преобразователи с нанокompозиционными толстоплёночными покрытиями. // Приборы, 2014, № . С. 27-33.
16. Степовик А.П. Термомеханические эффекты в компонентах радиоэлектронной аппаратуры при воздействии импульсов рентгеновского и электронного излучений. Снежинск: Изд. РФЯЦ-ВНИИТФ, 2010. 256 с.
17. Головин О.В., Чистяков Н.И., Шварц В, Хардон Агиляр И. Радиосвязь /Под ред. О.В. Головина // 3-е изд., стереотип. М.: Горячая линия – Телеком, 2012. 286 с.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Фирстов В.Г.

МГУПИ, г.Москва

С переходом к рыночным отношениям в значительной степени увеличилась экономическая самостоятельность организаций различной формы собственности, что неизбежно привело к утрате значения централизованного механизма учета и распределения материальных ресурсов и потере централизованного государственного контроля за используемой и выпускаемой приборной базой. В условиях инновационного развития и модернизации экономики одной из актуальнейших задач конкурентоспособного развития приоритетных направлений техники и технологии является разработка информационного обеспечения технологического развития таких стратегических секторов экономики, как авиация, атомный и энергопромышленный комплексы, тяжелое машиностроение. Одно из основных затруднений решения этой проблемы заключается в недостаточной информации о конкурентоспособной измерительной технике, поставляемой на российский рынок. Решение этой задачи связано с комплексом работ по сбору, обработке и доведению до разработчиков инновационных программ и проектов оперативной информации о разрабатываемых и выпускаемых средствах измерения, испытаний, контроля и диагностики, высокотехнологичных испытательных стендах, эталонов нового поколения. В то же время выпуск отраслевых каталогов сведен к минимуму, а реклама большинства фирм производителей, размещаемая в средствах массовой информации интернет-сайтах часто не актуальна и не всегда достоверна.

Изучение и анализ зарубежного опыта сбора, обработки и представления информации о продукции показали, что в современных условиях наиболее эффективной является система каталогизации продукции, построенная на стандартных машинно-ориентированных формах сбора информации, на основе которых созданы базы данных о продукции с использованием персональных ЭВМ. В России имеется опыт создания системы каталогизации предметов снабжения на основе применения принципа каталогизации на всех стадиях жизненного цикла продукции, позволившим создать единую информационную базу данных от зарождения идеи создания продукции до ее утилизации с соответствующей организацией исследований, разработки, производства, эксплуатации, хранения и утилизации [2]. Главной целью развертывания такой системы каталогизации являлось повышение эффективности, планирования, развития, заказа, разработки, поставки и эксплуатации продукции за счет целенаправленного управления их номенклатурой на основе единой системы описания, классификации, кодирования и учета. Опыт разработки и результаты реализации таких систем каталогизации положен в основу создаваемой информационно-аналитической системы измерительной техники. При разработке информационно-аналитической системы измерительной техники так же учтен опыт и рекомендации по решению задач метрологического обеспечения при реализации важнейших научно-технических программ и национальных проектов, полученные учеными Научного совета РАН по метрологическому обеспечению и стандартизации, Приборной комиссии Президиума РАН, Совета по законодательной и прикладной метрологии при Минпромторге России, Научно-методического совета по метрологии, стандартизации и сертификации Минобрнауки России, Международного научно-технического общества приборостроителей и метрологов, Научно-технических советов по техническому регулированию РСПП и ТПП России,.

Информационно-аналитическая система измерительной техники является одним из ключевых блоков комплексной системы метрологического обеспечения инновационных программ и проектов [3], разработка, которой основана на результатах научно-исследовательских работ по разработке научно-технических, информационно-методических и нормативно-организационных решений по созданию механизмов оценки конкурентоспособности разрабатываемых или используемых измерительных технологий, правильности установления и соблюдения метрологических требований, влияющих на результаты и показатели точности измерений характеристикам измерений, эталонов единиц величин, стандартных образцов, средств измерений, а также к условиям, при которых эти характеристики должны быть обеспечены [2].

Основными целями создаваемой информационно-аналитической системы измерительной техники являются следующие:

- удовлетворение большого числа потребителей и разработчиков инновационных программ и проектов базовым набором конкурентоспособных средств измерений, испытаний, контроля и диагностики;
- снижение объемов финансовых средств, выделяемых из государственного бюджета на закупку и разработку данной продукции;

- повышение конкурентоспособности контрольно-измерительного и испытательного оборудования отечественного производства.

Достижение указанных целей обеспечивается решением следующих задач:

- формирование классификатора конкурентоспособного контрольно-измерительного и испытательного оборудования;

- разработка нормативного правового и нормативно-технического обеспечения процесса создания и последующего ведения информационно-аналитической системы измерительной техники как подсистемы комплексной системы метрологического обеспечения инновационных программ и проектов;

- обеспечение единства описания и идентификации конкурентоспособного контрольно-измерительного и испытательного оборудования;

формирование каталога отечественных производителей (поставщиков) конкурентоспособного контрольно-измерительного и испытательного оборудования.

Разработка и реализация информационно-аналитической системы измерительной техники позволит решить ряд задач инновационного развития приоритетных задач экономики.

Во-первых, устранить случаи, имеющие место в процессе формирования и реализации государственных заказов, когда различные федеральными органами исполнительной власти зачастую осуществляются заказы близких по тематике или просто дублирующих друг друга научных исследований и технологических разработок.

Во-вторых, исключить возможность заказа продукции, не соответствующе обязательным метрологическим требованиям.

В-третьих, решить задачу создания единой информационной база перечней и каталогов конкурентоспособной измерительной техники, что будет способствовать формированию ее полноценного рынка и привлечения коммерческих структур к инвестициям научных исследований и разработок

В четвертых расширить возможности предприятий разработчиков в участии в международном научно-техническом сотрудничестве.

Особую актуальность разработка и реализация информационно-аналитической системы измерительной техники приобретает сегодня, когда одним из основным трендом развития экономики становятся государственные программы развития приоритетных отраслей промышленности. Мониторинг 42 государственных программ показал, что в 17 из них имеются мероприятия, выполнение которых связано с использованием современных средств измерений, испытаний, контроля и диагностики. Такие мероприятия присутствуют практически во всех государственных программах по направлению инновационное развитие и модернизации экономики, а также в отдельных программах по направлениям новое качество жизни, обеспечение национальной безопасности и сбалансированное региональное развитие [1].

После создания информационной системы измерительной техники, предусматривается введение в классификатора в качестве раздела федерального каталога продукции для федеральных государственных нужд, как это предусмотрено для других федеральных органов исполнительной власти по закрепленным группам продукции.

Список литературы

1. Перечень государственных программ Российской Федерации в редакции, введенной в действие распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.12.2012 года № 2394-р-URL: <http://programs.gov.ru/Portal/programs/documents>(дата обращения: 10 октября 2013 года).
2. Фирстов В.Г. Вопросы метрологического обеспечения инновационных научно-технических проектов и программ.// М.: Проблемы гуманитарных и естественных наук -2013 - №8 - С. 60-64.
3. Фирстов В.Г. Роль метрологического обеспечения в повышении эффективности инновационных научно-технических программ.//Стандарты и качество.-2013-№12-С.52-55

**СИНТЕЗ НЕСТАЦИОНАРНОГО МАТРИЧНОГО ОПЕРАТОРА КОРРЕКТИРУЮЩЕГО
УСТРОЙСТВА В ЗВУКОВОМ КАНАЛЕ ЦИФРОВОЙ КИНОВИДЕОАППАРАТУРЫ**

Башарин С.А.

ГУКиТ, г.Санкт-Петербург

Для коррекции звука и устранения шумов в звуковой канал цифровой киноаппаратуры вводятся дополнительные устройства, преобразующие входной звуковой сигнал и позволяющие получить желаемый сигнал на выходе звукового канала.

Синтез нелинейной характеристики корректирующего устройства по заданному входному и желаемому выходному сигналу является сложной математической задачей. Решению этой задачи посвящены многие труды известных отечественных и зарубежных ученых, использующих алгоритмы различных математических методов. Среди них наиболее популярными являются методы, использующие математический аппарат рядов Вольтерра-Пикара. Однако переход кино и телевидения к цифровым технологиям ставит задачу о поиске новых методов, ориентированных на цифровые системы.

В том случае, когда речь идет о цифровом звуке, нелинейная характеристика корректирующего устройства может быть представлена дискретным матричным оператором [1], связывающим входной сигнал с выходным (Рисунок 1).

