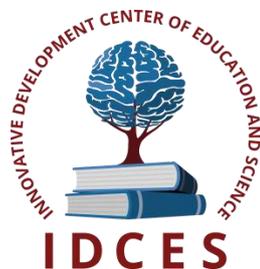


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Новые технологии и проблемы технических наук

Выпуск III

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

г. Красноярск

2016 г.

УДК 62(06)
ББК 30я43

Новые технологии и проблемы технических наук, / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. . г. **Красноярск**, 2016. 188 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л. И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А. Ф. (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), доцент доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А. Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г.Москва), кандидат технических наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г. В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С. Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г.Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам III Международной научно-практической конференции **«Новые технологии и проблемы технических наук»**, г. **Красноярск**, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

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

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

© ИЦРОН, 2016г.
© Коллектив авторов

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	7
РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ Кугультинов С.Д., Красильникова В.А.	7
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ГАЗОПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ Салахов Р.Р., Хисматуллин Р.М., Гуреев В.М.	11
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	14
СОЗДАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО СПРАВОЧНИКА РУССКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА Лукоянычев А.В.	14
ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ Проскуряков А.В., Ткаченко Т. С.	18
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ Савельева Ю.О.	25
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО БЕСПРОВОДНОГО СЕНСОРНОГО УЗЛА Суханов А.В., Иванов А.В.	29
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ Хубиева М.Д., Тебуева Ф.Б.	33
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	37
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	37
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЁТ ПОГРЕШНОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ Прохоров В.Г., Рогозин Г.И., Испирян Н.В.	37
ЕЩЕ РАЗ О СИСТЕМЕ «ДВС-МАСЛО» Удлер Э.И., Исаенко В.Д., Исаенко А.В., Исаенко П.В.	46
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	51
СИСТЕМА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД АЭС Аминов Р.З., Егоров А.Н. Юрин В.Е.	51
О ПЕРСПЕКТИВЕ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С.	55

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИН Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С.	59
ВЛИЯНИЕ АКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ДУГОГАСЯЩИХ РЕАКТОРОВ А.В. Жуйков, Д.А. Матвеев, С.И. Хренов	61
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ОРЕБРЕНИЯ В ПЛОСКИХ АСИММЕТРИЧНЫХ ДИФФУЗОРАХ Зарянкин А.Е., Киндра В.О., Осипов С.К., Худякова В.П.	70
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ Петухова С.Ю., Тугов И.И.	78
СЕКЦИЯ №6. ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00).....	84
СЕКЦИЯ №7. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	84
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАПЛАВКИ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ТИТАН-АЛЮМИНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ Ковтунов А.И., Гущин А.А., Плахотный Д.И., Плахотная С.Е.	85
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫБИВКИ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ Некрутов В.Г., Иршин А.В.	93
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СТАЛИ ПРИ МИКРОДУГОВОЙ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ Степанов М.С., Домбровский Ю.М.	100
СЕКЦИЯ №8. ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00).....	105
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПРИГОРОДЕ Порохня А.А., Волчкова А.С.	105
СЕКЦИЯ №9. АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	108
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МИРОВЫХ КОНЦЕПЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Надточий В.Н., Аврамов А.В., Болдинов А.И.	108
СЕКЦИЯ №10. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00).....	111

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Алексеева А.С., Безгласный К.С., Тышкевич А.В., Черныховский Б.А.	111
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ БЕТОНОВЕДЕНИЯ Галкин Ю.Ю.....	115
ИСТОИЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО НОРМИРОВАНИЯ В РОССИИ Лезина Е.П.....	120
РАЗВИТИЕ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ Литиков А.П. ^а , Тюмченкова Г.А. ^б , Жданова Я.А. ^б	126
СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00).....	132
ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКОГО КЛЕЯ ОК72ФТ15 НА ДЕФОРМАЦИИ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОПТИЧЕСКИХ СКЛЕЕННЫХ СБОРОК Кручинин Д. Ю., Бабушкина Д.Н., Сырицин М. П., Гафт Д. Е.	132
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00).....	137
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00).....	137
СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00).....	137
ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ФАЗОВРАЩАТЕЛЬ СИГНАЛОВ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ Абрамов А. П., Кравец Е. В., Петров П. Н.	138
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММНЫМ СПОСОБОМ МИКРОПОЛОСКОВЫХ СПИРАЛЬНЫХ АНТЕНН НА ОСНОВЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ В РЕЖИМЕ ИЗЛУЧЕНИЯ НАНОСЕКУНДНЫХ СИГНАЛОВ Будагян И.Ф., Троицкий А.А.....	144
FREQUENCY FINDING SEARCH METHOD Савашинский И.И.	150
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЖНОГО ПОКРОВА Тюрина М.М., Семенова Е.П.....	155
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....	159
СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М.	159
ЗАМЕНА ИНДУКТИВНОСТИ Скобелев Д.П.	163

СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	166
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	166
СВОБОДНОЕ МЕАНДРИРОВАНИЕ РУСЛА И ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОТОКА В НИЖНЕЙ КУРЕ Гараева Б.А., Алиев В.А.	166
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РЕИНЖИНИРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССА РАБОТЫ ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ Давлеткиреева Л.З., Ролина К.М., Мусин Р.Ф.	168
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	177
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЧАЯ Белова Е. А., Анисимов Э.А., Носова А.Н.	177
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	181
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА В СВАРОЧНОЙ ВАННЕ НА ОСНОВАНИИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ФАЗОВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ РАВНОВЕСИЙ* Коберник Н.В. ¹⁾ , Панкратов А.С. ¹⁾ , Михеев Р.С. ²⁾ , Линник А.А. ²⁾	181
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	185
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	185
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД	186

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Кугультинов С.Д., Красильникова В.А.

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

Применение деталей с рабочими поверхностями сложной пространственной формы является неотъемлемой частью современного машиностроения, к таким деталям относятся матрицы и пуансоны, рабочие поверхности штампов и пресс-форм, что является основой штампового и литейного производств. Производство деталей с пространственно-криволинейными поверхностями отличается технологической сложностью, трудоемкостью и высокой долей ручных доводочных операций.

В машиностроении для изготовления деталей сложной формы из металла обычно применяются механическая обработка, чаще всего фрезерование, на 3х и более координатных станках с ЧПУ с использованием управляющих программ, задающих траекторию движения инструмента.

Движение инструмента при обработке сложных пространственных поверхностей осуществляется по криволинейной траектории. При этом необходимо учитывать не только сложность поверхности, но и параметры удаляемого припуска, форму инструмента, сечение срезаемого слоя. Расчет траектории — одна из наиболее трудоемких вычислительных задач в области проектирования технологии [1]. Автоматизация этого процесса позволит:

- упростить процесс проектирования;
- сократить сроки проектирования;
- снизить трудоемкость и себестоимость продукции.

Решением данной задачи является разработка математической модели расчета траектории движения инструмента при обработке сложных поверхностей. При построении траектории движения учитывается не только сложность обрабатываемой поверхности, но и форма и размеры режущего инструмента. При обработке сложных поверхностей фрезерованием применяются преимущественно цилиндрические или конусные сферические фрезы. Главным параметром таких фрез считается диаметр режущей части, 3-6 мм для черновой обработки, 1-3 мм для чистовой обработки [3].

Рационально для обработки объемных деталей применять метод послойного удаления материала с заданной глубиной резания [2]. Алгоритм построения траектории движения режущего инструмента с учетом формы инструмента:

1) Для каждой поверхности модели строится линия сечения на заданной глубине резания (Рис. 1), определяющую движение инструмента по оси Y;

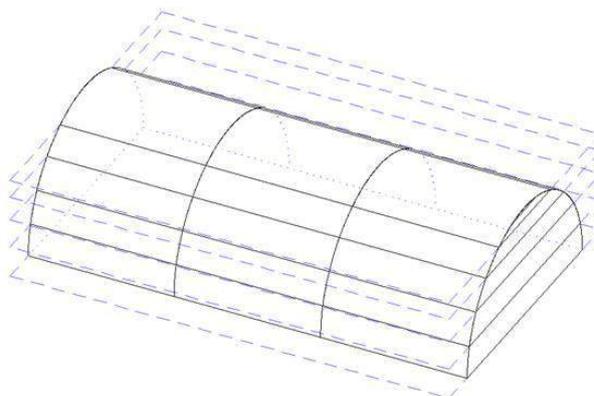


Рис. 1. - Выбор глубины резания.

2) На заданной глубине определяется линия контакта режущего инструмента и поверхности, по координатам поверхности сложной формы 3D модели;

3) Строится плоский контур движения настроечной точки инструмента — эквидистанта. В качестве настроечной точки инструмента выбирается центр сферы режущей части инструмента. На участках поверхности с различной кривизной расстояние от настроечной точки до поверхности может значительно меняться. Поэтому результирующий контур по отношению к контуру сечения, по сути, является эквидистантой переменной ширины (Рис.2);

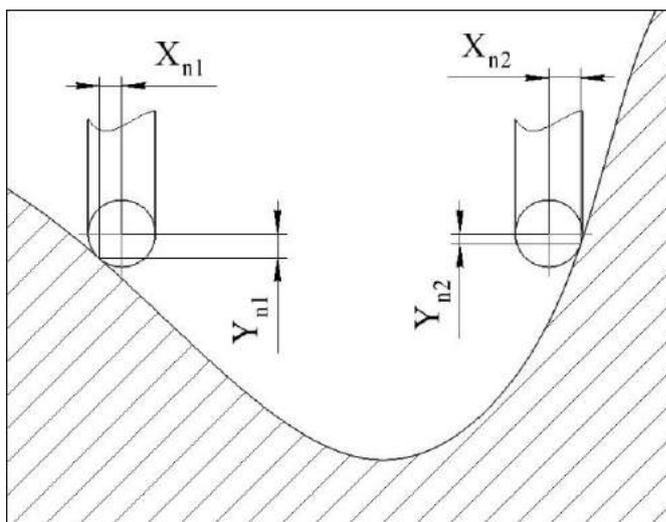


Рис. 2. - Эквидистанта переменной ширины.

4) Полученные кривые сечений объединяются в непересекающиеся многосвязные контуры, определяющие в последствии стратегию обработки.

Таким образом, суть обработки сложных поверхностей сводится к расчету траектории движения настроечной точки режущего инструмента. Траектория движения определяется эквидистантой переменной высоты к профилю требуемой формы поверхности.

При обработке сложной поверхности сферической фрезой величина эквидистанты определяется по точке контакта поверхности и инструмента. Эквидистанта строится по координатам движения настроечной точки режущего инструмента. Для определения координат положения инструмента в каждой точке определяется угол касательной к окружности, представляющей собой сечение сферической режущей части инструмента в точке контакта инструмента и поверхности α .

Если принять координаты точки касания инструмента и поверхности в плоскости ХУ равными $(x_0; y_0)$, то координаты настроечной точки инструмента в данный момент будут равны $(x_0+x; y_0+y)$. Зная угол α радиус сферической части инструмента, мы можем рассчитать координаты как $(x_0+r*\cos\alpha; y_0+r*\sin\alpha)$. И так для каждой точки траектории движения инструмента (Рис.3).

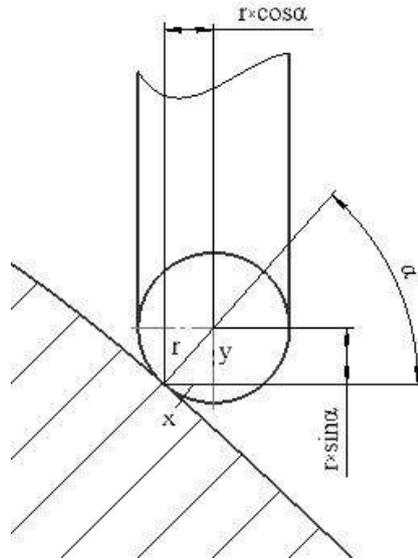


Рис. 3. - Определение координат настроечной точки инструмента.

Таким образом, отталкиваясь от координат точек, составляющий требуемую форму поверхности, мы можем построить траекторию движения настроечной точки режущего инструмента, а затем и математическую модель обработки сложной поверхности.

Список литературы

1. Аверченков В. И. Автоматизация проектирования технологических процессов: учеб. пособие для вузов / Аверченков В. И., Казаков Ю. М. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 229 с.
2. Дружинский И.А. Сложные поверхности: Математическое описание и технологическое обеспечение: Справочник. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985. - 263 с., ил.
3. Справочник по технологии резания материалов. В 2-х кн. Кн. 1. / Ред. нем. изд.: Г. Шпур, Т. Штеферле; Пер. с нем. В.Ф. Колотенкова и др.; Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1985. – 616 с., ил.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ГАЗОПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Салахов Р.Р., Хисматуллин Р.М., Гуреев В.М.

КНИТУ-КАИ, РФ, г. Казань

Введение

Значительная часть России не имеет централизованного тепло- и электроснабжения, так же рост цен на тепловую электрическую энергию повышает интерес к малой энергетике и к технологиям её эффективного использования.

Температура рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) достаточна для обеспечения теплоснабжения горячей водой потребителей, так же получения пара. Коэффициент использования тепла (КИТ) может достигать 86%, вследствие установки системы утилизации тепла (СУТ), которая утилизирует тепло выхлопных газов двигателя, тепло охлаждающей жидкости и моторного масла.

Наиболее распространенный привод подобных энергоустановок – газопоршневой двигатель, имеющий множество достоинств, среди которых: доступность, низкая себестоимость, высокий ресурс работы (до 150 – 200 тыс. часов).

Ведущие мировые производители газопоршневых электростанций Caterpillar и WÄRTSILÄ обеспечили себе устойчивое место на российском рынке электроагрегатов за счет высокой надежности, безотказной работы и удобства в эксплуатации. Однако современные отечественные двигатели в состоянии нарастить свое присутствие на рынке за счет своих традиционных преимуществ – цены, ремонтпригодности, низких эксплуатационных затрат.

Изучение методов численных исследований характеристик мини-ТЭЦ представляет большой интерес. Этим обусловлена тематика данной работы и выбор направления исследований коллектива. Одним из наиболее продвинутых программных комплексов, так называемого, 1D моделирования является платформа LMS Amesim, который представляет собой CAE-пакет для моделирования инженерных и физико-технических систем, где расчет производится, используя численные методы решения дифференциальных уравнений. Программный пакет достаточно распространен на крупных предприятиях зарубежной и отечественной промышленности.

Функциональная модель в программном комплексе LMS Amesim

В данной работе была разработана функциональная модель блока утилизации теплоты мини-ТЭЦ (рис.1). Установка состоит из газопоршневого двигателя КАМАЗ

820.20-200 (2), с системой охлаждения, включающей в себя радиатор (для устранения перегрева установки) с расширительным баком (3), кожухотрубный теплообменный аппарат (ТА) тосол – вода (5), жидкостную помпу (4), а так же ТА использующего выхлопные газы (ВГ) для дополнительного подогрева воды (6).

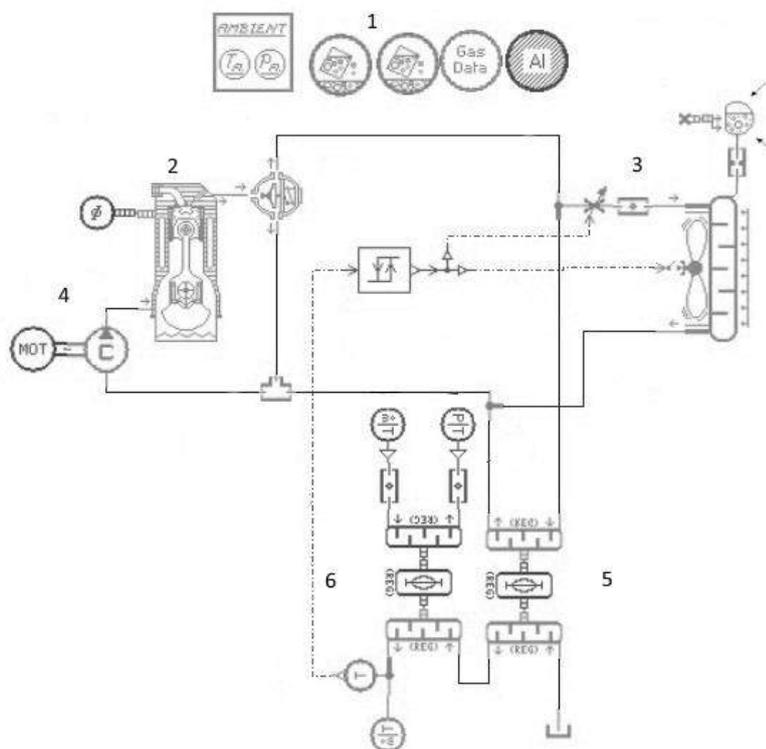
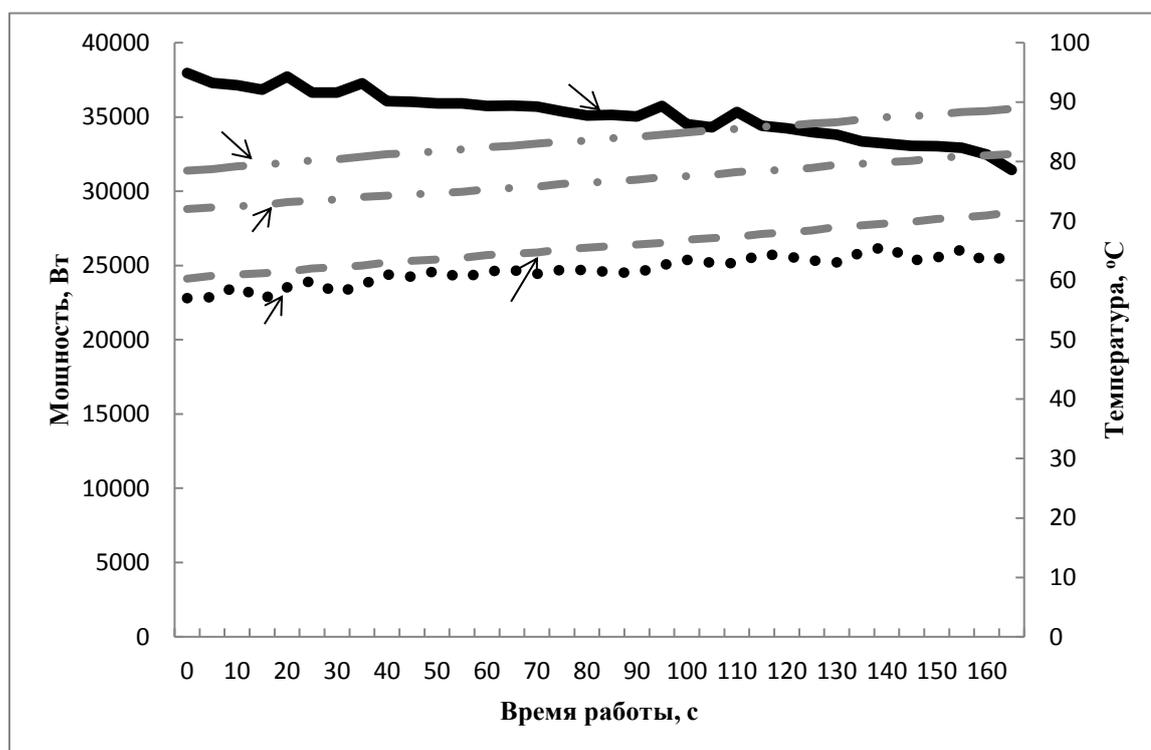


Рисунок 1 - модель блока утилизации газового двигателя.

1 – подмодели, характеризующие свойства окружающей среды, тосола, машинного масла, выхлопных газов и металла; 2 – двигатель; 3 – радиатор с расширительным бачком; 4 – жидкостная помпа с приводом; 5 – ТА тосол-вода; 6 – ТА выхлопные газы – вода.

Модель работает следующим образом. Водяная помпа 4 подает тосол (ОЖ) в рубашку охлаждения двигателя 2, где ОЖ отбирает тепло отводимое от камеры сгорания. Затем тосол направляется в термостатную коробку, где, в зависимости от температуры, направляется либо по малому, либо по большому кругу охлаждения. При достижении температуры 90°C , ОЖ направляется по большому кругу, где будет направлена в зависимости от температуры воды на выходе из ТА ВГ – вода в радиатор (для избежания перегрева системы) или ТА тосол-вода, после чего в помпу и двигатель. Вода после прохождения обоих теплообменников при номинальном режиме работы при 1500 оборотах в минуту будет иметь температуру $90 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

На данной модели произведена серия расчетных исследований характеристик системы утилизации теплоты. Температура воды на выходах из теплообменных аппаратов после симуляции работы установки в течение 1000 секунд приведена в графическом виде на рисунке 2, при условии, что температура воды на входе в установку составляет 60°C, объёмный расход воды 5,5 м³/ч, температура выхлопных газов 450°C, массовый расход выхлопных газов 0,156 кг/с. При данном режиме характерная нагрузка 115 кВт.



1 – мощность ТА1; 2 – мощность ТА2; 3 – температура на входе в ТА1; 4 – температура на выходе из ТА1; 5 – температура на выходе из ТА2

Рис 2 - графики изменения мощности ТА1, ТА2 и температур на входе в ТА1, на выходе из ТА1 и на выходе из ТА2.

Снижение мощности ТА1 при нагрузке 115 кВт объясняется уменьшением перепада температур на входе и на выходе из ТА1 (рисунок 2). В это же время, разница перепад температур на выходе из ТА1 и на выходе из ТА2 остается примерно постоянной, соответственно и мощность ТА2 практически не изменяется.

Заключение

На данный момент работоспособность подтверждена на номинальном режиме работы ДВС, ведутся работы по приближению установки к реальным условиям, в которых будут использоваться разные режимы работы. В ходе работы было отмечено, что LMS Ameism позволяет не только смоделировать работу системы, но и на этапе разработки выявить слабые стороны и найти оптимальные режимы.

Список литературы

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
2. Совершенствование когенерационных энергетических установок путем применения адаптивной системы охлаждения / Гуреев В.М., Салахов Р.Р., Хайруллин А.Х., Салахов И.Р., Сосновский А.П. //Энергетика Татарстана. 2012. №4. С 13-18.
3. Теплообменные аппараты: Учебное пособие / Б.Е. Байгалиев, А.В. Щелчков, А.Б. Яковлев, П.Ю. Гортышов – Казань, 2012. – 180 с.
4. Гимадиев, А.Г. LMS Imagine.lab AMESim как эффективное средство моделирования динамических процессов в мехатронных системах: учебное пособие // А.Г. Гимадиев, П.И. Грешняков, А.Ф. Синяков – Самара, 2014. – 136 с.

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

СОЗДАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО СПРАВОЧНИКА РУССКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА

Лукоянычев А.В.

НГТУ, г. Новосибирск

Жестовый язык (ЖЯ) – один из основных способов общения слабослышащих людей. В общении и в дальнейшей адаптации слабослышащих основную роль традиционно играют специалисты–сурдопереводчики. Современный уровень информатизации и развития компьютерных технологий дает большие возможности для создания и применения автоматизированных систем сурдоперевода. Основой таких систем могут стать мультимедийные приложения с использованием 3D компьютерного персонажа (аватара), демонстрирующего элементы жестового языка.

Созданием подобных систем занимаются и в России, и за рубежом. Одна из главных задач, которую необходимо решать в данном случае – это разработка нотации ЖЯ, подходящей для системы автоматического перевода, представляет собой самостоятельную и очень непростую проблему [1].

Первая система транскрибирования жестов была разработана У. Стокоу [8]. Она состояла из 55 символов, образующих три группы в соответствии с тремя параметрами:

- 1) место выполнения жеста по отношению к телу говорящего;
- 2) форма кисти руки, выполняющей жест;
- 3) траектория движения руки.

Впоследствии был введен четвертый параметр структуры жеста - ориентация рук в пространстве относительно друг друга и корпуса говорящего [4].

Существует несколько других систем нотации жестовых языков, они обладают разной степенью подробности и иконичности и ориентированы на описание различных явлений в жестовых языках.

Широко известной системой транскрипции жестовых языков является Гамбургская система нотации HamNoSys [6]. HamNoSys ориентирована на очень подробное описание жеста. В ней используется около двухсот символов, обозначаются не только место выполнения жеста, форма и траектория движения руки, но и ориентация руки, немануальные жесты (мимика говорящего).

По иному принципу строится транскрипционная система Беркли (BTS) [5]. Жест в транскрипции представляет собой последовательность элементов, снабженных индексами: сначала записывается форма пассивной руки, потом форма активной руки, движение руки, ориентация руки. BTS была разработана для транскрибирования жестового дискурса, поэтому нотация включает в себя символы для обозначения дискурсивного поведения говорящего – различных выражений лица, интенсивности выполнения жестов, пауз, ошибок в выполнении жестов и т.п.

В повседневном применении получила развитие транскрипция Sign writing [9]. Sign writing базируется на принципах, предложенных У. Стоуки. В Sign writing жест не записывается как линейная последовательность символов, а изображается пиктограммой, включающей иконические изображения рук, их движений, их расположения относительно друг друга и говорящего. Транскрипция позволяет точно и наглядно отображать жесты, при этом остается простой для восприятия.

Для русского жестового языка (РЖЯ) предложена нотация, разработанная Л. Димскис [2]. В ее нотации выделяется более 30 конфигураций рук, около 50 характеристик места исполнения жеста и более 70 характеристик локализации [3].

Все предлагаемые нотации имеют свои достоинства и недостатки. Идеальной общепринятой нотации ЖЯ нет. По этой причине ведутся работы по применению всех рассмотренных нотаций. Для РЖЯ наиболее приемлемой транскрипционной системой является нотация Димскис.

Использование нотации Димскис для реализации РЖЯ удовлетворяет многим ограничениям и условиям для автоматизированного компьютерного сурдоперевода:

- ограниченное количество нотаций;
- нотации Димскис являются основными транскрипциями РЖЯ;
- возможность использования анимированного персонажа для отображения РЖЯ;
- символьная запись значительно уменьшает объем словаря и повышает скорость воспроизведения на мобильных устройствах.

Для реализации 3D модели сурдопереводчика (аватара) был выбран мощный графический движок Unity3D, основным преимуществом которого является кроссплатформенность и доступность [7]. Unity3D имеет возможность сборки приложения под несколько популярных операционных систем, как на мобильных устройствах, так и на персональных компьютерах.

В Unity3D сложный анимационный персонаж (аватар) описывается и управляется по частям. Это предполагает древовидную структуру скелета аватара. Рука анимационного персонажа состоит из элементов: ключица, плечо, предплечье, кисть. Unity3D поддерживает связность суставов. В большинстве движений простым сценарием анимационных клипов не обойтись. Для описания иконографической формы руки требуется разработка достаточно сложного сценария, так как при этом описании требуется управление пятью пальцами, которые состоят из запястья, пястья и фаланг пальцев. Например, движение плеча (части руки до локтевого сустава) невозможно без движения ключицы (в плечевом суставе), таким образом, приходится создавать наборы простейших анимаций для создания движения элементов руки.

Разработанное приложение имеет два режима: разработчика и пользователя.

При запуске приложения загружается файл описания сцены с аватаром, находящимся в исходном положении (рис.1). В режиме «Разработчик» доступны для отображения все созданные анимационные файлы. Разработчик имеет возможность создавать сценарии, используя всю иерархию библиотеки от простейших анимаций до составных. При необходимости может перейти в оболочку Unity3D и исправить или создать новый элемент анимации (рис.1).

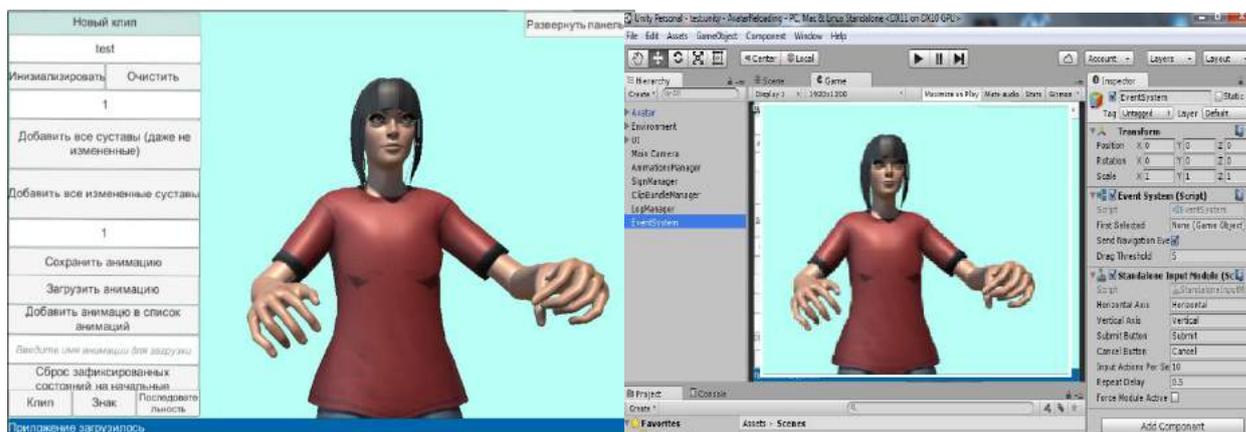


Рисунок 1 Внешний вид приложения и редактирования в Unity3D

Созданный клип записывается в библиотеку символов нотаций Димскис, при этом ставится в соответствие подходящий элемент. Как отмечалось, у данного подхода есть недостатки. Одним из них является в некоторых случаях неоднозначное соответствие клипа нотации. Это предусмотрено в данном режиме работы, возможен подбор нескольких элементов нотации одному клипу. Это усложняет структуру библиотеки клипов, но позволяет реализовать любую комбинацию нотации Димскис.

На основе полученных клипов производится разработка справочника РЖЯ (библиотека знаков) за счет сборки составных клипов или применения уже готовых знаков. Этот уровень работы приложения доступен в режиме «Пользователь».

В режиме «Пользователь» набирается необходимая запись в нотации Димскис, которая в соответствии со структурой библиотеки отбирает необходимые клипы для реализации слова. Сформированные записи могут быть занесены в справочник РЖЯ (библиотека знаков) и в дальнейшем использоваться для составления новых слов и более сложных сценариев.

Использование в качестве исходной информации символов нотации Димскис позволяет реализовать поиск нужного символа по знакам нотации.

В дальнейшем использование «Справочника» предполагается для демонстрации дактилем и слов РЖЯ, а также составных словосочетаний. Предложенный подход на основе нотации Димскис предоставляет возможность создание «Уроков» по определенным темам для обучения РЖЯ.

Список литературы

1. Гриф М.Г., Тимофеева М.К. Проблема автоматизации сурдоперевода с позиции прикладной лингвистики // Сибирский филологический журнал. - 2012. - № 1. - С.211-219.

2. Димскис Л.С. Изучаем жестовый язык: учебное пособие. – М.: Академия, 2002. – 128 с.
3. Зайцева Г.Л. Жестовая речь. Дактилология: Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 192 с.
4. Battinson R. Lexical Borrowing in American Sign Language. Silver Spring: Linstok Press, 1978. 240 p.
5. Hoiting N., Slobin D.. Transcription as a tool for understanding: The Berkeley transcription system for sign language research (BTS) // G. Morgan, B. Woll (eds.). Directions in sign language acquisition. Amsterdam: Philadelphia. 2002. <http://ihd.berkeley.edu/btsforsignlan-guagc.pdf>
6. Prillwitz S., Leven R., Zienert H., Hanke T., Henning J. HamNoSys. Version 2.0; Hamburg Notation System for sign languages: An introductory guide // International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf. Vol. 5. Hamburg: Signum Press, 1989.
7. Smith M. Unity4.X Cookbook / Matt Smith. – Packt Publishing, 2013. – 386 p.
8. Stokoe W. Sign Language Structure: An Outline of the Visual Communication Systems of the American Deaf. New York: University of Buffalo, 1960. 78 p.
9. Sutton V. Lessons in SignWriting: textbook and workbook. La Jolla: Deaf action committee for sign writing, 1999.

**ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО
И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Проскуряков А.В., Ткаченко Т. С.

ИТА ЮФУ, РФ, г. Таганрог

Аннотация: В рамках работы обоснована актуальность компьютерной диагностики, потребность в программных разработках в данной области. Рассмотрены основные этапы процесса диагностики. В качестве примера для рассмотрения выбран метод диагностики состояния параназальных (придаточных) пазух по их рентгенографическим изображениям. Приведены основные методы реализации данных этапов диагностики. Подробно описаны математические модели эталонного и безэталонного методов выявления патологий. Развитие информационного и программного обеспечения в области медицинской компьютерной диагностики может значительно повысить эффективность рентгенодиагностики.

Ключевые слова: система, подсистема, информационное обеспечение, программное обеспечение, диагностика, метод диагностики рентгенографических снимков, фильтрация, сегментация, эталон, математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации.

Методы автоматизированной компьютерной диагностики приобретают все большую важность на современном этапе развития медицины. Данные методы позволяют повысить достоверность, эффективность, объективность, обеспечить формализацию результатов диагностики, а также выявить заболевание на ранних этапах.

В последнее время одним из актуальных направлений развития компьютерных технологий в медицине становится обработка цифровых изображений: улучшение качества изображения, восстановление поврежденных изображений, распознавание отдельных элементов. Распознавание патологических процессов является одной из наиболее важных задач обработки и анализа медицинских изображений[1].

Общей тенденцией в развитии диагностических методов является объективизация результатов обследования, так как зачастую на результаты исследований влияют такие факторы как условия освещения, уровень квалификации персонала, субъективность оценки результатов анализа. Для устранения этих факторов необходимы медицинские автоматизированные системы для диагностики заболеваний [2].

Непосредственно процесс диагностики можно представить в виде следующих основных шагов: фильтрация, сегментация, распознавание и принятие решения.