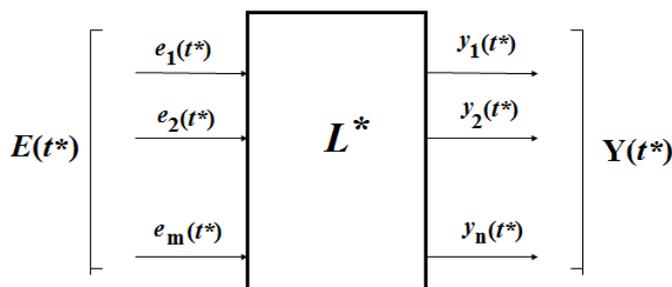


Рис.1.

Синтез матричного оператора L^* сводится к определению его элементов на основе использования инверсии многошаговых численных процедур. Элементы оператора будут меняться в зависимости от рассматриваемого интервала, а сам матричный оператор будет нестационарным.

Функциональный матричный оператор определяет динамические уравнения цепи в дискретной форме:

$$\lambda \cdot L^* \cdot W_{j+pl} - \Delta_{j+pl} = 0, \quad \text{или} \quad \xi_{j+pl} \cdot L^* = \Delta_{j+pl}, \quad (1)$$

из которых он может быть определен в пределах текущего интервала. В записанных уравнениях:

$$\lambda = \begin{bmatrix} A_1 & \dots & A_{2q} \\ A_1 & \dots & A_{2q} \end{bmatrix}$$

– матрица коэффициентов, элементы которой являются решением системы алгебраических уравнений. Размерность матрицы λ и, как следствие, число коэффициентов A определяются величиной параметра алгоритма q , значение которого в свою очередь можно получить на основании замены интеграла конечной суммой:

$$\int_{t_j}^{t_{j+1}} f[E(t), Y(t)] dt \approx \delta \sum_{i=1}^{2q} A_i f[E(t^*), Y(t^*)]$$

W_{j+pl} – обобщенный вектор состояния и воздействий, который в случае нелинейной модели также является нестационарным,

$$W_{j+pl} = \begin{bmatrix} Y_j & Y_{j+l} & Y_{j+2l} & Y_{j+3l} \\ Y_{j+1} & Y_{j+l+1} & Y_{j+2l+1} & Y_{j+3l+1} \\ E_j & E_{j+l} & E_{j+2l} & E_{j+3l} \\ E_{j+1} & E_{j+l+1} & E_{j+2l+1} & E_{j+3l+1} \end{bmatrix}$$

j – индекс интервала дискретизации, p – индекс смещения, l – число интервалов дискретизации в смещении, Y_j – наблюдаемый вектор состояния, E_j – вектор воздействий, Δ_{j+pl} – вектор конечных разностей относительно базового интервала дискретизации, ξ_{j+pl}^v – матрица идентификации элементов функционального матричного оператора L^* , $\forall v \in [1, \dots, n]$ – текущий индекс строки оператора L^* .

Численный алгоритм идентификации элементов матричного оператора строится на основе дискретного динамического уравнения n -го порядка:

$$\delta \sum_{i=1}^{2q} A_i (a Y_{j+i-q}) + \delta \sum_{i=1}^{2q} A_i (b E_{j+i-q}) - \Delta_j = 0, \quad (2)$$

которое формируется для $(2q-1) + (m+n-1)$ интервалов дискретизации в результате их смещения на pl интервалов, что дает дополнительно $n+m-1$ векторно-матричных уравнений при $p = 0, \dots, n+m-1$:

$$\delta \sum_{i=1}^{2q} A_i (a Y_{j+i+pl-q}) + \delta \sum_{i=1}^{2q} A_i (b E_{j+i+pl-q}) - \Delta_j = 0.$$

Записанная система алгебраических уравнений позволяет определить параметры численного алгоритма A_i :

$$\sum_{i=1}^{2q} A_i = 1; \quad \sum_{i=1}^{2q} A_i (i-1)^k = \frac{1}{k+1}; \quad k = 1, \dots, 2q-1.$$

Эта же система позволяет сформировать идентифицирующую матрицу ξ_{j+pl} размерности $(n+m) \times (n+m)$:

$$\xi_j = \begin{bmatrix} \delta \sum_{i=1}^{2q} A_i \cdot y_{k,j+i-q} & \dots & \delta \sum_{i=1}^{2q} E_i \cdot y_{k,j+i-q} \\ & \dots & \\ \delta \sum_{i=1}^{2q} A_i \cdot y_{k,j+i+pl-q} & \dots & \delta \sum_{i=1}^{2q} E_i \cdot y_{k,j+i+pl-q} \end{bmatrix}.$$

Инверсия уравнения (1) позволяет определить все элементы матричного оператора корректирующего устройства L^* для любого интервала времени, если устройство является линейным, или в пределах интервала идентификации, если устройство обладает нелинейной характеристикой. В результате инверсии матрицы идентификации элементы матричного оператора определяются из выражения:

$$L^* = \xi_{j+pl}^{-1} \cdot \Delta_{j+pl}. \quad (3)$$

Выражение (3) и является основным алгоритмом синтеза нестационарного матричного оператора корректирующего устройства в звуковом канале киноаппаратуры. Вся трудность состоит в формировании численных процедур, обеспечивающих необходимый исследователю результат. В самом тривиальном случае в качестве численной процедуры может быть использована простая разностная схема, инверсия которой, в принципе, может привести к положительному решению. Однако, практика показывает, что в задачах синтеза, особенно когда речь идет о нелинейных моделях, простая разностная схема становится непригодной для нахождения решения, поскольку она является неустойчивой и приводит к значительным погрешностям вычислений.

В последнем случае численные процедуры могут не сходиться, особенно, если нелинейная характеристика не является монотонной. Для улучшения сходимости численных процедур следует дополнительно применить процедуру Зейделя. Процедура Зейделя позволяет также повысить точность получаемых решений.

Подключив к построению модели корректирующего устройства процедуру Зейделя, получим новое матричное уравнение, аналогичное уравнению (2), в котором матрица коэффициентов уравнений состояния распадается на четыре подматрицы:

$$\delta \sum_{i=1}^{2q} A_i (H Y_{j+1} + F Y_{j+l-1} + P E_{j+1} + G E_{j+l-1}) - \Delta_{j+pl},$$

$$H = \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 \\ & \dots & \\ h_{11} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad F = \begin{bmatrix} f_{11} & \dots & f_{1n} \\ & \dots & \\ 0 & \dots & f_{nn} \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 \\ & \dots & \\ p_{11} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} g_{11} & \dots & g_{1n} \\ & \dots & \\ 0 & \dots & g_{nn} \end{bmatrix}$$

Последняя система уравнений в матричной форме может быть представлена в более компактном виде:

$$p = 0, \dots, n + m - 1;$$

$$\lambda^v \cdot L^* \cdot \xi_{j+pl}^v \cdot W_{j+pl}^v - \Delta_{j+pl} = 0; \quad (4)$$

Окончательно с учетом подключения процедуры Зейделя матричное уравнение можно записать в общем виде:

$$p = 0, \dots, n + m - 1,$$

$$\xi_{j+pl}^v \cdot L^* \cdot W_{j+pl}^v - \Delta_{j+pl} = 0;$$

$\forall v = \{1, \dots, n\}$ – множество строк оператора L^* .

Инверсия уравнения (4) позволяет определить все элементы матричного оператора корректирующего устройства L^* , но уже с подключением процедуры Зейделя, которая обеспечивает устойчивость численного алгоритма и заданную точность вычислений. В результате инверсии элементы матричного оператора складываются из элементов подматриц уравнений состояния:

$$L^* = \begin{bmatrix} h_{11\dots} & h_{1n} & p_{11\dots} & p_{1n} \\ f_{11\dots} & f_{1n} & g_{11\dots} & g_{1n} \end{bmatrix}$$

Приведенное обобщение численного алгоритма идентификации матричного оператора корректирующего устройства в звуковом канале позволяет провести анализ его свойств и оптимизировать вычислительный процесс в зависимости от характера нелинейности его характеристики.

Список литературы

1. Белоусов А.А., Башарин С.А. Построение двумерной макро модели компенсатора акустических шумов // Мир техники кино / Апрель-июнь 2012, № 2/24. - С.11-13.

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

СЕКЦИЯ №19. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСИИ КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Бесперстова Г.С., Углова Е.С., Буракова Е.А., Осипов А.А.

ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г.Тамбов

С момента первого упоминания о нанотехнологиях в 1959 году Ричардом Фейманом, интерес к этой области науки постоянно возрастает. К 2014 году существует множество видов наноматериалов (на основе металлов, углерода, кремния, полимеров и т.д.). Одним из перспективных направлений нанотехнологий является создание и использование углеродных нанотрубок (УНТ). УНТ, обладая уникальными свойствами, могут быть использованы как модификаторы различных конструкционных и функциональных материалов, в элементах микроэлектроники.