Предварительная фильтрация необходима, так как исходные изображения не всегда отличаются высоким качеством. Последующие этапы диагностики могут выдать некорректные результаты, если помехи с входного изображения не будут устранены.

Сегментация означает выделение областей на изображении представляющих интерес для исследования.

Этап распознавания заключается в выявлении определенных свойств сегментов. Данные свойства являются базой для анализа, к какому классу отнести исходные данные.

Этап принятия решения необходим, если на этапе распознавания образов применяются несколько алгоритмов и существует возможность, что данные алгоритмы могут дать несогласованные результаты.

Рассмотрим процесс диагностики состояния параназальных (придаточных) пазух по их рентгенографическим изображениям.

Медицинские изображения могут иметь особенности, связанные с физическими принципами, лежащими в основе визуализации. Число квантов, испускаемых рентгеновскими источниками за фиксированный интервал времени, является случайной

величиной, поэтому элемент случайности заложен в самой природе источника излучения. Проходя через исследуемый объект, кванты поглощаются веществом случайным образом. В целях снижения дозы облучения, его мощность снижается, что приводит к увеличению относительного уровня шума[3].

Классические линейные фильтры способны эффективно удалить статистический шум, но степень размытости мелких деталей на изображении может превысить допустимые значения. Намного лучшего результата можно добиться, используя адаптивные фильтры, поведение которых изменяется в зависимости от статистических свойств изображения внутри области действия фильтра [4,5]. Общее уменьшение шума в этом случае сравнимо с уменьшением шума при использовании усредняющих фильтров. Однако изображение, полученное после обработки адаптивным фильтром, является намного более резким. Также применимы билатеральные фильтры, предложенные в работах Томази [6]. Их суть заключается в использовании локальных оценок, адекватных определению контура на изображении и сглаживания таких участков в наименьшей степени.

При выделении контуров происходит замена исходного полутонового изображения преобразованным, в котором вместо исходных яркостей подставлены локальные контурные признаки. Новое изображение должно отвечать определённым требованиям, главное из которых – получение устойчивых результатов контурной обработки. Для решения задачи сегментации хорошо подходит метод Canny. Такой подход устойчив к шуму и демонстрирует в большинстве случаев лучшие результаты по отношению к другим методам [7]. Метод Canny включает в себя четыре этапа: сглаживание, дифференцирование, подавление в точках отсутствия максимума и пороговая сегментация.

Фильтрация и сегментация являются подготовительными шагами. Ошибки при реализации данных этапов могут привести к некорректной классификации на этапе распознавания, а в итоге и к неверным результатам работы. Обработка исходного изображения производится строго последовательно, а также отсутствует возможность возврата на предыдущие этапы обработки, даже если ранее были получены некорректные результаты[7].

Вследствие того что не существует универсального метода сегментации, превосходящего по своим результатам остальные, целесообразно предусмотреть режим работы с ручным выделением информативных областей, для последующего их анализа.

При диагностике состояния параназальных пазух информативными областями изображения будут непосредственно параназальные (придаточные) пазухи носа, а также

глазницы. Данные области представлены на рисунке 1. Области глазниц являются информативными, так как они могут выступать в качестве эталона. Если цветовые оттенки совпадают областей глазниц и придаточных пазух совпадают, то никаких отклонений от нормы не выявлено.



Рисунок 1 – Информативные области

Представим две математические модели отнесения изображения к определенному классу, который выражает степень поражения придаточных пазух носа.

Математическая модель эталонного способа. Рентгенографическое изображение диагностируемого фрагмента представляем двумерной функцией значений интенсивностей яркостей пикселей функция, где X и Y – это пространственные координаты пикселей цифрового исследуемого фрагмента объекта. Фрагмент исследуемого объекта (параназальная пазуха) и его эталон(глазница)можно представить следующими матрицами интенсивности яркости пикселей:

$$X = \begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{vmatrix} \quad Y = \begin{vmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nm} \end{vmatrix}$$

Полученные матрицы отображаем соответствующими гистограммами и их количественными характеристиками, используя технологии статистического анализа, что позволяет реализовать диагностическую модель на основе эталонного сравнения изображений.

Далее представлены основные этапы алгоритма эталонного способа.

На первом этапе вычисляется нормированные гистограммы распределения уровней яркости фрагмента $h_i(r_k)$:

$$h_i(r_k) = \frac{n_k}{n_i},$$

где n_i - общее количество пикселей в заданном фрагменте изображения;

n_k - число пикселей изображения, уровень которых равен r_k .

В результате получаем нормированные гистограммы исследуемого рентгеновского снимка. Сводный график гистограмм позволяет сравнить распределение вероятностей интенсивностей яркости для каждого из фрагментов по отношению к другому и произвести диагностику на основе данной информации. Таким образом, гистограммная модель плотности распределения вероятностей яркости информативных фрагментов позволяет оценить его яркостное распределение, сравнить с другими информативными областями изображения и состояние придаточных пазух.

Вторым шагом является сравнение между собой средних значений:

$$M^*[Y] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i = \bar{Y}_{\text{cp}} \quad \text{и} \quad M^*[X] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \bar{X}_{\text{cp}};$$

Третий этап – сравнение между собой дисперсий:

$$D^*[X] = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_{\text{cp}})^2 \quad \text{и} \quad D^*[Y] = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_{\text{cp}})^2;$$

Оценка состояния пазухи осуществляется посредством отношений математических ожиданий объекта и эталона и с помощью вариационного коэффициента, определяемых отношением среднеквадратичных отклонений к математическим ожиданиям соответственно для каждой гистограмм. Патология пазухи выявлена, если отношение между математическими ожиданиями гистограмм объекта и эталона превышает единицу, а коэффициент вариации лобной пазухи превышает соответствующий коэффициент эталона. Также диагностика может быть осуществлена врачом при наложении гистограмм в одну систему координат.

Недостатком эталонного способа является большая зависимость его результатов от качества исследуемых объектов.

Рассмотрим математическую модель безэталонного способа. Определим термин «изображение» как некий математический объект, обладающий определенными математическими свойствами. При проведении математических операций над изображением по аналогии с эталонным способом предполагаем, что оно существует в цифровой форме и представляется дискретным массивом чисел, образующих матрицу элементов b_{ij} с параметрами (i, j) , где $1 \leq i \leq n$ и $1 \leq j \leq n$. Элементы b_{ij} являются

квадратом (пикселем, апертурой), определяемым неравенством $i - 1 \leq x \leq i$ и $j - 1 \leq y \leq i$ (x, y – пространственные координаты непрерывного изображения). Матрице $[b_{ij}]$ порядка $n \times n$ можно сопоставить изображение, значение яркости которого в квадрате b_{ij} равно постоянной величине \bar{b}_{ij} для каждой пары (i, j) . Элемент цифрового изображения можно представить в виде случайной величины $\bar{b}(i, j)$, а матрицу $n \times n$ как матрицу случайных величин $[\bar{b}(i, j)]$.

Числа b_{ij} принимаем за представителей случайной величины $\bar{b}(i, j)$, распространяем их значение на площадь всего элемента, то обозначения матрицы типичного цифрового изображения будет иметь следующий вид:

$$B_{ij} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix}$$

Совокупность случайных величин яркостей элементов изображения порождает соответствующую ковариационную матрицу, устанавливающую статистические связи между элементами $\Sigma_B = M\{(B - \bar{B})(B - \bar{B})'\}$, где M – оператор математического ожидания, \bar{B} – соответствует среднему вектора $B = \{b_{11}, b_{12}, \dots, b_{ij}, \dots, b_{nn}\}$, $(B - \bar{B})$ – представляет матрицу столбец, а $(B - \bar{B})'$ – матрицу строку. Полученная матрица содержит $n^2 \times n^2$ элементов, диагональные элементы являются дисперсиями отдельных случайных величин, а все остальные элементы соответствуют ковариациям двух случайных величин b_{ij} , взятых при разных сочетаниях i и j . Ковариационная матрица строго симметрична. Полезные свойства изображения могут быть выявлены при анализе автокорреляционной матрицы изображения, которую принято называть матрицей рассеяния, поскольку она характеризует рассеяние дисперсий элементов изображения

$$S_B = \begin{bmatrix} M\{b_{11}^2\} & \dots & M\{b_{11}b_{nn}\} \\ \dots & \dots & \dots \\ M\{b_{nn}b_{11}\} & \dots & M\{b_{nn}^2\} \end{bmatrix}$$

В некоторых случаях матрица Σ_B более удобно выражается через коэффициенты корреляции, которые определяются соотношением $r_{ij} = \sigma_{ij}^2 / \sigma_{ii}\sigma_{jj}$. Тогда J_B будет равна $\Sigma_B = \Gamma_\eta R_K \Gamma_\eta$, где Γ_η – диагональная матрица среднеквадратичных отклонений σ_{ij} , R_K – матрица коэффициентов корреляции r_{ij} . В общем случае изображение представляет случайный процесс, и только в ограниченных сюжетах можно найти участки, подчиняющиеся признакам стационарности и эргодичности. В этом случае Σ_B определяется любой из своих строк или столбцов $\Sigma_B = \sigma^2 R_K'$, где:

$$R_K' = \begin{vmatrix} 1 & r_1 & \dots & r_{n-1} \\ r_1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n-1} & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix} - \text{корреляционная матрица для строк и столбцов, } r_i -$$

коэффициенты корреляции для строк и столбцов[8].

Используя методы математической статистики и матричного счисления можно описать свойства рентгенографических изображений. На основании данных свойств можно выявить патологии в придаточных пазухах носа.

Список литературы

1. Гостюшкин В. В., Косых Н. Э., Савин С. З. Модели и методы обработки медицинских изображений. Хабаровск: Вычислительный центр ДВО РАН, 20с.
2. Бакуткин, В. В. Хромопупиллометрия в оценке состояния зрительного анализатора. Саратов: Саратовский источник 2015. – 227с.
3. Бондина Н. Н., Калмычков А. С., Кривенцов В. Э. Сравнительный анализ алгоритмов фильтрации медицинских изображений. Харьков: Вестник национального технического университета Харьковский политехнический институт. Серия: Информатика и моделирование, – 2012. – 15с.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Москва: Техносфера, 2006. – 1072 с.
5. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов.— М.: Радио и связь,1989. – 440 с.
6. Ширма А. А., Чулюков В. А. Нейросетевые модели адаптивной фильтрации полутонных изображений. Воронеж: Вестник Воронежского института МВД России, 2010. – 185с.
7. Дороничева А.В., Савин С.З. Метод сегментации медицинских изображений. Хабаровск: ФБГУН «Вычислительный центр» ДВО РАН,2015. – 295-296с.
8. Проскураков А. В Реализация способов диагностики заболеваний в медицинской автоматизированной информационной системе поддержки принятия решений. Владимир, Суздаль: Сборник трудов XII Международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2016) 2016, С.303-307

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Савельева Ю.О.

аспирант СамГТУ, РФ, г. Самара

Основное направление развития промышленного предприятия - применение информационных технологий (ИТ), являющихся ядром систем управления жизненным циклом (ЖЦ). Жизненный цикл изделия – это совокупность этапов или последовательность бизнес-процессов, через которые проходит изделие за период своего существования [2]. Понятие бизнес-процесс рассматривается в широком смысле, как совокупность технологических процессов и отдельных операций, которые выполняют некоторые бизнес-задачи, обеспечивают получение прибыли в определенной организационной структуре. Сложность управления информацией обуславливается усложнением продукции, расширением сфер применения, особенностями систем управления, организации баз данных (БД), баз знаний (БЗ), сетей; анализируется существенный объем данных о протоколах обмена информацией.

Все подразделения предприятия должны быть информационно связаны, необходимо своевременное информационное оповещение, возможность оперативного принятия управленческого решения, т.е. необходимо единое информационное пространство (ЕИП), которое чаще всего организовывается в два этапа:

- 1) Реализация автоматизации каждого этапа ЖЦ в отдельности, вся информация должна быть представлена в электронном виде.
- 2) Интеграция автоматизированных процессов и их данных [1].

Создание ЕИП – направление CALS-технологий (Continuous Acquisition and Lifecycle Support), зачастую используется аналог ИПИ (информационная поддержка жизненного цикла изделия), или КСПИ (компьютерное сопровождение и поддержка изделий).

Концепция CALS возникла в 70-80-х годах в США. В процессе развития претерпевала изменения, как следствие, менялась расшифровка аббревиатуры. Изначально предназначалась для управления и сокращения затрат на обслуживание процессов, связанных ЖЦ военной продукции. В 1988 году аббревиатура стала расшифровываться, как Computer-Aided Acquisition and Support («Компьютеризированные Поставки и Поддержка»), направленность CALS стала шире, не ограничиваясь сферой вооружения и военной техники. 1993 год - Computer-Aided Acquisition and Lifecycle Support («Поддержка Непрерывных Поставок и Жизненного Цикла»), направленность на методологии

параллельного проектирования, интегрированную логистическую поддержку, управление конфигурацией и документооборотом. Реже CALS определяли как Commerce At Light Speed («Бизнес в Высоком Темпе»). CALS в справочнике НАТО от 2000 г. определяется как «...совместная стратегия государства и промышленности, направленная на совершенствование существующих процессов в промышленности путем их преобразования в информационно-интегрированную систему управления жизненным циклом

изделий» [10]. На данный момент, CALS представляет собой логически структурированный набор принципов и технологий, реализующих стратегию построения интегрированной информационной среды, поддерживающей жизненный цикл сложных изделий.

В соответствии с положениями CALS/ИПИ бизнес-процессы представлены виртуальной информационной средой, где дается полное электронное описание продукта, среда его создания и среда эксплуатации отображаются в виде систем моделирования процессов и их реализации [8].

Широкое применение получили автоматизированные системы (АС) для реализации целевых установок этапов ЖЦ. Разнообразие АС определяется спецификой задач этапов ЖЦ.

Программные продукты, применяемые на промышленных предприятиях условно можно разделить на две группы:

I. Применение которых не зависит непосредственно от CALS.

Таковыми, например, являются системы автоматизированного проектирования (САПР), к которым относятся:

1. Системы конструкторского проектирования **CAD** (Computer Aided Design). Используются для разработки чертежей, технологической документации, геометрических моделей изделия.

2. Системы функционального проектирования, предназначенные для инженерных расчетов и анализа процесса, его симуляции **CAE** (Computer Aided Engineering). С помощью численных методов помогают оценить поведение компьютерной модели в реальных условиях.

3. Системы технологического проектирования **CAM** (Computer Aided Manufacturing), связанные с использованием ЭВМ, осуществляют процесс автоматизации программирования оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ).

II. Соответственно, зависящие от реализации технологий и стандартов CALS.

Примером, являются системы управления данными об изделии **PDM** (*Product Data Management*), в которых соединены различные технологии, такие как: управление инженерными данными EDM (*engineering data management*), управление техническими данными TDM (*technical data management*), управление информацией об изделии PIM (*product information management*), управление технической информацией TIM (*technical information management*), управление графической информацией. Интегрируют информацию больших массивов данных, представляя ее в структурированном виде.

Промышленные АС чаще всего работают автономно. Однако современными тенденциями построения систем управления ЖЦ являются их интеллектуализация, а также интеграция, т.к. эффективность автоматизации выше при свободном доступе к данным и их обменом разными системами.

Принципы CALS/ИПИ легли в основу концепции PLM (*Product Lifecycle Management*). Существует несколько трактовок PLM:

- 1) Комплекс систем CAE, CAD, CAM, PDM.
- 2) Совокупность только средств информационной поддержки изделия и интегрирования АС предприятия [3].
- 3) Не система и не класс систем, а стратегия предприятий с применением комплексной компьютеризации, базирующейся на ЕИП [3].

Промышленное предприятие представляется единым управляемым организмом. Использование программного обеспечения (ПО), позволяющего решать задачи управления конфигурацией продукции или изделий на протяжении всех этапов ЖЦ, обеспечивает достижение высокого качества продукции.

На данный момент разрабатывается интеллектуальная система Smart PLM, являющаяся модификацией PLM, а точнее надстройкой над традиционной системой, базирующаяся на мультиагентных технологиях.

Управление ЖЦ обеспечивает повышение конкурентоспособности промышленного предприятия в кратчайшие сроки при минимальных затратах расходуемых ресурсов, способствует ориентации предприятия на выпуск более сложной наукоемкой продукции.

Несмотря на эффективность и перспективность использования систем управления ЖЦ, наблюдается резкое отставание в применении технологий и методологий в Российской промышленности по сравнению с Западными предприятиями. Это объясняет следующие факторы:

- 1) Консервативность организаций, которые не готовы к коренным изменениям и серьезным материальным затратам.
- 2) Дефицит квалифицированных кадров.

3) Сложность обмена опытом по интеграции технологий в предприятие и, как следствие, отсутствие кооперации между предприятиями с помощью соответствующих технологий.

4) Статус электронной документации уступает аналогу информации на бумажном носителе.

Список литературы

1. Аверченков, В.И. Инновационный менеджмент: учеб.пособие для вузов/ В.И.Аверченков, Е.Е.Ваимаер. - 2-е изд. – М.:ФЛИНТА, 2011. - 293
2. Бром, А. Е. Современные подходы к проектированию информационно-логистических систем поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции/ А. Е. Бром, В. А. Шутеев - Известия Тульского государственного университета. Технические науки, № 2-2 / 2009.
3. Глухов, В.В. Экономика и менеджмент в инфокоммуникациях: Учебное пособие. Стандарт третьего поколения/В.В.Глухов, Е.С.Балашова — СПб.: Питер, 2012. — 272 с.: ил.
4. Евгениев, Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 420 с.
5. НОРЕНКОВ, И.П. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии/И.П. НОРЕНКОВ, П.К. КУЗЬМИН – МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 320 с.
6. Судов, Е.В. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»; Е.В. Судов, А.И. Левин. – М., 2002.
7. Шандров, Б. В. Технические средства автоматизации : учебник для студ.высш. учеб. заведений / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. — М.:Издательский центр «Академия», 2007. — 368 с.
8. Яблочников, Е.И. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия: учебное пособие / Яблочников, Ю.Н. Фомина, А.А. Саломатина/– СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 180 с
9. Электронная энциклопедия PLM. [Электронный ресурс]/ URL: <http://www.plmpedia.ru> (дата обращения 08.10.2016).
10. NATO CALS Handbook, March 2000, Brussels.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО БЕСПРОВОДНОГО СЕНСОРНОГО УЗЛА

Суханов А.В., Иванов А.В.

НПК «Технологический Центр»

В современном мире беспроводные сенсорные сети (БСС) являются актуальной передовой технологией в области автоматизации процессов сбора информации, мониторинга и контроля характеристик различных технических объектов. Основной проблемой, с которой сталкиваются технические специалисты при обслуживании БСС мониторинга, является постоянная замена аккумуляторов у сенсорных узлов. Современные аккумуляторные батареи практически не изменились по сравнению с постоянно развивающейся вычислительной техникой и электроникой. Разработка и изготовление интеллектуального источника питания (ИИП) для автономного беспроводного сенсорного узла (БСУ) очень актуальна, а также позволит повысить надежность и отказоустойчивость системы мониторинга.

Для создания ИИП было проанализировано энергопотребление нагрузки - БСУ. Энергопотребление БСУ за один энергоцикл в основном состоит из энергии, уходящей на прослушивание эфира, на отправку информации, на спящий режим и выход из спящего режима[1]. Для используемого приемопередающего модуля стандарта IEEE 802.15.4 ZigBee максимальный ток потребления в режиме передачи составляет 250 мА при напряжении 3В, динамический ток потребления управляющего микроконтроллера - 7 мА, ток потребления термокаталитического газового цифрового сенсора в режиме нагрева и измерения не более 50 мА, ток потребления флэш-памяти 5мА.

Для продолжительной автономной работы БСУ потребовалось разработка специализированного ИИП с использованием альтернативного источника энергии, который позволял бы в продолжительный солнечный день самостоятельно зарядить относительно небольшую литий-полимерную аккумуляторную батарею. Согласно требованиям энергопотребления БСУ, был разработан и изготовлен макет ИИП, состоящий из специализированной микросхемы заряда от солнечной батареи, сверхъёмкой тонкопленочной конденсаторной ячейки, микропотребляющего микроконтроллера, высокоэффективного импульсного инвертирующего преобразователя. Использование литий-полимерного аккумулятора дает ряд преимуществ, среди которых высокая энергетическая плотность, низкий саморазряд, отсутствие «эффекта памяти». Макет ИИП, изготовленный по технологии поверхностного монтажа,

представлен на рисунке 1. Согласно проведенным лабораторным испытаниям разработанный макет ИИП обеспечивает общую энергоемкость 8 Вт*час и максимальный импульсный ток 1,2А, заряд от USB или от солнечной батареи.



Рисунок 1 – Макет ИИП для питания БСУ

При разработке макета ИИП была использована специализированная микросхема (СМ) с функцией отслеживания точки максимальной мощности солнечных батарей. СМ имеет функцию защиты от короткого замыкания на аккумуляторе, дополнительно микросхема позволяет регулировать режимы работы в зависимости от температуры аккумулятора, тем самым защищая батарею от перенагревания. СМ отвечает за зарядку аккумулятора от контура с альтернативным источником энергии.

ИИП работает в нескольких режимах – сон, зарядка, режим ожидания, режим нагрузки. ИИП имеет классический способ заряда литий-полимерного аккумулятора, состоящий из трех этапов. Первый — это заряд постоянным током I , второй — заряд при постоянном напряжении U (рисунок 2), третий – постоянное напряжение и переменный ток. На рисунке 2 первый этап необходим в то время, когда напряжение на аккумуляторе U ниже определенного установленного значения. При долгом хранении аккумулятора вследствие саморазряда и/или потребления системы обеспечения функционирования напряжение на аккумуляторе может упасть значительно ниже стандартного. Малый ток заряда I обеспечивает постепенный выход активных электродных материалов на заданные уровни напряжения, при которых они штатно функционируют, после чего включается основной ток заряда. Данный режим призван обеспечить более долгую жизнь аккумулятора при выходе его из заданного диапазона напряжений.

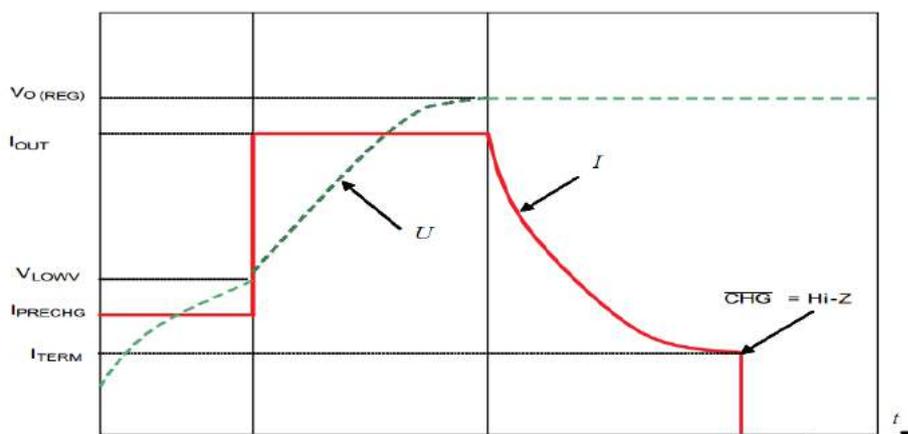


Рисунок 2 - Графики тока и напряжения аккумулятора в режиме зарядки

На втором этапе заряд осуществляется номинальным током I , который измеряется в долях от номинальной емкости аккумулятора. График роста напряжения U на аккумуляторе, показанный на рисунке 2, практически носит линейный характер. На третьем этапе напряжение на батарее U практически максимальное, а ток I уменьшается по экспоненте, это в первую очередь связано с внутренним сопротивлением заряжаемого аккумулятора. Третий этап может быть самым большим по времени.

В состав разработанного ИИП входит специализированная микросхема[2] с выходным интерфейсом I2C для контроля режима работы литий-полимерного аккумулятора с относительно низким током потребления в активном режиме - 103мкА. Цифровая малопотребляющая микросхема индикации уровня заряда использует специализированный алгоритм для замера емкости аккумуляторной батареи, состояния заряда(мА*ч), времени непрерывной работы (мин), время до отключения (мин), напряжения аккумуляторной батареи(мВ), температуры (°C) и состояния здоровья(%).

В состав ИИП входит высокоэффективный (96%) инвертирующий импульсный преобразователь с широтно-импульсной модуляцией. Данный преобразователь повышает напряжение для питания основной части БСУ. На рисунке 3 представлена осциллограмма напряжений: канал С1 – напряжение на аккумуляторе, С2 – выходное напряжение инвертирующего преобразователя, С3 – напряжение на внешнем дросселе инвертирующего импульсного преобразователя.

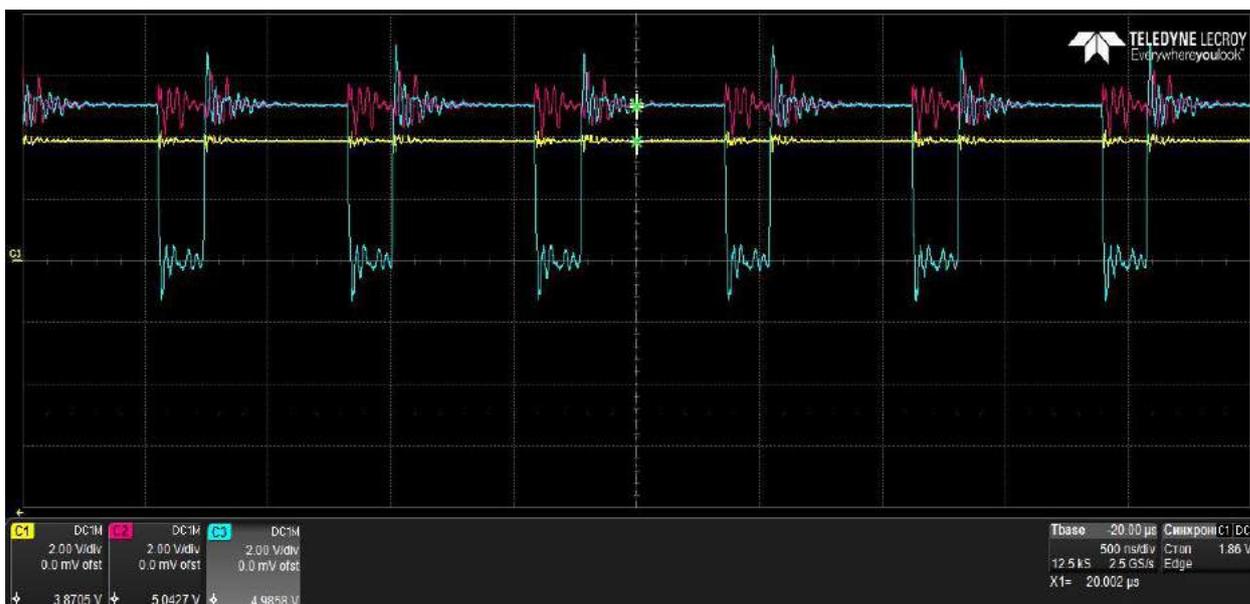


Рисунок 3 – Временная диаграмма напряжений, канал C1-3 2В/дел, 500нс/дел

Управляющий микроконтроллер БСУ, используя последовательную шину данных (I2C), получает информацию от СМ индикации уровня заряда. Периодически информация о состоянии аккумулятора БСУ передается в БСС в качестве служебного пакета. Использование СМ индикации состояния аккумулятора позволяет собрать более детальную информацию о свойствах удаленного конечного спящего узла. Полученная по беспроводной сети информация об ИИП позволяет оператору системы мониторинга вовремя заменить полностью утративший работоспособность аккумулятор.

Возможность питания БСУ от энергии, собранной из окружающей среды ИИП, позволяет разработчикам создавать более надежные системы мониторинга. Разрабатываемый ИИП - это решение для бурно развивающихся в настоящее время БСС. Уникальные характеристики позволяют эффективно использовать маломощные источники энергии для питания автономных устройств, существенно упрощая процесс развертывания сетей беспроводных датчиков и навсегда решая проблему питания удаленных элементов в сети.

Работы выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0134 , уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57714X0134) с использованием оборудования ЦКП «Функциональный контроль и диагностика микро- и наносистемной техники» на базе НПК «Технологический центр».

Список литературы

1. Суханов А.В. , Артемова А.И. , Евмириди А.С. Анализ энергопотребления и энергоэффективности автономных беспроводных сенсорных узлов / Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. Казань, 2015. С. 5-7
2. Texas Instruments. Battery Fuel Gauge Overview, 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ti.com/lscs/ti/power-management/battery-fuel-gauge-overview.page> (дата обращения 1.09.2016)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Хубиева М.Д., Тебуева Ф.Б.

СКФУ, РФ, г. Ставрополь

Аудит информационной безопасности включает в себя процесс получения количественных и качественных оценок текущего состояния защищенности информации на предприятии [4].

Основными задачами аудита информационной безопасности являются:

- обеспечить оценку состояния безопасности информационных систем;
- расчет материальных ресурсов, вложенных в создание системы управления информационной безопасностью;
- оценить возможный ущерб, причиненный в результате осуществления информационных угроз;
- разработка требований для построения политики безопасности.

В настоящее время существует три подхода к осуществлению аудита информационной безопасности [2]: активный аудит, экспертный аудит и аудит на соответствие стандартам. Активный аудит информационной безопасности базируется на исследовании состояния защищенности информационной системы предприятия. При активном аудите предоставляется информация о существующих уязвимостях информационной системы, уровню их критичности и методах устранения. Экспертный аудит базируется на мнении экспертов, которые участвуют в анализе системы информационной безопасности. Этот метод аудита представляет собой подробное описание системы защиты и сравнил ее с некоторой идеальной моделью. По результатам

проведения экспертного аудита составляется отчет о существующих уязвимостях и даются рекомендации по их устранению. При проведении аудита на соответствие стандартам сравнивают состояние системы информационной безопасности с рекомендациями, приведенными в стандартах информационной безопасности. При проведении указанного вида аудита используются стандарты информационной безопасности: руководящие документы Федеральной службы; международные стандарты ISO/IEC. Аудит на соответствие стандартам является обязательным для государственных учреждений обрабатывающие сведения, составляющих государственную тайну.

Для анализа методов аудита информационной безопасности используется SWOT-анализа [1]. В данной работе, SWOT-анализ проводится с целью определения достоинств и недостатков методов аудита информационной безопасности, а также выявления угроз. В таблице 1 приведены результаты SWOT-анализа рассматриваемых 3 видов аудита (активный, экспертный, на соответствие стандартам).

Таблица 1 – Результаты SWOT-анализа 3 видов аудита (активный, экспертный, на соответствие стандартам)

Критерии	Вид аудита		
	Активный	Экспертный	На соответствие стандартам
Угрозы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость необходимого программного обеспечения. 2. Для каждой системы необходимо выбрать программное обеспечение для проведения аудита 3. Возможны ошибки в используемом программном обеспечении 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие автоматизации процесса. 2. Необходимость доверять экспертом. 3. Высокие требования к компетентности экспертов. 4. Есть противоречия во мнениях экспертов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большое количество юридических документов 2. Нормативно-правовая база постоянно совершенствуется. 3. Противоречия в юридических документах. 4. Невозможно выполнить аудиторские полномочия силами самой организации.
Возможности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокий спрос на рынке. 2. Аудит может осуществляться сотрудниками подразделения информационной безопасности предприятия. 3. Автоматизировать большую часть работы экспертов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие необходимых юридических документов. 2. Проверка может быть выполнена сотрудниками предприятия подразделений информационной безопасности 3. Возможность 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сертификат безопасности выдается в результате аудита для улучшения имиджа компании. 2. В требованиях нормативных документов находят отражение лучшие практические выводы экспертов 3. Высокий спрос на

		автоматизировать процесс аудита	рынке
Сильные стороны	<ol style="list-style-type: none"> 1. Автоматизация процесса аудита. 2. В ходе проведения аудита не требуется участия сотрудников компании. 3. Возможно проведение стресс-тестирования для определения производительности и устойчивости системы. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Никакого дополнительного ПО. 2. На время проведения ревизии не нужно останавливать работу системы 3. Ревизия исходит из угроз информационной безопасности, что позволяет охватить большое количество уязвимостей 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Порядок проведения аудита регламентируется нормативными актами, в которых присутствует описание отчетных документов. 2. Никакого дополнительного ПО 3. Не требуется прекращение работы системы в ходе проведения аудита.
Слабые стороны	<ol style="list-style-type: none"> 1. Требуется дополнительное программное обеспечение. 2. На момент проведения проверки необходимо остановить систему. 3. Аудит направлен на выявление только известных уязвимости. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокие требования к качеству информации. 2. Процесс аудита отнимает много времени. 3. Сотрудники организации принимают участие в проверке. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сотрудники организации должны быть вовлечены в процесс проведения аудита 2. Каждый раз при изменении системы необходимо провести аудит. 3. Высокие требования к качеству информации, 4. Процесс аудита отнимает много времени.

Для перехода от качественных оценок к количественным для приведенных в таблице 1 определены следующие значения:

- коэффициент важности фактора (F_{imp_i});
- наблюдаемое значение влияния фактора (F_{inf_i});
- степень неопределенности суждения (F_{prob_i}).

Значимость каждого фактора вычисляется по формуле:

$$F_{val_i} = F_{inf_i} \times F_{prob_i}.$$

Тогда общая сумма значимости всех факторов для каждого параметра имеет вид:

$$Val = \sum_{i=1}^n F_{imp_i} \times F_{val_i}.$$

Результаты вычисления параметров для каждого метода аудита информационной безопасности компании представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значимости параметров

Достоинства и недостатки параметров	Активный аудит	Экспертный аудит	Аудит на соответствие стандартам
Сильные стороны	112,75	137,15	98,70
Слабые стороны	147,20	147,00	154,35
Возможности	174,80	184,95	163,80
Угрозы	165,45	181,70	184,40

Из таблицы 2 видно, что самые перспективные показатели у экспертного аудита.