Потенциал применения УНТ на кремниевой подложке в области микроэлектроники достаточно широк - это полевые холодные катоды, интегральные схемы, тонкопленочные транзисторы, которые позволят перейти технике на более высокий уровень развития. Например, холодные катоды на основе УНТ, обладают необычными эмиссионными свойствами. Согласно [5], китайские исследователи разработали конструкцию полевого эмиссионного катода на основе УНТ, в качестве подложки использовали монокристаллическую пластину нанопористого кремния.

Получить слой УНТ на кремниевой подложке можно импрегнированием ее раствором исходных компонентов катализатора и нанесением дисперсии катализатора синтеза нанотрубок с дальнейшим проведением CVD процесса. Данная работа посвящена исследованию процесса получения дисперсии катализатора, позволяющей синтезировать равномерный слой УНТ на кремниевой подложке.

В качестве катализатора была выбрана *Ni-Mg* каталитическая система синтеза углеродного наноматериала, полученная методом термического разложения. Катализатор представляет собой систему сложных оксидов с размером частиц 5-20 мкм, позволяющую синтезировать многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ) диаметром $20\div 70$ нм и длиной более 2 мкм.

Дисперсии *Ni-Mg* катализатора получали двумя способами: интенсивным смешением при $t = 20^\circ\text{C}$ и с использованием ультразвуковой установки периодического действия ИЛ-100 частотой 22 кГц и мощностью 1 кВт. В процессе получения дисперсии варьировали время ультразвукового воздействия и вид катализатора. Известно [4, 1], что характеристики катализатора зависят не только от методов получения, но и от способов их активации. Под активацией подразумевается процесс преобразования каталитической системы любым энергетическим воздействием. Применение энергетического воздействия на стадии приготовления катализатора способствует получению высокодисперсной эффективной каталитической системы. Для приготовления дисперсии использовали образцы *Ni-Mg* катализатора, активированного ультразвуковым воздействием (УЗВ), переменным электромагнитным полем (ПЭП), сверхвысокочастотным воздействием (СВЧВ). Данные катализаторы позволяют синтезировать МУНТ, СЭМ-изображения которых представлены на Рисунке 1.

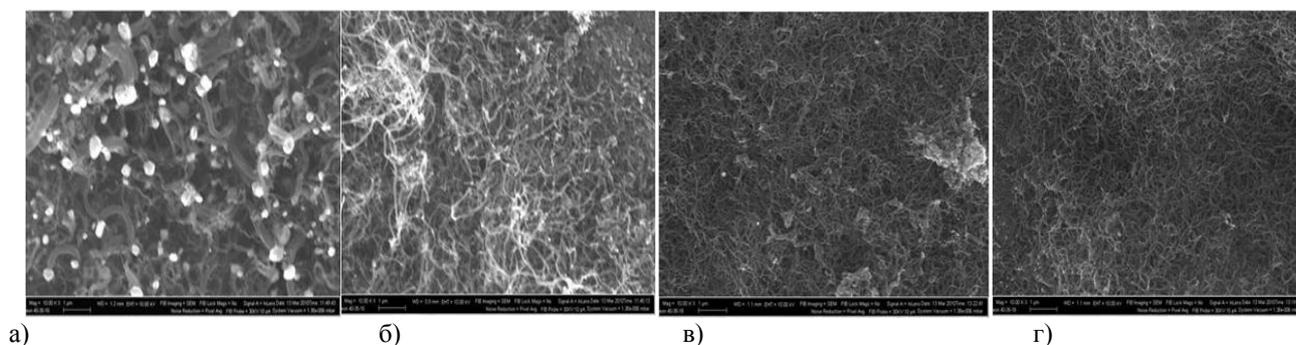


Рис.1. СЭМ-изображения МУНТ, синтезированных на катализаторе: а - без активации, б - активированном УЗВ, в – СВЧВ, г –ПЭП.

Структурная схема получения дисперсии Ni-Mg катализатора представлена на Рисунке 2. Время УЗВ на катализатор составляло 10-900 с.

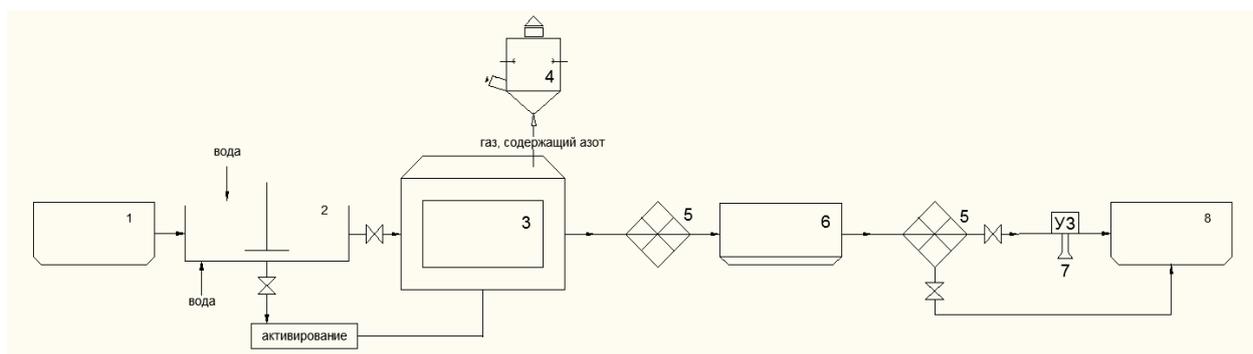


Рис.2. Структурная схема получения дисперсии Ni-Mg катализатора: 1 – бункер исходных реактивов, 2 – смеситель, 3 – муфельная печь, 4 – скруббер, 5 – дезинтегратор, 6 – бункер для катализатора, 7 – ультразвуковая установка, 8 – емкость готовой дисперсии.

Для дисперсий, полученных согласно структурной схеме Рисунок 1, был изучен гранулометрический состав с использованием лазерного анализатора Nicomp 380 ZLS. Полученные результаты были сведены в Табл.1.

Таблица 1

Результаты дисперсного анализа.

Вид катализатора	Размер частиц катализатора в дисперсии, мкм					
	Интенсивное смешение при $t=20^{\circ}\text{C}$	УЗВ 10 с	УЗВ 30с	УЗВ 60с	УЗВ 600 с	УЗВ 900 с
Без активации	2.85	2.2	1.42	1.4	0.645	0.9
	2	1.57	1.42	1.36	0.58	0.91
	1.64	1.26	1.39	1.3	0.61	0.88
активация ПЭП	1.19	1.06	1.12	0.85	0.65	0.77
	1.1	1.08	1.01	0.78	0.51	0.78
	1.27	1.2	1.05	0.82	0.56	0.75
активация УЗВ	1.55	1.42	1.06	0.69	0.55	0.69
	1.55	1.35	1	0.7	0.51	0.71
	1.18	1.37	1.01	0.75	0.56	0.69
активация СВЧВ	1.4	1.15	0.79	0.88	0.51	0.61
	1.44	0.995	0.89	0.78	0.48	0.59
	1.42	0.92	0.69	0.8	0.43	0.6

Для дисперсии катализатора (без активации), полученной интенсивным смешением при $t=20^{\circ}\text{C}$ в течение 600 с, характерен средний размер частиц 2,16 мкм, а УЗВ (600 с) – 0,61 мкм. Наиболее устойчивыми дисперсиями Ni-Mg катализатора являются образцы, полученные с использованием ультразвукового воздействия в течение 600 с.

Исследование влияния времени УЗВ на средний размер частиц катализатора представлен на Рисунке 3

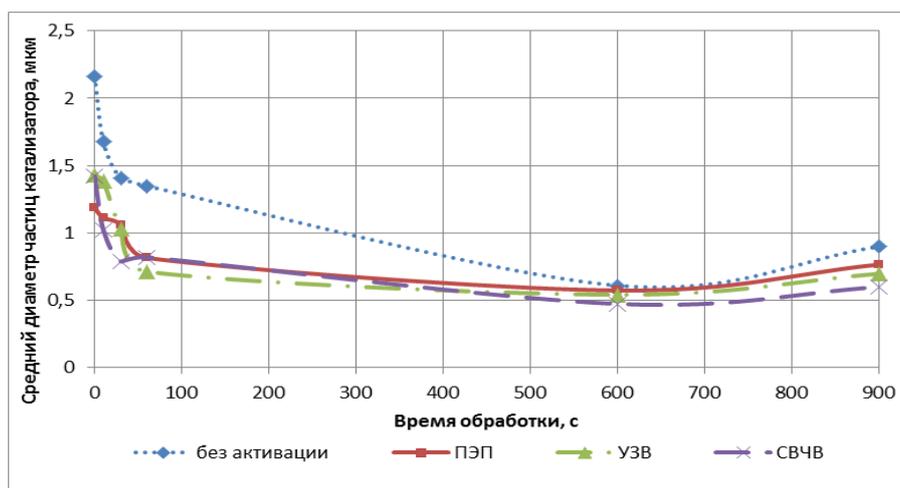


Рис.3. Влияние времени УЗВ на средний размер частиц катализатора.