При проектировании экспертной системы выполняются следующие шаги.

1. Определяются основные угрозы информационной безопасности и производится их классификация.
2. Для каждой угрозы информационной безопасности определяется список уязвимостей, через которые эта угроза может быть реализована.
3. С помощью информационной безопасности для каждой уязвимости определяется список требований, которые должны быть выполнены, чтобы избежать осуществления угрозы.
4. Каждому запросу присваивается вес, выражающий степень важности требований.

Таким образом, экспертная система состоит из модулей, которые включают в себя требования безопасности, предъявляемые к каждой уязвимости. Экспертная система выбирает модули, участвующие в процессе аудита информационной безопасности, в зависимости от того, из каких угроз будет проанализирована информационная безопасность [3].

Процесс проведения аудита можно разделить на четыре этапа:

- регулирование развития аудита;
- сбор данных;
- анализ данных;
- разработка рекомендаций по повышению уровня защиты.

На основании статьи, в которой проанализированы методы аудита информационной безопасности, можно сделать вывод, что для повышения качества аудита целесообразно применять экспертные системы. Использование экспертных систем позволит, с одной стороны, компания-подрядчик для проведения самого аудита клиента, но эксперты в области безопасности приветствуются только в критических ситуациях; с другой стороны, для компаний аудита экспертной системы могут выступать в качестве инструмента для ускорения процесса аудита и упростить работы эксперта. Частота проверок зависит от того, как часто информационная система предприятия возмещать

убытки - при добавлении нового оборудования, изменение приложения и системного программного обеспечения. С помощью регулярного проведения аудита уровень безопасности информационной системы будет достаточно высока [2].

Список литературы

1. SWOT-анализ: методики проведения и возможности применения на российских предприятиях / А. Н. Гвозденко // Маркетинг и маркетинговые исследования. - 2006. - № 2. - С. 144-156.
2. Дубинин Е.А., Тебуева Ф.Б., Копытов В.В. Оценка относительного ущерба безопасности информационной системы. – М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 192 с.
3. Забокрицкий Е.И., Заводнов В.С., Минкина Т.В. Предпосылки угроз информационной безопасности объекта/ Сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции «Студенческая наука для развития информационного общества», Ставрополь, 14-18 декабря 2015, Ставрополь: Издательство СКФУ, 2015. – С. 181-182.
4. Курило А.П., Зефилов С.Л., Голованов В.Б. и др. Аудит информационной безопасности.– М.: Издательская группа «БДЦ-пресс», 2006 г.

СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЁТ ПОГРЕШНОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Прохоров В.Г., Рогозин Г.И., Испирян Н.В.

Тверской государственный технический университет

Аннотация: в статье рассмотрен вопрос автоматизированного определения составляющих погрешности механической обработки резанием, обусловленных выбором компонентов технологической системы операции и условиями их использования; предложен и показан на примере использования алгоритм быстрого и мобильного набора возможных решений, определяющих основные параметры точности технологической операции для конкретных производственных условий.

Ключевые слова: операционная точность, автоматическое вычисление погрешностей, мобильность и производственные условия.

Актуальность быстрой и мобильной разработки технологической операции становится всё более острой с развитием технологии механообработки резанием, с одной стороны, и расширением возможностей САПР технологических процессов, с другой стороны. Объективный и быстрый выбор параметров технологической операции, определяющих её точность, востребован необходимостью сокращения сроков технологической подготовки производства.

Метод определения этих параметров с возможностью их мобильного варьирования составляет основу алгоритма для разработки программы автоматизированного проектирования процессов механообработки, учитывающих полные технологические возможности конкретного производства. Обоснованно и рационально выбранные компоненты технологической системы определяют технологическую надёжность процесса обработки и эффективность использования техники.

Важнейшим качеством технологической надёжности механообработки является обеспечение заданной точности операционных размеров. Математической моделью этого условия служит аналитическое выражение технологического баланса точности, которое за последние пять-шесть десятилетий заметно изменилось и теперь устойчиво реализует метод вероятностного сложения составляющих погрешностей обработки, как случайных величин с учётом особенностей их закона распределения.

На кафедре технологии и автоматизации машиностроения Тверского государственного технического университета (ТвГТУ) обоснована и используется в учебном процессе и НИР [1] модификация аналитического выражения технологического баланса точности, представленная уравнением: $T(A) = \{1, 2\xi_{\sigma}^2(A) + \xi_z^2(A) + \xi_{и}^2(A) + \xi_{пс}^2(A) + \xi_o^2(A) + \xi_n^2(A) + [K * \omega(A)]^2\}^{0,5}$. Здесь: $T(A)$ – операционная точность размера A ; $\xi_{\sigma}(A)$ – погрешность базирования заготовки (смещение границы размера A , не изменяющей своего положения в результате данной операции, но занимающей различное положение для каждой заготовки из партии обрабатываемых деталей); $\xi_z(A)$ – некомпенсируемая погрешность, вызываемая закреплением заготовки; $\xi_{и}(A)$ – погрешность износа опоры (установочного элемента); $\xi_{пс}(A)$ – погрешность положения основной конструкторской базы приспособления относительно соответствующей вспомогательной конструкторской базы на станке; $\xi_o(A)$ – погрешность положения технологической опоры (установочного элемента) относительно основной конструкторской базы приспособления в направлении размера A ; $\xi_n(A)$ – погрешность положения настроечного элемента (элемента для размерной настройки станка: установка,

шаблона и т.п.) относительно технологической опоры в направлении выдерживаемого размера; $\omega(A)$ – экономическая статистическая точность метода обработки, выбранного для достижения точности операционного размера в конкретных производственных условиях; коэффициент K – расчётный коэффициент, учитывающий долю составляющих общей погрешности, обусловленных использованием приспособления, и выведенных из состава статистической точности, и отдельно представленных в подкоренном выражении. В технической литературе предложено принимать значение $K=0,6\div 0,8$; в предлагаемом расчёте этот коэффициент вошёл в алгоритм расчёта функцией $K(m, n)$, где m – число погрешностей, сопровождающих процесс размерной настройки станка и непосредственно процесс обработки (эти составляющие остались в составе ω), а n – число вынесенных в подкоренное выражение погрешностей (сюда не входит погрешность базирования, так как её нет в составе статистической точности).

Алгоритм решения представленного баланса операционной точности, положенного в основу разработанного на кафедре ТАМ программного продукта [2], предусматривает возможность многократного мобильного перебора выделенных составляющих общей погрешности обработки с фиксацией результатов для последующего выбора варианта, выгодно соответствующего производственным условиям. Исходной величиной (целевой функцией) является заданная технологическим процессом точность операционного размера, по которому ведётся расчёт. Все вычисления производятся автоматически, полностью используя диапазон возможных значений определяемых погрешностей в пределах заданной точности обработки. Таким образом, достигается оптимальность решения, которая, с одной стороны, фиксируется автоматической реализацией уравнения баланса точности, с другой стороны, системным подходом при выборе и назначении требований по точности средств технологического оснащения. Таким образом, алгоритм программы позволяет разработчику операции мобильно оценивать и варьировать выбор таких параметров, как точность метода обработки, погрешность базирования, точность конструкции станочного приспособления по двум замыкающим размерным цепям (технологическая опора – основная конструкторская база приспособления и технологическая опора – рабочая поверхность настроечного элемента, в виде установа, копира, шаблона, кондукторной втулки) и другие. При этом, разработчик операции опирается на конкретные производственные условия, то есть, в его распоряжении известный парк станков, с конкретными технологическими возможностями, определённая базисная система технологической оснастки, технический уровень производства и его обслуживания.

Предлагаемая программа выполнена на языке программирования Си Шарп. Экранная форма программы показана на рисунке 1.

**Расчёт приспособления на точность изготовления
в направлении получаемого размера**

T

Вычисляемые параметры

ω

k

ξ_b

ξ_z

ξ_u

$\xi_{п.с.}$

ξ_o

ξ_n

Расчётная формула

$$T = 1,2 \sqrt{\xi_0^2 + \xi_z^2 + \xi_u^2 + \xi_{п.с.}^2 + \xi_o^2 + \xi_n^2 + (k\omega)^2}$$

где T - допуск на размер
 ω - статистическая точность обработки
 k - вычисляемый коэффициент
 ξ_b - погрешность базирования
 ξ_z - погрешность закрепления
 ξ_u - погрешность износа установочных элементов
 $\xi_{п.с.}$ - погрешность положения приспособления на станке
 ξ_o - погрешность положения опоры
 ξ_n - погрешность настроечного элемента

Результаты предыдущих расчётов:

T	ω	k	ξ_b	ξ_z	ξ_u	$\xi_{п.с.}$	ξ_o	ξ_n

Рис. 1 Экранная форма программы

Здесь, слева расположены параметры технологической операции, как варьируемые составляющие баланса операционной точности. Верхнюю строчку занимает допуск **T** операционного размера, по которому производится определение основных параметров операции. На второй и третьей строчке находятся, соответственно, статистическая экономическая точность обработки, обусловленная методом обработки, и оговоренный выше, расчётный коэффициент **K**. Ниже на форме, представлены последовательно составляющие погрешности обработки. Их наименования указаны на форме программы справа под расчётной зависимостью и соответствуют рассмотренному выше выражению баланса технологической точности операции.

Алгоритм программы позволяет автоматически получить исходное предложение (по основным параметрам), соответствующее заданной (технологическим маршрутом) операционной точности. Пусть точность операционного размера задана и составляет 0,3 мм. Это значение указываем на экранной форме, нажимаем на кнопку «рассчитать» и получаем первый вариант раскладки допустимых операционных параметров,

появившийся на экранной форме (рис. 2). Оценка полученного результата относится к началу детальной разработки операции, когда принимаются пошаговые решения в отношении конкретных значений каждой составляющей погрешности. Этим значениям соответствует выбор схемы базирования заготовки и приспособления, при этом

Расчёт приспособления на точность изготовления в направлении получаемого размера

T

Вычисляемые параметры

ω	0,238887426076536	✗
k	0,74	
ξ_b	0,0721687836487032	✗
ξ_z	0,0721687836487032	✗
ξ_u	0,0721687836487032	✗
$\xi_{п.с.}$	0,0721687836487032	✗
ξ_o	0,0721687836487032	✗
ξ_n	0,0721687836487032	✗

Расчётная формула

$$T = 1,2 \sqrt{\xi_b^2 + \xi_z^2 + \xi_u^2 + \xi_{п.с.}^2 + \xi_o^2 + \xi_n^2 + (k\omega)^2}$$

где T - допуск на размер
 ω - статистическая точность обработки
 k - вычисляемый коэффициент
 ξ_b - погрешность базирования
 ξ_z - погрешность закрепления
 ξ_u - погрешность износа установочных элементов
 $\xi_{п.с.}$ - погрешность положения приспособления на станке
 ξ_o - погрешность положения опоры
 ξ_n - погрешность настроечного элемента

Результаты предыдущих расчётов:

T	ω	k	ξ_b	ξ_z	ξ_u	$\xi_{п.с.}$	ξ_o	ξ_n

Рис. 2. Начальный, усредненный расклад погрешностей обработки, предлагаемый алгоритмом программы в ответ на заданную точность обработки

определяется способ закрепления заготовки, принимаются требования к точности изготовления приспособления, определяется способ размерной настройки станка, устанавливается регламент контроля износа установочных элементов и решаются другие, сопутствующие вопросы.

Полученное на рисунке 2 предложение не учитывает, очевидных для опытного разработчика нулевых значений некоторых погрешностей, но даёт представление о средней величине погрешности, как, если бы никаких предварительных решений по операции ещё нет. Однако, обычно нулевые погрешности оказываются известными из операционного эскиза маршрутного техпроцесса, и тогда они могут быть приняты и указаны на расчётной форме одновременно с операционной точностью. Поэтому, уже на первом шаге разработки операции можно было бы установить выбранные нулевые

значения. Предположим, что нулевые значения принадлежат погрешности закрепления заготовки и погрешности положения приспособления на станке. Для погрешности закрепления это так, если направление усилия закрепления заготовки перпендикулярно направлению расчётного размера, или если привод зажимного устройства механизирован (тогда смещение заготовки под действием силы зажима компенсируется смещением инструмента при размерной настройке). Погрешность положения приспособления равна нулю, когда в направлении получаемого размера зазор между основной конструкторской базой приспособления и соответствующей вспомогательной конструкторской базой станка отсутствует, как например, для операционного размера, перпендикулярного к основанию тисков, расположенных на столе станка. Чтобы при этом вычислить возможные значения ненулевых погрешностей, нажимаем на кнопку «новый расчёт» и на чистой форме устанавливаем точность обработки (0,3 мм), нулевые значения для погрешностей закрепления и положения приспособления на станке, и нажимаем кнопку «рассчитать» (рис.3). Одновременно с новыми результатами расчёта открывается таблица предыдущих результатов. Эта таблица позволяет не терять из вида предыдущий вариант, и приобретает важное значение, когда на ней будут зафиксированы не промежуточные, а набор конечных значений расчётного варианта. Анализ набора полных решений в условиях конкретного производства позволит выбрать лучший из них или продолжить поиск.

Расчёт приспособления на точность изготовления в направлении получаемого размера

Т

Вычисляемые параметры

ω	<input type="text" value="0,236157521110208"/>	✗
k	<input type="text" value="0,82"/>	
ξ_b	<input type="text" value="0,0790569415042095"/>	✗
ξ_z	<input type="text" value="0"/>	✗
ξ_u	<input type="text" value="0,0790569415042095"/>	✗
$\xi_{п.с.}$	<input type="text" value="0"/>	✗
ξ_o	<input type="text" value="0,0790569415042095"/>	✗
ξ_n	<input type="text" value="0,0790569415042095"/>	✗

Расчётная формула

$$T = 1,2 \sqrt{\xi_b^2 + \xi_z^2 + \xi_u^2 + \xi_{п.с.}^2 + \xi_o^2 + \xi_n^2 + (k\omega)^2}$$

где Т - допуск на размер
 ω - статистическая точность обработки
 k - вычисляемый коэффициент
 ξ_b - погрешность базирования
 ξ_z - погрешность закрепления
 ξ_u - погрешность износа установочных элементов
 $\xi_{п.с.}$ - погрешность положения приспособления на станке
 ξ_o - погрешность положения опоры
 ξ_n - погрешность настроечного элемента

Результаты предыдущих расчётов:

Т	ω	k	ξ_b	ξ_z	ξ_u	$\xi_{п.с.}$	ξ_o	ξ_n
0,3	0,23888...	0,74	0,07216...	0,07216...	0,07216...	0,07216...	0,07216...	0,07216...

Рис. 3. Результаты расчёта после задания погрешностей с нулевыми значениями.

Приведём примерный ход оценки и принятия решений на данном и последующих этапах расчёта и выбора основных параметров операции механообработки при обеспечении операционной точности размера A , $T(A)=0,3$ мм.