Анализируя полученный график, целесообразнее для модифицирования кремниевой подложки использовать дисперсию Ni-Mg катализатора, активированного СВЧВ, так как согласно [3, 2] размеры нанотрубок зависят от размера частиц катализатора. Средний размер частиц катализатора, активированного СВЧВ, в дисперсии составляет 0,475 мкм.

Полученную дисперсию Ni-Mg катализатора, активированного СВЧВ, наносили на кремниевую подложку, сушили при 80°C с целью удаления влаги и осуществляли CVD процесс при $t = 650^{\circ}\text{C}$. СЭМ-изображения полученного образца кремниевой подложки представлены на Рисунке 4

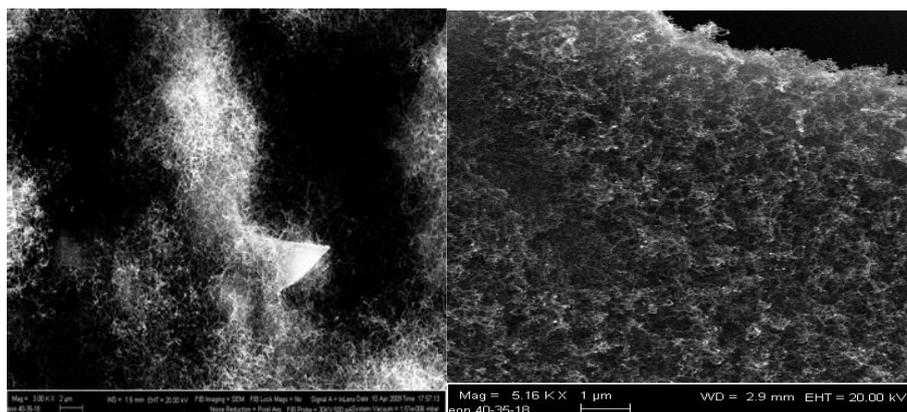


Рис.4. СЭМ-изображения наномодифицированной кремниевой подложки.

Анализ полученных СЭМ-изображений свидетельствует о равномерном синтезированном слое углеродных нанотрубок диаметром 20-40 нм на поверхности кремниевой подложки.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что Ni-Mg катализатор активированный СВЧВ в течение 30 секунд пригоден для синтеза УНТ на кремниевой подложке. Однако, УЗВ в течение 600-900 с не позволяет получать дисперсии катализатора с размером частиц нанометрового диапазона, что негативно влияет на качество синтезируемых на подложке УНТ.

Список литературы

1. Буракова, Е.А. Влияние активации катализатора на качество углеродного наноматериала, синтезированного на фильтрующей керамике / Е.А. Буракова, А.Е. Бураков, А.Г. Ткачев // Размерные эффекты в наноструктурах и проблемы нанотехнологий: сб. ст. конф. – Тамбов, 2009. – С. 58 – 62.
2. Мищенко С.В. Углеродные Наноматериалы. Производство, Свойства, Применение/ С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев // М.: Машиностроение. - 2008. –с.320.
3. Царева, С.Ю.. Исследование влияния природы и размера частиц катализатора на образование нанотрубок в методе каталитического пиролиза углеводородов / Жариков, Е.В., Коваленко, А.Н // Научные технологии. – 2004. - №6. – с.38 – 42.

4. Tkachev A.G., Mikhaleva Z.A., Burakova E.A. Investigation of Methods for Improving the Activity of Catalysts for Producing Nanostructured Carbon Materials//Theoretical Foundations of Chemical Engineering, Vol. 43.– No. 5. – P. 739–742 – 2009.
5. X.J. Li, W.F. Jiang, Nanotechnology 18, 065203 (2007).

СИНТЕЗ И ИСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА, ДОПИРОВАННЫХ ВАНАДИЕМ

Симонова Н.С.¹, Шубин А.А.¹, Аникина В.И.¹, Астафьева Е.А.², Дикарев В.В.¹

¹СФУ, Институт цветных металлов и материаловедения, г.Красноярск

²СФУ, Политехнический институт, г.Красноярск

Ключевые слова: оксид цинка, двойной оксид ванадия, твердофазный синтез, электропроводность, керамика, электроконтакты.

Отработан твердофазный синтез керамики на основе оксида цинка, допированного ванадием. Исследованы электропроводящие свойства полученного материала в диапазоне температур от 50 до 500°C.

Керамический материал на основе оксида цинка является многофункциональным полупроводниковым материалом и привлекает внимание исследователей в связи с обширной сферой возможных применений [1,2,3]. Введение в оксид цинка легирующего компонента, например, ванадия, может приводить к улучшению ряда эксплуатационных характеристик, таких как, например, электропроводность, смачивание расплавом серебра и дугогасящие свойства [4, 5]. V^{5+} выбран как ион, который способен вызвать гетеровалентное замещение в кристаллической решётке ZnO вследствие отличия степени окисления, а также близости ионных радиусов Zn^{2+} и V^{5+} (0,06 нм и 0,05-0,06 нм [6], соответственно). Введение низких содержаний ванадия в систему на основе оксида цинка может привести к встраиванию ионов ванадия в структуру оксида цинка с образованием твёрдого раствора, что должно позитивно отразиться на электропроводящих свойствах материала. В связи с этим была отработана методика получения керамики на основе оксида цинка, допированного ванадием, после чего определены электропроводящие свойства полученных керамических материалов.

Для получения керамики использовали индивидуальные оксиды ZnO, V_2O_5 и Cu_2O . Приготовление шихты, составы которых указаны в Табл.1, осуществляли совместным перетиранием оксидов в агатовой ступке в течение 1 часа. Оксид меди брали в качестве компонента, обеспечивающего спекание керамики.

Таблица 1

Составы исследуемых керамических образцов

Состав	Содержание, мол. %		
	ZnO	Cu_2O	V_2O_5
1	99,9	0,1	-
2	99,89	0,1	0,01
3	99,85	0,1	0,05

Компактирование образцов осуществляли в стальной пресс-форме на гидравлическом прессе, после чего спекание образцов проводили в муфельной печи.

Рентгенофазовый анализ (РФА) синтезированных веществ проводили на дифрактометре фирмы Shimadzu XRD-6000, в фильтрованном $Cu\ K\alpha$ - рентгеновского излучения. Дифрактограммы снимали со скоростью сканирования 2 град/мин, ток трубки 30 мА.

Исследование микроструктуры полученных образцов проводили на электронном микроскопе EVO 50XVP с энергодисперсионным анализатором INCA Energy 350 Carl Zeiss. В подготовке шлифов использовали оптический микроскоп Axio Observer A1.m фирмы Carl Zeiss.

Сопротивление образцов измеряли двухзондовым методом с помощью мостовой схемы (мост переменного тока марки P5058). Частота следования импульсов составляла 1 кГц. Данная методика при выбранной геометрии образцов ($l/s \approx 12\text{см}^{-1}$) позволяет практически полностью исключить влияние электродов. Погрешность измерения составляла $5,0 \div 0,5$ % в зависимости от величины сопротивления. Необходимая температура контролировалась с помощью терморегулятора ТРМ101 – СИ.

Эффективное давление прессования определяли по предварительно построенной кривой уплотнения. Для этого изготавливали серию образцов компактированием при давлении 100-250 МПа с шагом 25 МПа. На Рисунке 1 приведены изменения плотности и пористости керамики при увеличении давления прессования до термической обработки и после.

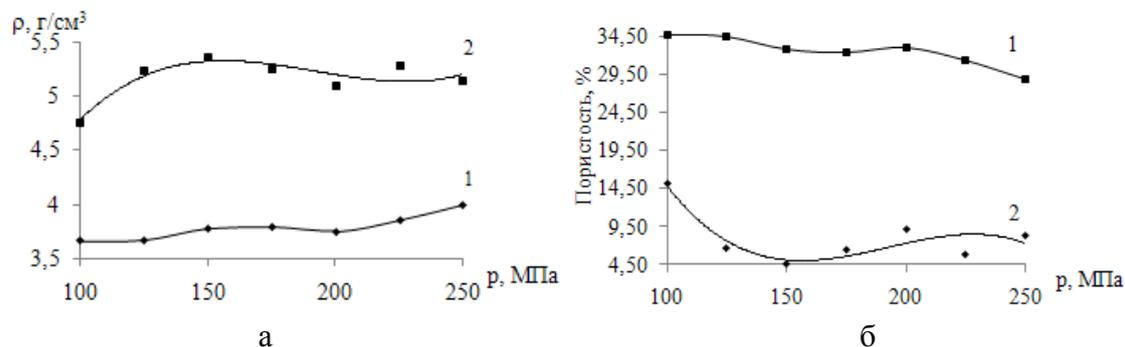


Рис.1. Изменение плотности (а) и пористости (б) керамики ZnO-V₂O₅-Cu₂O при увеличении давления прессования: 1 – до обжига; 2 – после обжига.

Из Рисунка 1 следует, что повышение давления прессования до 250 МПа плотность необожжённых образцов повышается и достигает 3,9 г/см³. Для обожжённых образцов максимальная плотность составила 5,4 г/см³ и достигается при давлении 150 МПа.

Основными параметрами получения керамического материала являются температура и продолжительность спекания [7, 8]. Спекание отпрессованных заготовок проводили при температурах от 600 до 1100°C с шагом 50 или 100°C в течение 5 ч при каждой температуре. Данные плотности и пористости приведены на Рисунке 2.

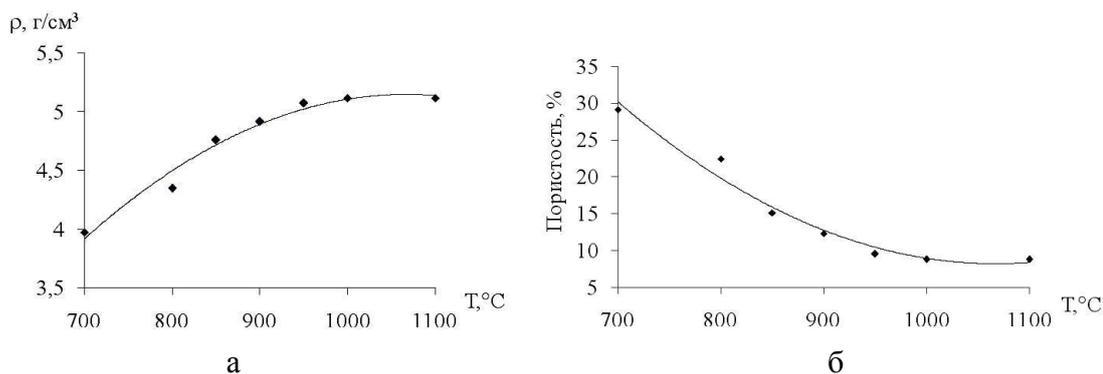


Рис.2. Изменение плотности (а) и пористости (б) керамики ZnO-V₂O₅-Cu₂O при повышении температуры спекания

Согласно представленным данным видно, что плотность обожженной керамики постепенно возрастает с ростом температуры. При этом, по мере роста температуры зависимость выходит на предельное значение плотности при температуре начиная с 950-1000 °С. Можно принять, что эффективной температурой спекания является 1000°C.

Для установления необходимого и достаточного времени для спекания керамических образцов определено изменение плотности и пористости керамики в зависимости от времени термической обработки при T = 1000°C. Результаты представлены на Рисунке 3.

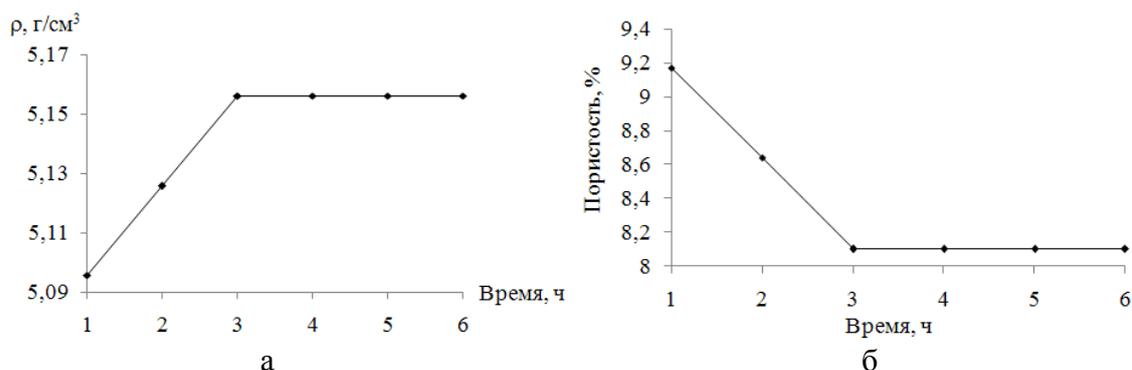


Рис.3. Изменение плотности (а) и пористости (б) керамики ZnO-V₂O₅-Cu₂O в зависимости от времени термической обработки

Можно отметить, что при термической обработке керамики в течение 3 часов достигается максимальная плотность и минимальная пористость. Дальнейшее увеличение времени спекания не приводит к заметному изменению этих характеристик. Таким образом, на основании представленных экспериментальных данных, было принято проводить синтез керамических образцов путем прессования порошковой шихты при 150 МПа с последующим спеканием при 1000°C в течение 3 часов.

На Рисунках 4 и 5 приведены рентгенограммы синтезированных образцов указанных составов (состава 99,99 ZnO – 0,1 Cu₂O и 99,85 ZnO – 0,1 Cu₂O – 0,05 V₂O₅, мол. %). Можно отметить наблюдаемые рефлексы соответствуют только фазе оксида цинка. При этом введение оксида ванадия в состав образца не приводит к изменению спектрального профиля и появлению новых рефлексов.

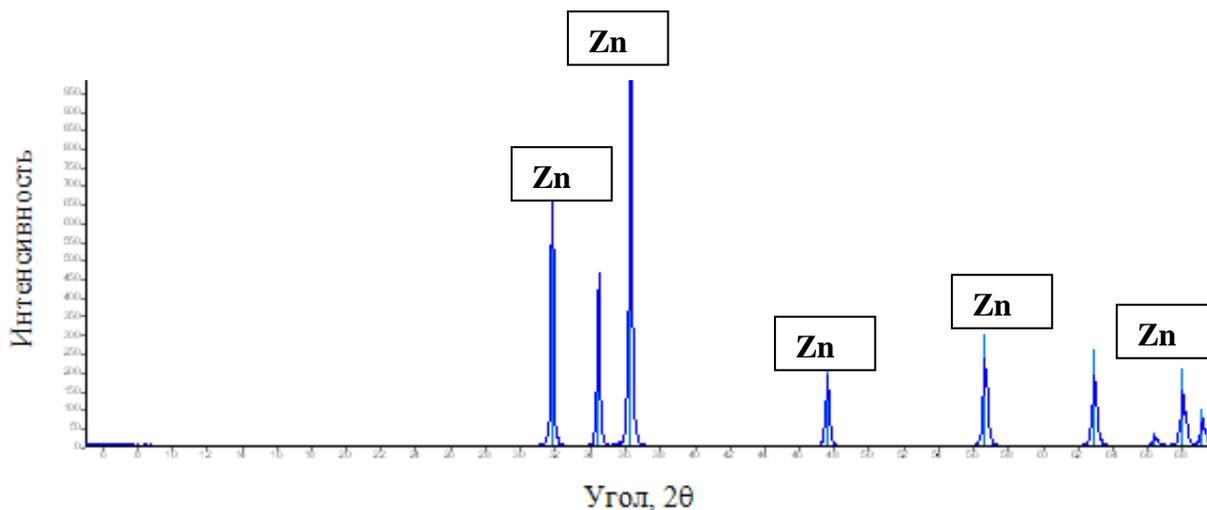


Рис.4. Рентгенограмма образца керамики состава 99,99 ZnO – 0,1 Cu₂O, мол. %

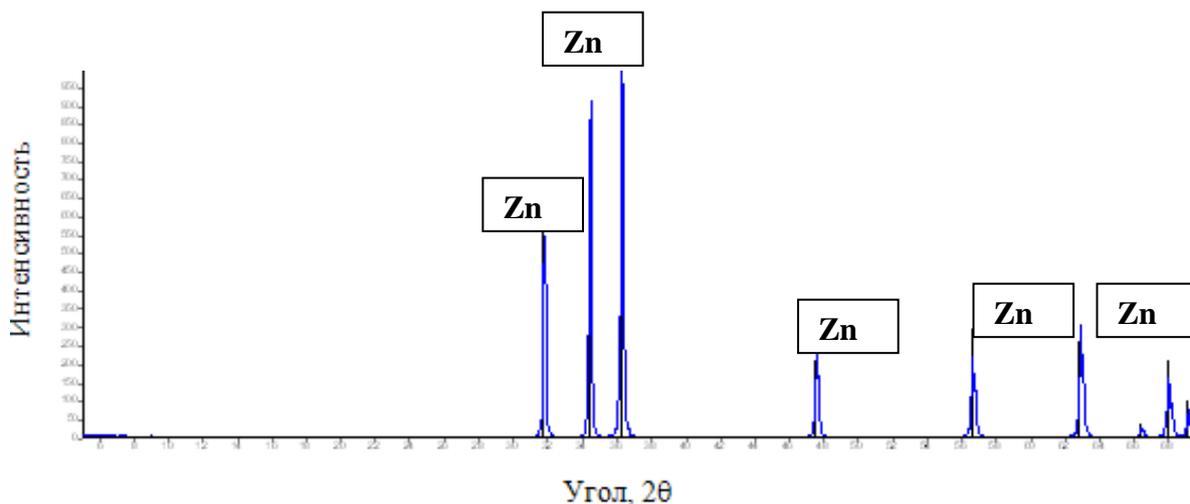


Рис.5. Рентгенограмма образца керамики состава 99,85 ZnO – 0,1 Cu₂O – 0,05 V₂O₅, мол. %

На Рисунке 6 приведены микрофотографии полированной поверхности образцов полученной керамики различных составов.