Например, предложенная (рис. 2) точность метода обработки ($\omega=0,236$ мм) достаточно близка к операционной точности, и если данные паспортизации статистической точности цехового парка станков позволяют её реализацию, то переходим к оценке следующего по приоритету параметра. Если это не так, то анализ и поиск варианта продолжится заданием целесообразного практического значения статистической точности ω , соответствующего производственным условиям. Как показывает практика разработки станочных приспособлений, следующим важнейшим расчётным параметром является погрешность базирования, поскольку она обусловлена маршрутным техпроцессом, и от неё непосредственно зависит сложность приспособления и удобство установки заготовки, а в итоге, трудоёмкость технологической операции. Оценим предложенное расчётом значение погрешности базирования, которое традиционно определяется на этапе разработки маршрутного технологического процесса и принимается меньше или равным разности $(T-\omega)$. В нашем случае $(T-\omega)=0,0638$ мм $<\xi_b$ и следовало бы

полученное значение уменьшить. Однако, вероятностный метод её определения предлагает дозволённый технологическим балансом точности полученный результат. Более того, можно было бы анализировать ещё большее значение погрешности базирования: нажать кнопку «новый расчёт», установить вновь принятые значения ω и ξ_b и нажать кнопку «рассчитать». Если новое значение окажется недопустимым, появится сообщение об ошибке. Если бы расчёт по данной программе предложил значение погрешности базирования меньший, чем разность $(T-\omega)$, то можно указать его значение, соответствующее технологическому маршруту. Далее, при установленном значении статистической точности ω следовало бы нажать на кнопку «рассчитать» и получить новое предложение по остальным составляющим, учитывающее создавшийся запас. В нашем примере согласимся с предложенными программой значениями ω и ξ_b и продолжим расчёт, чтобы определиться с оставшимися погрешностями. Через кнопку «новый расчёт» очищаем экранную форму и восстанавливаем в расчётных ячейках уже принятые данные (округлив для удобства значения ω и ξ_b : $\omega(A)=0,24\text{мм}$ и $\xi_b(A)=0,08\text{мм}$). Теперь, обратимся к оценке и выбору оставшихся составляющих. Варьирование погрешностью износа технологической опоры, то есть, установочного элемента, как правило, может осуществляться в широком диапазоне. Уменьшение погрешности износа установочных элементов можно достигать за счёт обеспечения требуемой износостойкости их опорных поверхностей и за счёт снижения величины критического износа, который регулируется частотой и затратами на смену установочных элементов. Необходимые параллельные расчёты при известной форме поверхности износа и годовой программе выпуска изделий не требуют заметных затрат времени. Пусть эти расчёты показали, что можно ориентироваться на значение $\xi_n=0,03\text{мм}$, то есть, заметно меньшее, чем предложено программой ($\xi_n=0,079\text{мм}$; рис.3). Погрешности, характеризующие точность конструкции приспособления в направлении выдерживаемого размера, наоборот, для обеспечения их предела требуют, как правило, трудоёмких технологических приёмов, диктуемых результатами расчёта технологических и конструкторских размерных цепей. Точность приспособления достигается выбором точности базисной части приспособления и установочных элементов технологической наладки, которая является съёмной частью станочного приспособления и требует специфических правил её содержания и эксплуатации. Поэтому дальнейший расчёт целесообразно строить на выборе большего значения допустимой погрешности изготовления приспособления. Но в приведённом уравнении технологического баланса точности содержатся две таких погрешности: ξ_o и ξ_n . Более длинной размерной цепью (содержащей большее число составляющих звеньев), и следовательно, определяющей более жесткие требования по

точности изготовления приспособления, обычно оказывается цепь между технологической опорой и рабочей поверхностью настроечного элемента. Точность этой цепи определяется погрешностью положения настроечного элемента ξ_n (например, установка). Если же размерная настройка станка осуществляется непосредственным контролем расстояния положения инструмента от технологической опоры приспособления или производится вне станка, то указанная размерная цепь отсутствует. Тогда оценивается погрешность положения опоры ξ_o , соответствующая направлению расчётного операционного размера, и её значение заносится на экранную форму. Но в нашем случае (для обеспечения точности размера A) погрешность положения настроечного элемента не равна нулю. Поэтому, задаёмся её значением, отталкиваясь от значения, предложенного программой, и принимая во внимание способ настройки и число составляющих звеньев размерной цепи (в предполагаемой конструкции приспособления). В соответствии с приведёнными оценками возможных вариантов установим на форме новые значения погрешности износа и погрешности положения настроечного элемента: $\xi_{и}(A)=0,03$; $\xi_n(A)=0,1$. Нажимаем кнопку «рассчитать» и получаем результат, показанный на рисунке 4.

Расчёт приспособления на точность изготовления в направлении получаемого размера

Т

Вычисляемые параметры

ω	<input type="text" value="0,24"/>	✘
k	<input type="text" value="0,82"/>	
ξ_b	<input type="text" value="0,08"/>	✘
ξ_z	<input type="text" value="0"/>	✘
$\xi_{и}$	<input type="text" value="0,03"/>	✘
$\xi_{п.с.}$	<input type="text" value="0"/>	✘
ξ_o	<input type="text" value="0,080434818331367"/>	✘
ξ_n	<input type="text" value="0,1"/>	✘

Расчётная формула

$$T = 1,2 \sqrt{\xi_o^2 + \xi_z^2 + \xi_{и}^2 + \xi_{п.с.}^2 + \xi_o^2 + \xi_n^2 + (k\omega)^2}$$

где Т - допуск на размер
 ω - статистическая точность обработки
 k - вычисляемый коэффициент
 ξ_b - погрешность базирования
 ξ_z - погрешность закрепления
 $\xi_{и}$ - погрешность износа установочных элементов
 $\xi_{п.с.}$ - погрешность положения приспособления на станке
 ξ_o - погрешность положения опоры
 ξ_n - погрешность настроечного элемента

Результаты предыдущих расчётов:

Т	ω	k	ξ_b	ξ_z	$\xi_{и}$	$\xi_{п.с.}$	ξ_o	ξ_n
0,3	0,23888...	0,74	0,07216...	0,07216...	0,07216...	0,07216...	0,07216...	0,07216...
0,3	0,23615...	0,82	0,07905...	0	0,07905...	0	0,07905...	0,07905...

Рис. 4. Результат расчёта погрешностей, характеризующих один из возможных вариантов структуры технологического баланса точности механообработки

Погрешность положения опоры оказалась близкой погрешности положения рабочей поверхности настроечного элемента: $\xi_0=0,08\text{мм}$. При необходимости продолжить поиск другого варианта нажимаем на кнопку «новый расчёт»; тогда, уже найденный результат будет зафиксирован в таблице «результаты предыдущих расчётов».

Таким образом, автоматизированный расчёт параметров технологической операции становится средством мобильного поиска лучшего варианта из многочисленных решений важнейшей задачи разработки технологической операции, решаемой на этапе технологической подготовки производства.

Список литературы

1. Вопросы разработки станочного приспособления / Прохоров В.Г. Рогозин Г.И. Королёв А.А. // Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твёрдых тел, деталей технологического и энергетического оборудования. 2012. №5. С. 61-66.
2. Расчёт на точность изготовления станочного приспособления / Прохоров В.Г., Алонзов А.Е. // Свидетельство по государственной регистрации программы для ЭВМ №2014614652 от 05 мая 2014 г.

ЕЩЕ РАЗ О СИСТЕМЕ «ДВС-МАСЛО»

Удлер Э.И., Исаенко В.Д., Исаенко А.В., Исаенко П.В.

ТГАСУ, РФ, г. Томск

В процессе эксплуатации автотракторной техники свойства и состояния моторных масел по сравнению с исходными могут резко изменяться, как по причине естественного протекания физических и химических процессов, так и вследствие образования и накопления в них механических примесей: продуктов износа и загрязнения. Для поддержания масел в пределах, не наносящих ущерба работоспособности двигателям, в систему смазки включают средства очистки масла.

Научные и промышленные коллективы многих зарубежных стран и нашей страны вторую половину прошлого столетия работали над созданием наиболее эффективных средств очистки масла бензиновых и дизельных двигателей автомобилей и тракторов. Из множества предложений в части типизации, конструкции и схем включения в систему смазки наиболее эффективным вариантом для дизелей КамАЗ-740, получивших широкое

применение, явилась схема включения в полный поток фильтра тонкой очистки с двумя бумажными элементами и на ответвлении – центробежный масляный фильтр (центрифугу). При работе на масле М8(10)Г₂К такая схема обеспечивала заданный уровень качества масла и состояние механизмов дизелей на необходимом уровне за наработку между очередным ТО-2 в соответствии с регионом эксплуатации [1, 2].

К концу прошлого и началу нового столетия резко возросли требования к чистоте выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС), в том числе и отечественных, отравляющих атмосферу земли. Потребовались новые изыскания в части моторных масел российского производства с улучшенными экологическими характеристиками и совершенствования конструктивных элементов тех же дизелей, доводя систему «ДВС-масло-топливо» до норм Евро. В результате разработана целая гамма моторных масел на минеральной и синтетической основе, качество которых удовлетворяет предписаниям ГОСТ Р 41.49–99 (Правила ЕЭК ООН № 49).

Отечественная автомобильная промышленность наладила производство дизелей класса Евро с использованием моторных масел соответствующего класса. Одной из характерных особенностей дизелей КамАЗ Евро является отсутствие в системе смазки центрифуги. Считается, что высокоэффективные присадки сводят к минимуму содержание механических примесей в тандеме с двумя фильтроэлементами грубой и тонкой очистки.

Увы, если дизели класса Евро и дошли до глубинки, то моторные масла экологического класса либо не успевают наполнять рынок, либо это подделки, которые отличить от брендовых без специальной лаборатории не представляется возможным, но которые по стоимости им соответствуют. Либо, что греха таить, многие потребители, не имея знаний в области химмотологии (науке об эксплуатационных свойствах, качестве и рациональном применении в технике топлив, масел, смазок и спецжидкостей), исходят из принципа «какая разница – масло да масло» и заправляют дизели привычным для них маслом М8(10)Г₂К, нередко допуская пересортицу с Евро.

Авторы настоящей работы провели сравнительные испытания свойств и состояний системы «ДВС-масло» дизелей КамАЗ 740.61 (Евро-3) при работе автомобилей в условиях реальной эксплуатации в зимнее время. Пробы моторного масла отбирались периодически между очередными ТО-2, а при обслуживании изымались и масляные фильтры. Фиксировались также и доливы масла на предмет угара. Выполнены физико-химические и спектральный анализы масел и отложений в аккредитованном испытательном центре ТГАСУ. Объем выборки составил 87.

Дизели работали на маслах Лукойл Супер 5W40 и М8Г₂К (таблица).

Таблица – Результаты физико-химического и спектрального анализов проб моторных масел дизелей КамАЗ-740.61

Показатели	5W40		М8Г ₂ К	
	свежее	отработавшее	свежее	отработавшее
1. Нароботка масла до замены, км	0	13885	0	13255
2. Нерастворимые механические примеси, %	0	2,7	0,048	3,5
3. Негорючие механические примеси, %	0	0,056	0,0205	0,153
4. Диспергирующая способность, у.е.	–	0,495	–	0,446
5. Кинематическая вязкость при 100°С, сСт	14,8	11,65	7,8	12,57
6. Щелочное число, мг КОН/1г	9,5	5,37	7,6	1,98
7. Температура вспышки в открытом тигле, °С	220	185	210	190
8. Массовая доля элементов-индикаторов, г/т				
8.1. Кальций (Ca)	2100	743	1060	382
8.2. Цинк (Zn)	1300	445	862	127
8.3. Фосфор (P)	1126	332	960	138
8.4. Молибден (Mo)	121	30	–	25
8.5. Медь (Cu)	0	26,7	1	6,6
8.6. Свинец (Pb)	5,0	10,7	2,0	5,8
8.7. Олово (Sn)	0,32	1,6	0,7	1,5
8.8. Кремний (Si)	2,0	12,7	1,0	29,2
8.9. Алюминий (Al)	2,2	11,0	3,0	28,8
8.10. Хром (Cr)	0,2	1,2	0,3	4,6
8.11. Железо (Fe)	1,3	67,2	2,5	132,2

Анализ результатов показывает, что значения практически всех показателей свежего масла 5W40 превышают показатели М8Г₂К. Например, количество активных элементов присадки масла экологического класса превышает их в традиционном КамАЗовском в 1,5–2,0 раза. Тогда как молибдена и вовсе нет.

Наиболее опасна с точки зрения надежности двигателей – негорючая составляющая механических примесей, в состав которой входят продукты загрязнения (Si), износа (Al, Fe, Cr) и прочие твердые частицы. Установлено [3], что размер частиц механического свойства до 5 мкм составляют основу негорючих примесей в пределах до 0,04–0,05%, что не оказывает заметного влияния на содержание продуктов износа. В настоящем

исследовании содержание железа при МП = 0,05% составило 20–25 г/т в 5W40, тогда как в М8Г₂К – 35–50 г/т (рисунок).

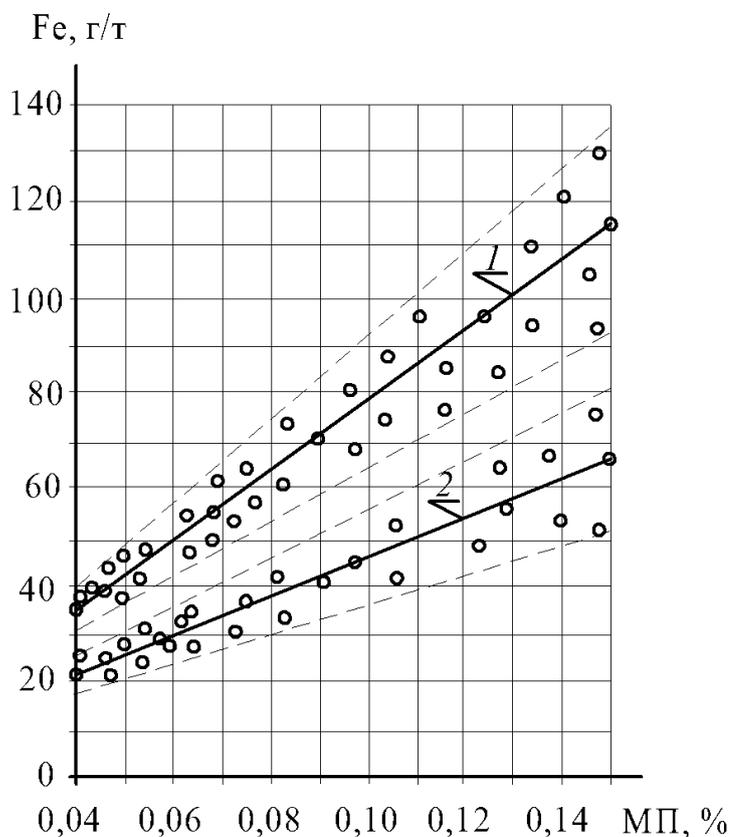


Рис. Динамика изменения содержания железа в моторном масле дизелей в зависимости от негорючих механических примесей:

$$1 - Fe = 0,72 \cdot 10^3 \text{ МП} + 7,5 - \text{M8Г}_2\text{K};$$

$$2 - Fe = 0,418 \cdot 10^3 \text{ МП} + 4,8 - \text{5W40};$$

- - - - линия ограничения зоны дисперсии.

Из представленных моделей $Fe = f(\text{МП})$ следует, что загрязнения, присутствующие в масле М8Г₂К более агрессивны с точки зрения абразивного изнашивания. При достаточно высокой тесноте связи ($r \sim 0,87$) коэффициент регрессии для М8Г₂К более чем в 1,7 раза превышает его в масле Евро, что свидетельствует о повышенном износе железосодержащих деталей (главным образом – цилиндров).

Подобная ситуация характерна и для других деталей двигателя (поршней, колец и т.д.)

Обращает на себя внимание изменение кинематической вязкости масла. При исходной вязкости масла 5W40 в пределах 15 сСт она снижена на 22,3% при допуске

значении не более 20%, что вполне объяснимо, поскольку и температура вспышки также снижена по сравнению с изначальной (220°C) на 35°C при норме в 20°C [4]. Причиной снижения температуры вспышки является, вероятнее всего, некачественное дизельное топливо, тяжелая фракция которого, не сгорая, разжижает моторное масло, если считать, что топливная аппаратура была работоспособна.

При работе дизелей «Евро» на масле М8Г₂К наоборот – наблюдается рост вязкости. Так, если исходная вязкость его составляет 7,8 сСт, то при пробеге более 13000 км она возросла на 37%, что несколько выше предельного. Этот рост объясняется повышенным содержанием общих механических примесей в масле с более слабой композицией присадок.

Щелочное число является условным показателем нейтрализации кислых продуктов, образующихся вследствие сгорания топлива и окисления основы масла. Количество щелочной присадки различных масел значительно отличается. Из таблицы видно, что запас щелочи в свежем масле М8Г₂К хотя и ниже, чем в 5W40, его содержание в отработавшем находится на уровне предельного (1–3 мг КОН/1 г), что свидетельствует о ее достаточности в обоих случаях.

Следует отметить, что из активных элементов, входящих в пакет присадок, все они в той или иной мере содержатся в моторных маслах. Однако в 55% проб отработавшего масла М8Г₂К обнаружен молибден до 30 г/т. При этом они содержали осадки от темно-серого до черного цвета. Осадки присутствовали и в иных пробах масла 5W40. По нашему мнению такое явление объясняется пересортицей моторных масел при технических обслуживаниях за счет небольших доливов (угар 1,5–2,0%).

Следов охлаждающей жидкости в пробах моторного масла не обнаружено. Давление масла в системе в пределах нормы.

В результате выполненных исследований напрашиваются три вывода.

1. При эксплуатации автомобилей КамАЗ с дизелями класса Евро использовать только моторные масла соответственно рекомендациям завода-изготовителя, в частности, компании Лукойл, т.е. Супер 5W40 (Евро), не допуская пересортицы.

2. При подготовке водителей и других лиц, непосредственно связанных с технической эксплуатацией и обслуживанием автомобилей, необходимо давать основы химмотологии.

3. В качестве рекомендации из опыта авторов статьи. Может целесообразно на бампере каждой машины нанести рекомендуемую марку масла для бдительности, как это было сделано в одной из автобаз г. Нерюнгри (Саха-Якутия).

Список литературы

1. Григорьев, М.А. Тенденции развития систем смазки автомобильных двигателей / М.А. Григорьев, Г.А. Бабкин, Ю.М. Рогозин // Обзорная информация : НИИАВТОПРОМ. – М. – 1979. – 86 с.
2. Исаенко, В.Д. Анализ надежности защиты автомобильных дизелей от абразивного изнашивания и разработка мер, направленных на ее повышение : дис... канд. техн. наук / В.Д. Исаенко. – Л. – 1983. – 220 с.
3. Соколов, А.И. Изменение качества масла и долговечность автомобильных двигателей / А.И. Соколов. – Томск : Изд-во ТГУ, 1976. – 122 с.
4. Гатченко, И.И. Автомобильные масла, смазки, присадки / И.И. Гатченко, В.А. Бородин, В.Р. Репников. – Спб. : Изд-во «Полигон» АСТ, 2000. – 358 с.

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

СИСТЕМА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД АЭС¹

Аминов Р.З., Егоров А.Н. Юрин В.Е.

(Аминов Р.З., Егоров А.Н. - СНЦ РАН, РФ, г. Саратов;
Юрин В.Е. - СГТУ имени Гагарина Ю.А., РФ, г. Саратов)

В соответствии с новыми требованиями МАГАТЭ по безопасному проектированию и эксплуатации атомных электростанций [1] обязательным является сочетание активных систем с системами пассивного отвода тепла (СПОТ), не требующими вмешательства обслуживающего персонала и внешнего электроснабжения в аварийной ситуации с обесточиванием. Однако в настоящее время не до конца изучена эффективность работы СПОТ в зависимости от климатических условий региона расположения АЭС – влияние жаркого климата или возможность замерзания воды в баках аварийного отвода тепла при низких температурах наружного воздуха. Кроме того, установка резервного оборудования СПОТ увеличивает стоимость основных фондов АЭС, не изменяя при этом количество вырабатываемой электроэнергии, что снижает конкурентоспособность станций.

В данной статье авторами рассматривается альтернативный способ повышения безопасности на случай полного обесточивания АЭС посредством установки

¹ Работа выполнена при поддержке РФФ (№15-19-10027)

дополнительных паротурбинных установок (ПТУ) небольшой мощности [2]. Была рассмотрена установка двух дополнительных ПТУ равной мощности для двух энергоблоков АЭС. Дублирование дополнительной ПТУ необходимо для обеспечения резерва собственных нужд (СН) АЭС в условиях вывода одной из дополнительных ПТУ в ремонт. Пример системы многофункционального резервирования СН АЭС поясняется на рис. 1.

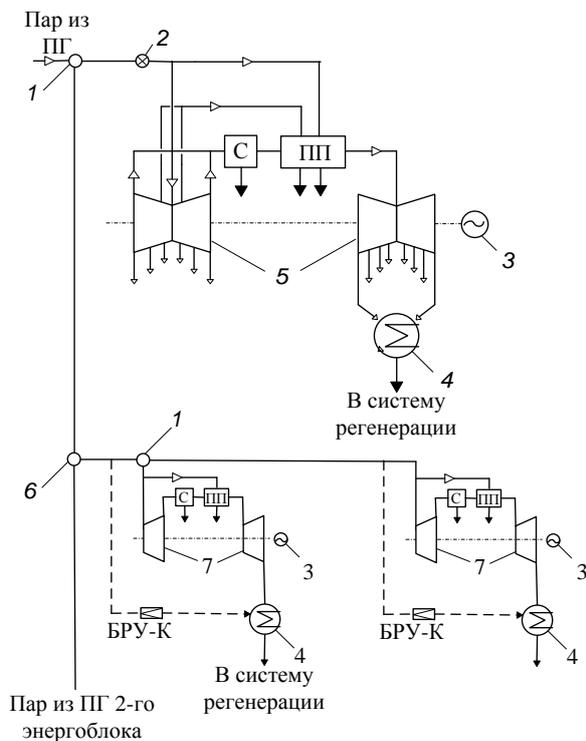


Рис. 1 Принципиальная технологическая схема многофункционального резервирования СН АЭС: 1 – устройство парораспределения; 2 – стопорный клапан; 3 – электрогенератор; 4 – конденсатор; 5 – основная паротурбинная установка; 6 – паровой коллектор; 7 – дополнительная паротурбинная установка.

Дополнительные паротурбинные установки 7 представляют собой паровые турбины относительно небольшой мощности. Для выполнения условий вращающегося резерва ПТУ 7 всегда находятся в работе. В штатном режиме работы АЭС они используются для генерации электроэнергии. При необходимости разгрузки АЭС в ночное время на ПТУ 7 продолжает поступать пар, необходимый для обеспечения их работы на холостом ходу, либо, при необходимости, для поддержания оптимального температурного режима турбин 7 при работе генераторов 3 в моторном режиме. Таким образом, реализуется одна из функций многофункционального резервирования, а именно выработка электроэнергии резервными установками.

В аварийной ситуации, связанной с полным обесточиванием, без потери теплоносителя 1-го контура на ПТУ 7 продолжает поступать генерируемый остаточным

тепловыделением пар из парогенераторов. Часть пара направляется на эжекторы конденсатора и уплотнения турбоустановок, для поддержания вакуума в конденсаторе. Избыточное рабочее тело, генерируемое в парогенераторах, направляется через БРУ-К в конденсатор дополнительной турбины. Все необходимые аварийные потребители электрического тока полностью запитываются от генераторов 3 ПТУ 7.

В процессе расхолаживания в работе остаются аварийные потребители 1-й (СУЗ, управляющие системы безопасности, аварийное освещение), 2-й групп (насосы САОЗ, аварийный питательный электрический насос) и циркуляционный насос. Суммарная мощности СН для двух расхолаживаемых реакторов составляет 4766 кВт. В соответствии с нормативами, расхолаживание происходит со скоростью не более 15°C в час, так как увеличение скорости теплоотвода, может привести к нарушению естественной циркуляции в 1-м контуре. С использованием предлагаемой системы резервирования расхолаживание реакторов производится до температуры 160°C в первом контуре, после чего продолжается отвод остаточных тепловыделений через 2-й контур с поддержанием данной температуры за счет снижения расхода и уровня рабочего тела в парогенераторах [2]. Возможное время расхолаживание двух энергоблоков АЭС при обесточивании только за счет энергии остаточного тепловыделения (двух реакторов) хватает для безопасного расхолаживания в течение 72 часов и более. При одновременной разгерметизации первого контура одного из энергоблоков энергии остаточного тепловыделения одного реактора (другой реактор, на котором разгерметизация отключается от второго контура) хватает примерно на 6 часов.

При укрупненном определении основных показателей надежности электроснабжения СН АЭС на базе многофункциональных источников при полном обесточивании использовались элементы теории Марковских процессов [3]. При расчете учитывалось, что переход системы резервирования в состояние работы дизель-генератора (ДГ) происходит с учетом вероятности его запуска (98 %). Кроме того, учитывалась возможность потери теплоносителя I контура ($\lambda_{\text{т}}$), при которой дополнительные ПТУ не смогут обеспечить необходимый уровень электроснабжения, в этом случае в работу включается ДГ с учетом вероятности его запуска.

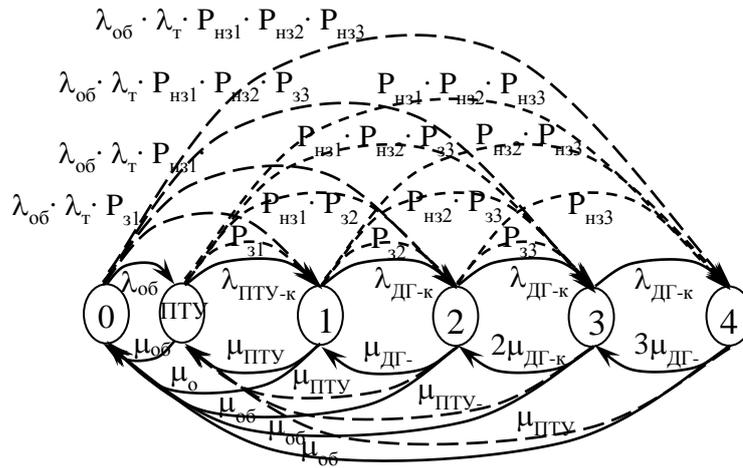


Рис 2. Граф состояний для системы резервирования собственных нужд АЭС на основе дополнительной ПТУ с тремя каналами САЭ с ДГ. Состояния: 0 – отсутствие нарушения электроснабжения СН АЭС; выполнение функций ПТУ; 1 – выполнение функций одним из трех каналов САЭ с ДГ; 2 – выполнение функций вторым каналом САЭ с ДГ; 3 – выполнение функций третьим каналом САЭ с ДГ; 4 – потерей электроснабжения с последующим ПАЗ.

В расчетах по графу состояний (рис.2), учитывались экстремальные природные условия на примере Среднего Поволжья России за 100 лет: землетрясения (6-7 баллов), пыльные бури, ураганный ветер, сильные обледенения и др. [4].

При отсутствии представительных данных о пожарах на АЭС использовались данные из [5], где частота пожаров на АЭС оценивается $1,7 \cdot 10^{-1}$ (реактор-год) $^{-1}$, повторяемость вызванных ими обесточиваний $\lambda_{пож} = 1,9 \cdot 10^{-11}$ час $^{-1}$ по АЭС «Библис», восстановление до 30 сут, т.е. $\mu_{пож} = 0,0014$. Таким образом, получены следующие соотношения для определения интенсивности наступления событий:

$$\lambda_{об} = \lambda_{об}^{вн} + \lambda_{ур} + \lambda_{земл} + \lambda_{п.б} + \lambda_{л} + \lambda_{обл} + \lambda_{пож}$$

$$\lambda_{ДГ-к} = \lambda_{ДГ-к}^{вн} + \lambda_{земл} + \lambda_{пож}$$

$$\lambda_{ПТУ-к} = \lambda_{ПТУ-к}^{вн} + \lambda_{пв} + \lambda_{зкл} + \lambda_{ркл} + \lambda_{ген} + \lambda_{конд} + \lambda_T + \lambda_{г2к} + \lambda_{пг} + \lambda_{ур} + \lambda_{земл} + \lambda_{п.б} + \lambda_{л} + \lambda_{пож}$$

где: $\lambda_{об}$ – общая интенсивность обесточивания АЭС; $\lambda_{об}^{вн}$ – интенсивность обесточивания АЭС по внутренним причинам; $\lambda_{ДГ-к}$ – общая интенсивность отказов канала системы аварийного электроснабжения с ДГ; $\lambda_{ДГ-к}^{вн}$ – интенсивность отказов канала системы аварийного электроснабжения с ДГ по внутренним причинам; $\lambda_{ПТУ-к}$ – общая интенсивность отказов дополнительного парового турбогенератора и канала безопасности; $\lambda_{ПТУ-к}^{вн}$ – интенсивность отказов дополнительного парового турбогенератора и канала безопасности; $\lambda_{пв}$ – интенсивность полного прекращения подачи питательной воды; $\lambda_{зкл}$ – интенсивность закрытия главных запорных клапанов; $\lambda_{ркл}$ – интенсивность закрытия регулирующего клапана; $\lambda_{ген}$ – интенсивность останова

генератора; $\lambda_{\text{конд}}$ – интенсивность выхода из строя конденсатора; $\lambda_{\text{т2к}}$ – интенсивность течей в системе 2-го контура.

Результаты расчетов показали следующее: для предлагаемой системы многофункционального резервирования с дополнительными ПТУ интенсивность повреждения активной зоны составила $9,2 \cdot 10^{-7}$ 1/ректор-год. Это удовлетворяет второму целевому показателю, установленному для АЭС с ВВЭР нового поколения [6] и удовлетворяет современным требованиям безопасности АЭС.

Список литературы

1. Безопасность атомных электростанций: проектирование. Международное агентство по атомной энергии, № SSR-2/1, 2012, 107 с.
2. Аминов Р.З., Юрин В.Е., Маркелов Д.А. Активная система отвода остаточного тепловыделения реактора ВВЭР-1000. – Атомная энергия, 2015, т.118, вып. 5. С. 261-266
3. Аминов Р.З., Юрин В.Е. Вероятностная оценка безопасности АЭС в состояниях обесточивания при резервировании собственных нужд на основе водородного цикла. Труды Академэнерго №2, 2013. С. 31-39.
4. Балаковская АЭС. Рабочие чертежи. Материалы изысканий. Дополнительные гидрометеорологические данные. Свердловск, «Теплоэлектропроект» Уральское отделение, 1980.
5. Малевинский Г.В. Вероятностный анализ безопасности АЭС «Библис» (ФРГ). Энергохозяйство за рубежом. №4. 1990. С. 20-24.
6. Токмачев Г.В. Подход к применению ВАБ при проектировании АЭС с реакторами ВВЭР нового поколения. – Известия ВУЗов. Ядерная энергетика, 2007, т. 3. №4. С. 44-53.

О ПЕРСПЕКТИВЕ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С.

ИПГ ДНЦ РАН, г. Махачкала

С каждым годом растет мировое потребление энергоресурсов. Потребность в них выше, чем объёмы их производства. В тоже время, огромное количество энергии используется неэффективно. В обозримом будущем энергоресурсы на Земле могут быть истощены, т.к. по большей части они относятся к невозобновляемым, Но самое главное, растущее потребление ископаемых углеводородов приводит к увеличению теплового и

химического загрязнения среды обитания всего живого на Земле. Необходимо также отметить, что внедрение крупных ГЭС приводит к изменению флоры и фауны, а строительство и эксплуатация атомных ЭС вызывает все большее опасение за их безопасность. На сегодняшний день задачей человечества является оптимальное использование таких ресурсов и поиск новых видов энергии. В связи с этим, актуальными становятся вопросы энергосбережения, а также использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – источников солнечной, ветровой, геотермальной и др. видов энергии. Загрязнение окружающей среды от них незначительное, а ресурсы их огромны и могут обеспечить человечество энергией на многие сотни лет.

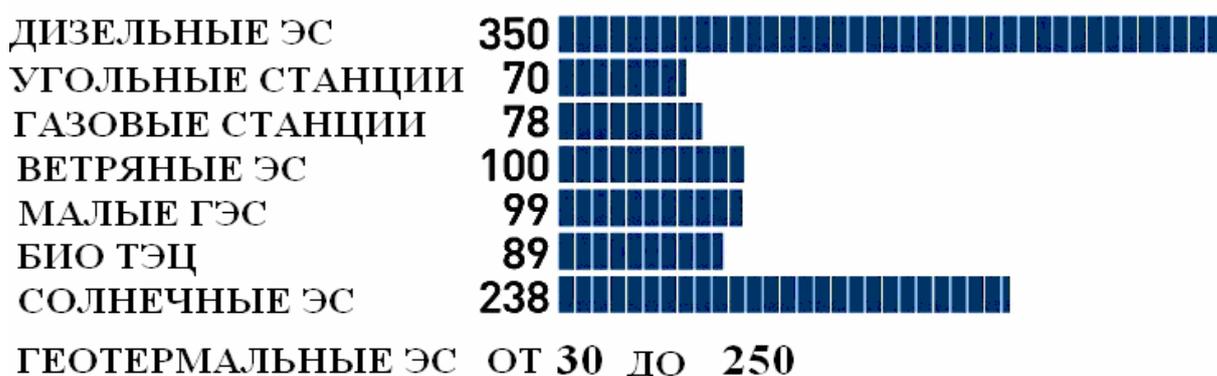
Установленная мощность всех электростанций мира в 2013 году составила порядка 4000 ГВт, в России 200 ГВт. Доля ВИЭ в них с каждым годом увеличивается. В ведущих странах Евросоюза (ЕС) усиленными темпами идут работы по освоению всех возможных, в той или иной стране, видов ВИЭ. Сегодня установленная мощность электростанций ВИЭ в мире составляет:

солнечных – 50 ГВт; ветровых – 80 ГВт; геотермальных – 11 ГВт. В США в настоящее время на долю ВИЭ приходится 6 % энергопроизводства. Предполагается, что в мире к 2020 году электростанции на основе ВИЭ будут производить 13% электроэнергии, к 2030 году – до 20%. К 2020 году руководство нашей страны с помощью ВИЭ планирует получать всего 4,5% энергии, несмотря на огромные ресурсы их в нашей стране.

Надо отметить, что за счет развития технологии освоения и использования ВИЭ себестоимость, вырабатываемой из них электроэнергии, ежегодно снижается. Ниже на рисунке сравнительные данные на 2014 год.

СЕБЕСТОИМОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ГЕНЕРАЦИИ, ДОЛЛ/МВТЧ

Источник: Русгидро



Как видно из рисунка, ветряные электростанции уже конкурируют со станциями на традиционных видах топлива.

Одним из богатых ресурсами ВИЭ регионов на территории России является Дагестан, который располагает всеми видами возобновляемых энергоресурсов: ветровыми, солнечными, геотермальными, гидравлическими, биогазовыми, волновыми. В г. Каспийске с декабря 2013 года работает крупнейшая в России солнечная электростанция. Стоимость электростанции 1,5 миллиона евро. Мощность такой электростанции составляет 5 МВт. Пока запущена первая очередь общей мощностью 1 МВт. В Хунзахском районе планируется строительство еще двух солнечных электростанций общей мощностью 45 МВт.

Природный потенциал ВИЭ в Дагестане составляет, млрд тут/год: солнечных – 24; ветровых – 5; волновых – 0,3. Министерством промышленности, энергетики и связи Дагестана проведена подготовительная работа по разработке Республиканской целевой программы «Использование ВИЭ в РД до 2020 года» (стоимостью 8,7 млрд. рублей). Необходимо отметить, что для производства и эксплуатации солнечных, ветровых генераторов и другого оборудования в Дагестане имеются все необходимые условия. На полигоне «Солнце» (научно-исследовательской база филиала ОИВТ РАН) на площади 12 га проводятся работы по использованию экологически чистых ВИЭ для теплоснабжения, горячего водоснабжения и других энергосберегающих технологий. На строительство в Дагестане первого энергосберегающего дома с использованием энергии Солнца и тепла Земли Министерством образования и науки РФ выделено 12 млн. рублей. Правительство РД планирует создание в республике демонстрационной зоны использования ВИЭ, энергосберегающих технологий, как пилотного инновационного проекта, межрегионального центра по подготовке специалистов и обмена опытом.