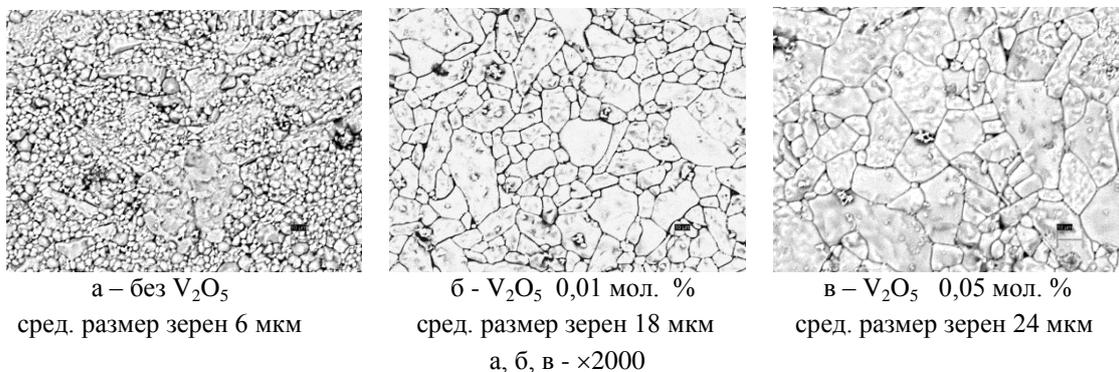


Рис.6. Микроструктура керамики

Структура керамики без добавки V₂O₅ высокодисперсна, средний размер зерен составляет 6 мкм. С добавлением V₂O₅ структура приобретает однородный характер, средний размер их растет и достигает 24 мкм в образце с содержанием V₂O₅ 0,05 мол.%.

На Рисунке 7 представлены микрофотографии изломов керамики разного состава. Изломы были получены приложением ударной нагрузки. Фрактограммы имеют хрупкий фарфоровидный вид, типичный для керамических материалов.

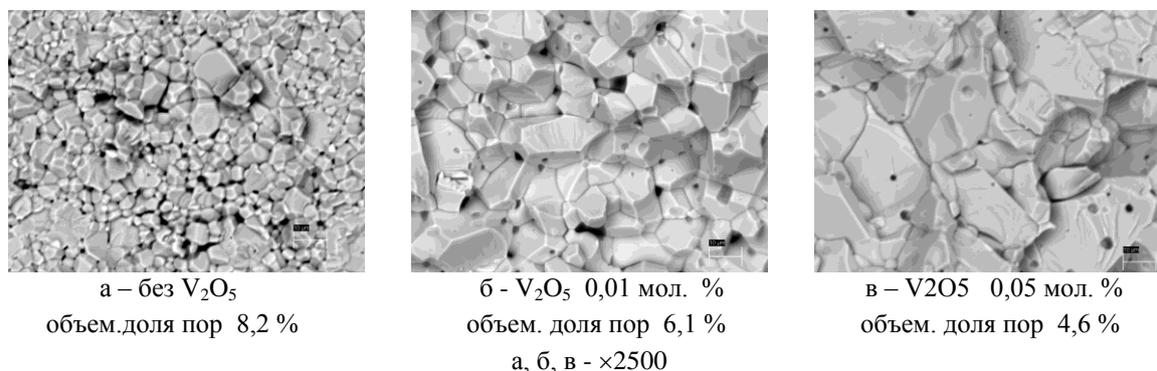


Рис.7. Фрактограммы исследованных образцов

Из фрактограмм видно, что разрушение шло по границам зерен. С увеличением содержания V₂O₅ наблюдали рост размера зерна, сами зерна приобрели правильную форму в виде шестигранников, а объемная доля пор, при этом, уменьшается. На основании этого, можно сделать вывод, что введение V₂O₅ обеспечивает лучшее спекание керамики.

Заключительным этапом проведения исследований было измерение удельной электрической проводимости в диапазоне температур 50-500°C. Температурные зависимости электрической проводимости всех образцов керамики от содержания V_2O_5 при нагреве представлены на Рисунке 8.

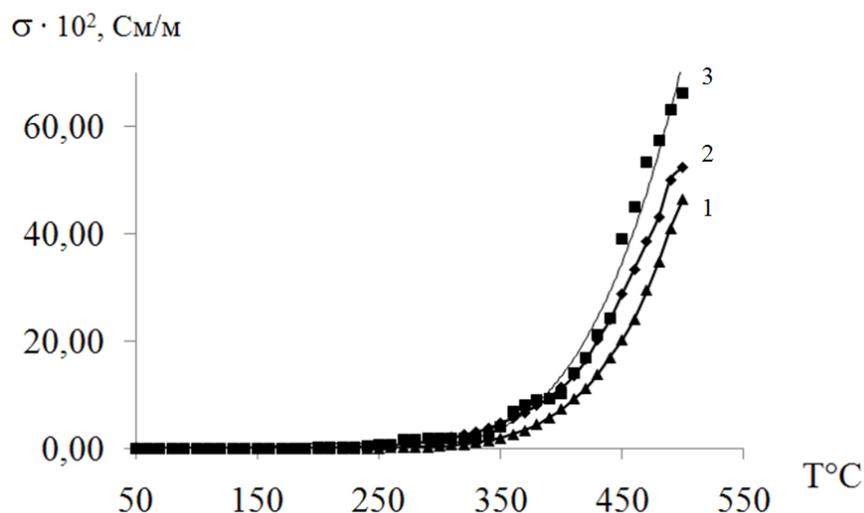


Рис.8. Температурная зависимость удельной электропроводности образцов керамики с различным содержанием V_2O_5 (1- ; 2- ; 3- мол. %)

Изменение удельной электрической проводимости можно разделить на две области: низкотемпературную и высокотемпературную. В диапазоне температур 50-300°C удельная электропроводность для образца без V_2O_5 изменяется от $0,95 \cdot 10^{-5}$ до $0,44 \cdot 10^{-2}$ См/см; для образца с содержанием V_2O_5 0,01 мол. % – от $3,93 \cdot 10^{-5}$ до $1,26 \cdot 10^{-2}$ См/см; для образца с содержанием V_2O_5 0,05 мол. % – от $6,31 \cdot 10^{-5}$ до $1,71 \cdot 10^{-2}$ См/см. В диапазоне температур 300-500°C удельная электрическая проводимость повышается для образца без V_2O_5 от $0,44 \cdot 10^{-2}$ См/см до $46,52 \cdot 10^{-2}$ См/см; для образца с содержанием V_2O_5 0,01 мол. % – от $1,26 \cdot 10^{-2}$ до $52,51 \cdot 10^{-2}$ См/см; для образца с содержанием V_2O_5 0,05 мол. % – от $1,71 \cdot 10^{-2}$ до $66,29 \cdot 10^{-2}$ См/см.

В результате исследования была отработана методика получения керамики на основе $ZnO - Cu_2O - V_2O_5$. Установлено, что при давлении прессования 150 МПа, температуре обжига 1000°C при выдержке не менее 3 часов формируется керамический материал плотностью $5,15 \text{ г/см}^3$, пористостью 8,1 %.

Исследование микроструктуры образцов керамики показало, что при повышении содержания V_2O_5 средний размер зёрен увеличивается от 6 до 24 мкм. Установлено, что при увеличении содержания V_2O_5 в керамических образцах удельная электрическая проводимость повышается. Наибольшее значение среди исследованных составов она достигает при содержании V_2O_5 0,05 мол. %. В интервале температур 50-300°C электропроводность данного образца изменяется от $6,31 \cdot 10^{-5}$ до $1,71 \cdot 10^{-2}$ См/см, в диапазоне температур 300-500°C – от $1,71 \cdot 10^{-2}$ до $66,29 \cdot 10^{-2}$ См/см.

Список литературы

1. Deposition and electrical properties of N-In co doped p-type ZnO films by ultrasonic spray pyrolysis / J.M. Bian, X.M. Li, X.D. Gao [et al.] // Appl. Phys. Lett, 2004. – V.84, №4. – С. 541-543.
2. Всесторонний обзор материалов и устройств на основе ZnO / Ya. I. Alivov, C. Liu, A. Teke, M. A. Reshchikov et al. 2007. – С. 124-186.
3. Николаева Н.С. Электрические и поверхностные свойства допированных керамик на основе ZnO // Материалы XX Международного молодежного форума «Ломоносов-2013» [Электронный ресурс]. – М.: МАКС Пресс, 2013. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM).
4. Иванов, В.В. Физико-химические основы технологии и материаловедение порошковых электроконтактных композитов / В.В. Иванов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. – 273 с.
5. Николаева Н.С. Смачивание расплавом Ag керамик на основе ZnO // IX Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов». Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН, 2012. – С. 395.
6. Справочник химика. Т. 2. Основные свойства неорганических и органических соединений / Под ред. Б.П.Никольского. – Л.: Химия, 1971. –1168 с.

7. Порошковая металлургия. Спеченные и композиционные материалы / Под ред. В. Шатта. – М.: Металлургия, 1983. – 520 с.
8. Соколовская Е. М., Гузей Л.С. Физикохимия композиционных материалов. – М: МГУ, 1978. – 256 с.

ФОТОЛИТОГРАФИЯ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Ибрагимова А.И., Гайнуллина Н.Р.

КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г.Казань

Введение.

В настоящее время уровень развития технологий в области микроэлектроники переходит на нанометровый уровень. Одной из основных задач всегда остается уменьшение линейных размеров элементов микросхем.

Литография в микро- и нанoeлектронике - это процесс формирования в специальном чувствительном слое (резисте), нанесенном на поверхность подложки, рельефного рисунка, повторяющего топологию микросхемы, с последующим переносом этого рисунка на образцы.

Основными материалами для осуществления литографических процессов служат резисты.

Резисты представляют собой многокомпонентные системы, включающие светочувствительную и полимерную пленкообразующую составляющие, а также специальные добавки и растворители.

Резисты чувствительны к воздействию какого-либо высокоэнергетического излучения (оптического, рентгеновского, потока ионов или электронов).

Резисты наносят на поверхность подложки в растворенной форме, высушивают, а затем применяются для формирования заданного рельефа на поверхности пленки и ее защиты от воздействия травителей.

Резисты, изменяющие свою растворимость при актиничном облучении, называют фоторезистами. Термин фоторезист по своему содержанию определяет свойства светочувствительной пленки, сформированной на подложке из растворов светочувствительных соединений и других компонентов, т. е. светочувствительность и устойчивость к воздействию агрессивных факторов.

В зависимости от механизма фотохимических процессов, протекающих под действием излучения, фоторезисты делятся на негативные и позитивные.

Проблема создания фоторезистов включает подбор и синтез пленкообразующих полимерных и светочувствительных компонентов, разработку композиций и выявление оптимальных условий их применения.

В настоящее время в производстве полупроводниковых приборов широко применяются как позитивные, так и негативные фоторезисты. Позитивные фоторезисты обладают высокой разрешающей способностью и позволяют получить четкие границы изображения. Негативные используются преимущественно в процессах, связанных с глубоким травлением металлов, гальваническими процессами. Весьма ценным свойством их является отсутствие ионов щелочных металлов при проявлении, что особенно важно в полупроводниковой технике.

Формирование фоторезистивных пленок.

К операциям нанесения пленок фоторезистов предъявляются следующие требования:

- возможность формирования бездефектных пленок контролируемой и воспроизводимой толщины;
- реализация широкого диапазона толщины покрытий;
- формирование пленок с высокой равномерностью по толщине;
- максимально высокая адгезия к подложке.

Существует несколько методов формирования пленок фоторезистов: центрифугирование, распыление, погружение (окувание), заливка, накатка.

Наиболее широко распространенный метод формирования пленок – центрифугирование. Данный метод состоит из двух этапов: нанесение на подложку светочувствительного раствора и получение необходимой толщины пленки за счет вращения ротора центрифуги с заданной скоростью. В некоторых случаях при формировании пленок фоторезистов наблюдается плохое смачивание ими поверхности подложек. Это явление устраняется механическим распределением фоторезиста по всей поверхности подложек, что обуславливает, однако, повышенную неравномерность формируемых пленок по толщине и увеличивает их загрязненность.

Формирование пленок фоторезистов характеризуется двумя процессами: испарением летучих компонентов фоторезиста и возникновением структуры пленки, определенной условиями испарения растворителей и степенью

взаимодействия компонентов системы. Известно, что испарение растворителя из пленки можно представить в виде двух этапов: свободного испарения (испарения чистой жидкости) и замедленного испарения (удаления связанного с полимером растворителя).

Формирование покрытий методом центрифугирования проводят обычно при частоте вращения ротора в области 2–10 тыс. об/мин. Для заданной концентрации фоторезиста имеется определенная критическая скорость, превышение которой не вызывает уменьшения толщины слоя. Этот момент соответствует равновесию когезионных и центробежных сил.

Неравномерность толщины покрытия по площади пластины определяется во многом частотой вращения ротора.

Разработка новых электронных приборов и устройств сопровождается созданием огромного числа блоков, содержащих тысячи, а иногда и миллионы транзисторов. При изготовлении транзисторов и интегральных схем применяется оптическая фотолитография.

Последние тенденции фотолитографии.

Известно, что основной тенденцией развития всей электроники в целом является миниатюризация. Нанoeлектроника – область современной электроники, занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания интегральных электронных схем и устройств на их основе с размерами элементов менее 100 нм.

Основная задача нанoeлектроники состоит в разработке новых электронных устройств со сверхмалыми размерами, создании методов их получения и объединения в интегральные схемы. Объект исследований нанoeлектроники – структуры со сверхмалыми размерами.

Размеры элементов интегральных микросхем определяются, главным образом, литографическими процессами. В нанометровом диапазоне размеров используют два основных подхода. Первый берет свое начало из микроэлектронной технологии и использует принципы оптической, рентгеновской и электронно-лучевой литографии. Уменьшение длины волны света, используемого для экспонирования фоторезиста, так же как и применение рентгеновского излучения и электронных потоков, обеспечивает создание рисунков с размером элементов менее 100 нм.

Оптическая литография с типичными скоростями экспонирования 10–100 см²/с полностью удовлетворяет требованиям массового производства. По разрешающей способности имеет ограничения на минимальный воспроизводимый размер элемента, что связано с длиной волны излучения, используемого для экспонирования резистов. Повышение разрешающей способности и соответствующее уменьшение критических размеров формируемых элементов в этой группе методов идет по пути уменьшения длины волны излучения. При этом достижимый минимальный размер составляет 100 нм. Дальнейшее уменьшение до 50 нм представляется физически возможным, что требует существенного прогресса в технологии создания резистивных масок и повышения чувствительности фоторезистов с высоким разрешением.

Фотолитография в глубоком ультрафиолете является естественным развитием оптической литографии с применением коротковолнового излучения. Для этих целей применяется синхротронное излучение и излучение плазменных лазерных источников. Они обеспечивают формирование элементов размерами до 100 нм и могут быть усовершенствованы для создания 30 нм-элементов. Несмотря на физические преимущества, использование синхротронного излучения не находит широкого технологического применения в полупроводниковой электронике из-за сложности, энергоемкости и громоздкости синхротронов. Плазменные лазерные источники во многом лишены этих недостатков, что делает их более перспективными для практической нанолитографии.

Рентгеновская литография, использующая излучение с длиной волны около 1 нм, представляет собой последнюю ступень на пути уменьшения длины волны экспонирующего электромагнитного излучения для литографии. При этом в отсутствие подходящей рентгеновской оптики приходится вести прямое экспонирование (1:1). Достаточную для практических целей интенсивность рентгеновского излучения получают в синхротронах и с помощью плазменных лазерных источников. Достижимые минимальные размеры составляют 50–70 нм. Преимуществом рентгеновской литографии является возможность использования однослойных резистивных масок и высокая воспроизводимость. Недостатки же аналогичны тем, которые отмечены для литографии в глубоком ультрафиолете.

Электронно-лучевая литография является наиболее подходящей основой для массового производства наноструктур. С использованием одиночного луча она обеспечивает скорости экспонирования 10–3–10–2 см²/с, а в режиме модульного экспонирования – на два-три порядка выше. Типичное разрешение составляет 30 нм с возможностью опуститься до 5 нм при использовании неорганических резистов. Основным недостатком является невысокая производительность, которая определяется плотностью электронного тока и чувствительностью

резиста. Повышение плотности тока в электронном луче помимо технических ограничений имеет и физические ограничения. При высоких плотностях тока взаимодействие между электронами приводит к внутреннему расширению луча, что ухудшает разрешение. Для приемлемой производительности необходимы резисты с порогом чувствительности ниже 10 мКл/см². Чувствительность к вариациям экспозиционной дозы и глубины фокуса (деформации маски) намного меньше, чем в оптической литографии.

Ионно-лучевая литография по своим технологическим принципам близка к электронно-лучевой литографии. Она используется для экспонирования резистов толщиной до 20 нм. Ионы могут также использоваться для безмасочного создания рисунка элементов интегральных схем прямой модификацией свойств материала подложки. Установки для ионно-лучевой обработки материалов имеют приемлемые скорости экспонирования. Сравнивая эффективность экспонирования резиста ионами и электронами одного энергетического диапазона – 50–100 кэВ, следует отметить, что ионы полностью передают свою энергию резистивному слою, а электроны проходят глубже в подложку. Это ведет к существенным отличиям в пороговой чувствительности резистов, которая ниже для ионного экспонирования. Между тем, процесс последовательного экспонирования ионным лучом остается слишком медленным для массового производства.

В заключение следует отметить, что имеющиеся методы нанолитографии обеспечивают разрешение в пределах 10–100 нм. Однако производительность методов должна соответствовать требованиям промышленного производства.

Список литературы

1. Внедрение новых литографических методов с целью повышения качества многослойных структур. Фокеева Е.Г., Гайнуллина Н.Р. Статья. Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева, №4 вып.2 Казань: - КНИТУ-КАИ, 2012 г. (с.175-178)
2. Основы микроэлектроники. И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь: Издательство «Лань», 2009
3. Повышение качества радиоэлектронных средств за счет использования новых литографических методов. Н.Р. Гайнуллина. Статья. Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева, №2 вып.2 Казань: - КНИТУ-КАИ, 2013 г.
4. Физические основы нанoeлектроники. Учебное пособие. В.Л. Ткалич, А.В. Макеева, Е.Е. Оборина. – Санкт-Петербург, 2011

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СРЕДСТВАМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОФИЦЕРСКИХ КАДРОВ

Кириленко Д.А., Кириленко А.М.

46 ЦНИИ, г.Москва

Геополитическая обстановка начала XXI века и связанные с ней сложные и трудно-прогнозируемые ситуации военно-политического характера, возникающие в военно-политической сфере, а так же современные тенденции применения войск (сил) оказывают большое влияние на характер процесса управления войсками (силами). Сложность и скоротечность процессов современной военной управленческой деятельности настоятельно требует автоматизации управления войсками (силами) на всех уровнях их организационной структуры и информатизации интеллектуальной и творческой деятельности должностных лиц органов военного управления, то есть создания специализированных сетевых систем информационного обеспечения.

Видоизменение взглядов военных специалистов на организацию процесса автоматизированного управления войсками (силами) в условиях повседневной деятельности, а также во время подготовки и ведения боевых действий привело к формированию принципа функциональной интеграции, подразумевающего объединение средств автоматизации управления, связи и получения информации в единый контур унифицированных средств для достижения возможности систематического наблюдения за изменяющейся обстановкой в любом регионе мира, ее динамической оценки и точного наведения ударных средств в любой точке земного шара для решения задач на всех уровнях управления войсками (силами) и оружием [3].

На фоне растущей информатизации сферы военного управления возникает задача подготовки квалифицированных офицерских кадров для работы со сложной информационно-вычислительной техникой. Следовательно, становится актуальным вопрос технического обеспечения подготовки кадров для эксплуатации средств в составе вышеозначенных специализированных систем.

В настоящей работе обозначен Ряд комплексных требований к средствам вычислительной техники, применяемой для подготовки офицерских кадров.

Мировая практика подтверждает возможность совершенствования военного образования на основе широкого внедрения методов и средств современных информационных и телекоммуникационных технологий, а также возможность на более высоком уровне решать задачи развивающего обучения, интенсифицировать все уровни учебно-воспитательного процесса, подготовить пользователей к применению современных информационных технологий, а также специалистов в области информатики и вычислительной техники [2].

В связи с вышеизложенным, к средствам вычислительной техники и компьютерным системам, на базе которых реализуются возможности информационных и телекоммуникационных технологий в сфере военного образования, должны предъявляться следующие требования:

- высокая универсальность и адаптируемость к разнообразным условиям и методам использования в широком спектре выполняемых функций; достаточное быстродействие при реализации этих функций;
- наличие в составе системы ряда рабочих мест, обеспечивающих одновременную и независимую работу обучаемых по одинаковым и различным программам; обеспечение управляемой взаимосвязи между учащимися для организации совместной работы;
- обеспечение возможности протоколирования хода решения учебных задач на каждом рабочем месте;
- наличие развитых средств отображения графической и текстовой информации, а также средств ввода и манипулирования этой информацией, необходимое качество экранных средств, широкие возможности построения динамичных изображений;
- простота и доступность интерактивного взаимодействия обучаемых с ПЭВМ, гибкая настройка формы этого взаимодействия применительно к конкретным условиям и задачам;
- адаптивность к возможностям, индивидуальным и возрастным способностям обучаемых [2];
- максимальное приближение внутреннего интерфейса учебных ПЭВМ к особенностям реальной военной техники;
- интеграция учебных ПЭВМ с тренажерными системами, насколько это возможно для решения каждой конкретной учебной задачи.

Реализация идей информатизации военного образования возможна в условиях использования в этой сфере перспективных моделей ПЭВМ, обеспечивающих:

- знакомство курсантов и слушателей с современными базами данных, базами знаний, инструментарием технологии мультимедиа, прикладными программными средствами и системами, требующими работы с большими объемами информации как постоянно хранимой, так и изменяемой и работы в операционной среде на каждом рабочем месте;
- работу со специальным периферийным оборудованием, функционирующим на базе средств информационных технологий;
- использование средств телекоммуникаций на уровне синтеза компьютерных сетей и средств телефонной, телевизионной, спутниковой связи для информационного взаимодействия и информационного обеспечения как отдельных пользователей, так и военных учебных заведений [2].

Для внедрения информационно-телекоммуникационных технологий в систему военного образования важно применение системного подхода, который основывается на выявлении всех существенных факторов, устанавливающих связь между элементами и формирующих целостные свойства системы, выполняющей согласованную совокупность действий, объединяемых общим замыслом и единой целью, в частном случае подготовкой квалифицированных военных авиационных специалистов.

Выбор рациональных и оптимальных решений при интеграции информационных и образовательных технологий с системных позиций, в первую очередь, основывается на анализе эффективности обучения или образования на базе новой интегрированной технологии, т.е. на основе оценки эффективности взаимодействия преподавателя и курсантов (слушателей).

Таким образом, сформулированы общие требования к средствам вычислительной техники, применяемой при подготовке военных специалистов. В соответствии с предложенными требованиями должна строиться политика оснащения компьютерных классов и учебных мест военных ВУЗов.

Список литературы

1. Всемирный доклад ЮНЕСКО по коммуникации и информации, 1999-2000 гг. – М. – 2000. – 168 с.
2. Дудулин К.В., Семизоров И.Н. Роль информационных технологий военного образования в подготовке офицерских кадров / Известия ИИФ – А-Принт, №1, 2010. с.85-86.
3. Зарубежное военное обозрение. -1998.-№1.-С. 21.
4. Литовчин Ю.М., Макеев В.Г. Комментарии к русскому изданию доклада ЮНЕСКО «Эффективное образование – приоритетный путь России в новый информационный мир». – М.- 2001. – 78 с.
5. Титов В.Б., Киселева В.В. Комплекс психологических средств акмеологического мониторинга в учебно-научных центрах МО РФ / Известия ИИФ – А-Принт, №1, 2010. с.81.
6. Яковлев А.И. Информационно-коммуникационные технологии в образовании.- М: МИА, 2008. - 14 с.

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2015 ГОД

Январь 2015г.

II 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 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2015г.

Февраль 2015г.

II 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 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2015г.

Март 2015г.

II 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 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2015г.

Апрель 2015г.

II Международная межвузовская научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы науки и техники**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2015г.

Май 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2015г.

Июнь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2015г.

Июль 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2015г.

Август 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2015г.

Сентябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2015г.

Октябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2015г.

Ноябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**»,
г.Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2015г.

Декабрь 2015г.

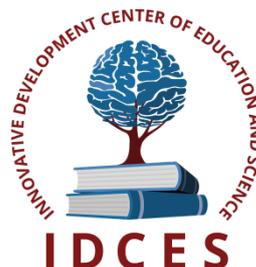
II Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**»,
г.Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2016г.

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



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(10 февраля 2015г.)**

**г. Новосибирск
2015 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 11.02.2015.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 15,9.
Тираж 250 экз. Заказ № 34.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58