Сегодня по запасам геотермальных вод среди федеральных округов и субъектов Российской Федерации Дагестан занимает первое место (86,2 тыс. куб. м/сутки). За ним идет Камчатская область (77,6), Чеченская Республика (64,68), Краснодарский (35,574) и Ставропольский (12,2) края, Республика Адыгея (8,98), Карачаево-Черкесская республика (6,8), Кабардино-Балкария (5,3), Чукотский АО (2,2) и Магаданская область (0,135).

Дагестан является уникальной геотермальной провинцией России, где широко распространены локальные термоаномальные зоны с необычайно высокими пластовыми давлениями и температурами. Открыто 17 месторождений термальных вод. Пробурено и подготовлено к эксплуатации 120 скважин. В месторождении Тарумовка температуры на глубинах 5-6 км зафиксированы 190-210 °С, что позволяет строительство геотермальных электрических станций.

Главным предприятием, осуществляющим работу в сфере освоения геотермального тепла, является ОАО «Геотермнефтегаз», которое тесно взаимодействует с ООО «НПЦ Подземгидроминерал», имеющей опыт проектирования и обустройства геотермальных месторождений, а также с «Институтом проблем геотермии» ДНЦ РАН. Подготовлен инвестиционный проект по реконструкции и развитию геотермального теплоснабжения в г. Махачкала, Кизляр и Избербаш. Основные проблемы использования геотермального тепла связаны с солеотложением и коррозией материалов и оборудования, работающих в условиях агрессивной среды, а также проблема закачки отработанной воды обратно в водоносный горизонт [1,2].

Борьба с солеотложением ведется, в основном, путем поддержания высокого давления в системах, что предотвращает нарушение углекислотного равновесия в воде. Имеются научные разработки, в которых используются новые методы стабилизации воды [3,4], контроля солеотложения [5,6], охлаждения поверхности теплообмена [7], очистки ранее образовавшихся отложений [8] и т.д., часть которых уже используется на объектах геотермального тепловодоснабжения. Способы контроля солеотложения используются на скважинах месторождения Тернаир и Кизляр. Работает система защиты поверхности теплообмена путем ее охлаждения, планируется ввести систему очистки теплообменника от CaCO_3 в самой же геотермальной воде.

Главным барьером на пути широкого использования ВИЭ является отсутствие законодательной базы для развития ВИЭ, как на федеральном, так и на местном уровне. У предприятий и местных администраций отсутствуют денежные средства для модернизации производства и реализации перспективных геотермальных проектов, финансирования научных исследований и бизнес-планов. Развитию геотермального производства также препятствует слабая осведомленность руководителей и инвесторов о трудностях добычи и утверждения запасов геотермальных вод, о необходимости разработки по каждой отдельной скважине нормативов предельно-допустимых сбросов и предельно-допустимых выбросов. В результате этого у общественности сформировался устойчивый миф и совершенно неверное представление о глубинном тепле земли, как о "*даровом*" источнике энергии.

Список литературы

1. Ахмедов Г.Я. Защита геотермальных систем от карбонатных отложений. М.: Научный мир, 2012.- 330 с.

2. Ахмедов Г.Я. [Защита геотермальных систем водоподготовки от карбонатных отложений](#) // [Энергосбережение и водоподготовка.](#)- 2010.- № 6.- С. 18-21.
3. Ахмедов Р.Б., Новиков Б.Е., Ахмедов Г.Я. Стабилизационная обработка геотермальной воды путем ввода затравочных частиц // [Промышленная энергетика.](#)- 1985.- №10.- С. 61-64.
4. Ахмедов Г.Я. Стабилизационная обработка геотермальных вод // [Водоснабжение и санитарная техника.](#)- 2010.- № 6.- С. 33-38.
5. Ахмедов Г. Я. О некоторых методах контроля солеотложения в геотермальной энергетике// [Промышленная энергетика.](#)- 2010.- № 6.- С. 58-62.
6. Ахмедов Г.Я. Измерение толщины солеотложения в геотермальных системах // [Ползуновский вестник.](#)- 2011.- № 3/1.- С. 175 – 178.
7. Ахмедов Г.Я. К вопросу о влиянии теплопередачи на отложение твердой фазы карбоната кальция на теплообменной поверхности // [Энергосбережение и водоподготовка.](#)- 2011.- № 6.- С. 6 – 8.
8. Ахмедов Г.Я. Очистка геотермальных систем отопления и горячего водоснабжения от карбонатных отложений// [Водоснабжение и санитарная техника.](#)- 2012.- № 1.- С. 59-63.

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С.

ФГБУН ИПГ ДНЦ РАН, г. Махачкала

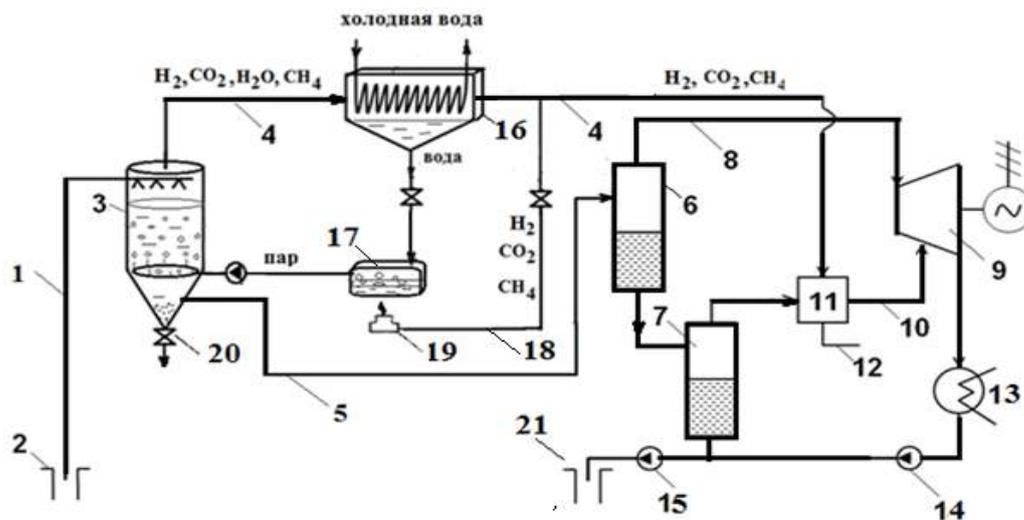
Разработка технических устройств по использованию энергии источников геотермальных вод сталкивается с рядом проблем. Главными из них являются: использование теплового и механического потенциала геотермальных вод с высоким к.п.д.; эффективное использование попутного с геотермальной водой горючего газа с максимальным его выходом; защита оборудования от солеотложения и коррозии; закачка отработанной воды обратно в водоносный горизонт при отсутствии кольтматации пласта с гарантией на длительное время.

Известные геотермальные установки, как правило, содержат газоотделители, отстойники, расширители, турбины, а также вспомогательное оборудование для обработки воды, отделения горючего газа и закачки отработанной воды обратно в пласт. Недостатками этих устройств является их невысокая надежность и экономичность из-за

неполной утилизации теплоты геотермальных вод и попутных с ними горючих газов. В тоже время, немало проблем возникает и в связи с образованием твердых отложений на стенках наземного оборудования, а также в связи с забиванием скважин обратной закачки. На многих месторождениях отложения представляют собой твердые образования карбоната кальция, которые формируются вследствие нарушения углекислотного равновесия в растворе воды [1].

На практике источники среднетемпературных (90 -130°C) геотермальных вод с низким газовым фактором (ниже 3-4) используются, как правило, для целей отопления и горячего водоснабжения. При этом, попутный горючий газ (в основном, метан) сжигается на факеле.

Для повышения эффективности использования геотермальных источников целесообразно использовать устройства, к примеру, как показано ниже на рисунке, с увеличением выхода попутных с геотермальной водой горючих газов, снижением концентрации в ней водяных паров, а также стабилизацией воды в газоотделителе и контролем солеотложения в энергетическом оборудовании.



Включение в энергетическую установку осушителя 16 смеси газов из газоотделителя 3 и барботаж в ней геотермальной воды паром из парогенератора 17, использующего чистый конденсат из осушителя 16 и часть газа на выходе из нее в качестве топлива, позволяет увеличить выход горючих газов из геотермальной воды и повысить эффективность использования источников энергии геотермальных скважин. Для исключения отложения карбоната кальция в оборудовании предусмотрена стабилизация воды [2] в газоотделителе 3 и контроль отложений в расширителях 6, 7 и трубопроводах с помощью датчиков солеотложения [3,4].

Список литературы

1. Ахмедов Г.Я. Защита геотермальных систем от карбонатных отложений. М.: Научный мир, 2012.- 330 с.
2. Ахмедов Г.Я. Стабилизационная обработка геотермальных вод //Водоснабжение и санитарная техника.- 2010.- № 6.- С. 33-38.
3. **Ахмедов Г. Я. О некоторых методах контроля солеотложения в геотермальной энергетике**//Промышленная энергетика.- 2010.- № 6.- С. 58-62.
4. Ахмедов Г.Я. Измерение толщины солеотложения в геотермальных системах //Ползуновский вестник.- 2011.- № 3/1.- С. 175 – 178.

ВЛИЯНИЕ АКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ДУГОГАСЯЩИХ РЕАКТОРОВ

А.В. Жуйков, Д.А. Матвеев, С.И. Хренов

ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», РФ, г. Москва

Одной из основных задач, решаемых дугогасящими реакторами (ДГР) в распределительных сетях с компенсированной нейтралью, является исключение открытых горящих дуг, возникающих при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ). Работа ДГР тем эффективнее, чем меньше энергии выделяется в месте ОЗЗ. На эту энергию влияет остаточный ток, протекающий в месте замыкания, который имеет остаточную (нескомпенсированную) реактивную составляющую, активную составляющую, обусловленную потерями в сети и в самом ДГР, а также содержит высшие гармонические составляющие, возникающие из-за несинусоидальности сетевого напряжения и нелинейности вольт-амперной характеристики ДГР.

В настоящее время обсуждается вопрос о технических требованиях к ДГР и, в частности, к необходимой точности компенсации емкостного тока ОЗЗ [1]. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [2] указывают на необходимость обеспечения степени расстройки компенсации, не превышающей 5%. Эксперты ПАО «Россети» предлагают ужесточить это требование, ограничив максимально допустимую расстройку значением 1%. В настоящем докладе анализируется целесообразность такого ограничения с учетом активных составляющих токов ОЗЗ, характерных для отечественных распределительных сетей.

В качестве основного ориентира при оценке эффективности работы ДГР при перемежающихся дуговых ОЗЗ до настоящего времени применялся средний интервал времени между повторными зажиганиями дуги. При идеальной настройке ДГР скорость восстановления напряжения на поврежденной фазе после погасания дуги зависит от потерь в сети – чем сеть добротнее, тем медленнее затухает колебательный переходный процесс в контуре нулевой последовательности и тем медленнее восстанавливается напряжение на поврежденной фазе [3]. Расстройка реактора увеличивает скорость восстановления напряжения за счет возникновения биений в напряжении. Рассмотрим совместное действие указанных факторов более подробно.

Для оценки времени восстановления напряжения на поврежденной фазе τ можно воспользоваться полученной в [4] формулой для огибающей восстанавливающегося напряжения:

$$U_{ог}(t) = U_{ф,макс} \sqrt{1 - e^{-0,01 \frac{\omega \delta_a t}{2}} \left(2 \cos \frac{\mathcal{G}}{100} \omega t - e^{-0,01 \frac{\omega \delta_a t}{2}} \right)}, \quad (1)$$

где $\delta_a = \frac{I_a}{I_c} \cdot 100$ – отношение активной составляющей тока ОЗЗ к емкостному току,

характеризующее добротность сети (коэффициент успокоения сети), %; \mathcal{G} – степень

расстройки компенсации, %, связанная с точностью настройки $q = \frac{\omega_0^2}{\omega^2} = 1 - \frac{\mathcal{G}}{100}$; ω_0 –

собственная частота колебаний контура нулевой последовательности сети, определяемая индуктивностью ДГР и суммой трех фазных емкостей; ω – частота сетевого напряжения.

Приравняв выражение (1) фазному напряжению сети $U_{ф,макс}$ и решив полученное уравнение численно, можно проанализировать влияние δ_a и \mathcal{G} на время τ (рис. 1). Коэффициент успокоения сети определяется как потерями в реакторе, так и потерями в сети: $\delta_a = \delta_{а,ДГР} + \delta_{а,сети}$. Анализ кривых на рис. 1 показывает, что расстройка компенсации сильно снижает время восстановления напряжения, что объясняется появлением биений с теоретической амплитудой, равной двум фазным напряжениям. Активные потери в сети демпфируют колебания в контуре нулевой последовательности, что приводит к замедлению скорости восстановления напряжения. Этот эффект, в частности, обосновывает применение резисторов при комбинированном заземлении нейтрали, когда в сети установлены ДГР, не обеспечивающие достаточную точность настройки. Для малых степеней расстройки автоматически регулируемых ДГР роль резисторов играют

потери в самой сети. Так, для $\vartheta = 3\%$ максимум времени τ обеспечивается в диапазоне значений $\delta_a = 3\text{--}5\%$, что достаточно характерно для кабельных сетей.

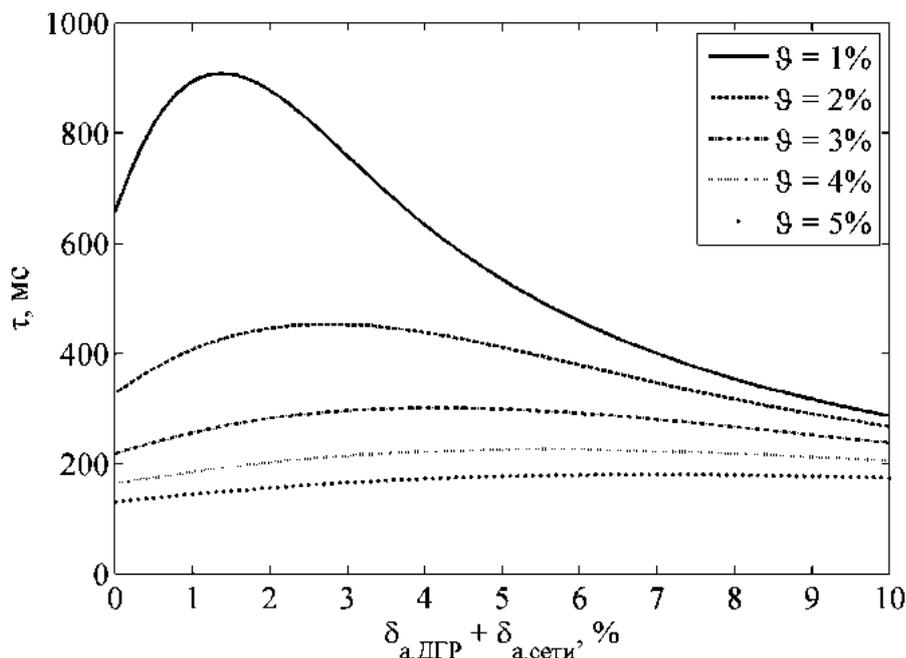


Рис. 1. Время восстановления напряжения на поврежденной фазе при различных степенях расстройки ДГР

Для сетей с большими потерями ($\delta_a = 10\%$) разница между расстройками 1% и 5% невелика, но указанные потери нехарактерны для большинства сетей. Если ориентироваться на значение $\delta_a = 5\%$, то по рис. 1 видно, что снижение степени расстройки компенсации с $\vartheta = 5\%$ до $\vartheta = 1\%$ почти в 3 раза увеличивает интервал времени между повторными зажиганиями дуги, что должно сказаться на эффективности работы ДГР.

Проведенный анализ создает предпосылки для ужесточения требований к точности настройки дугогасящих реакторов. Однако, этот анализ – теоретический и требует экспериментального подтверждения. К тому же, время восстановления напряжения на поврежденной фазе после погасания дуги однофазного замыкания на землю является информативным, но лишь косвенным критерием эффективности применения ДГР. В качестве прямого и физически обоснованного критерия оценки эффективности работы ДГР в режиме перемежающихся дуговых замыканий авторами предлагается использовать среднюю энергию, рассеивающуюся в единицу времени в месте замыкания $P_{\text{сред}}$. Определить ее можно экспериментально, осциллографируя напряжение и ток в месте ОДЗ, с последующим вычислением энергии путем интегрирования мгновенной мощности.

С этой целью на экспериментально-испытательном стенде Раменского электротехнического завода «Энергия» была проведена серия экспериментов. Схема стенда представлена на рис. 2. Подробное описание стенда приведено в [5].

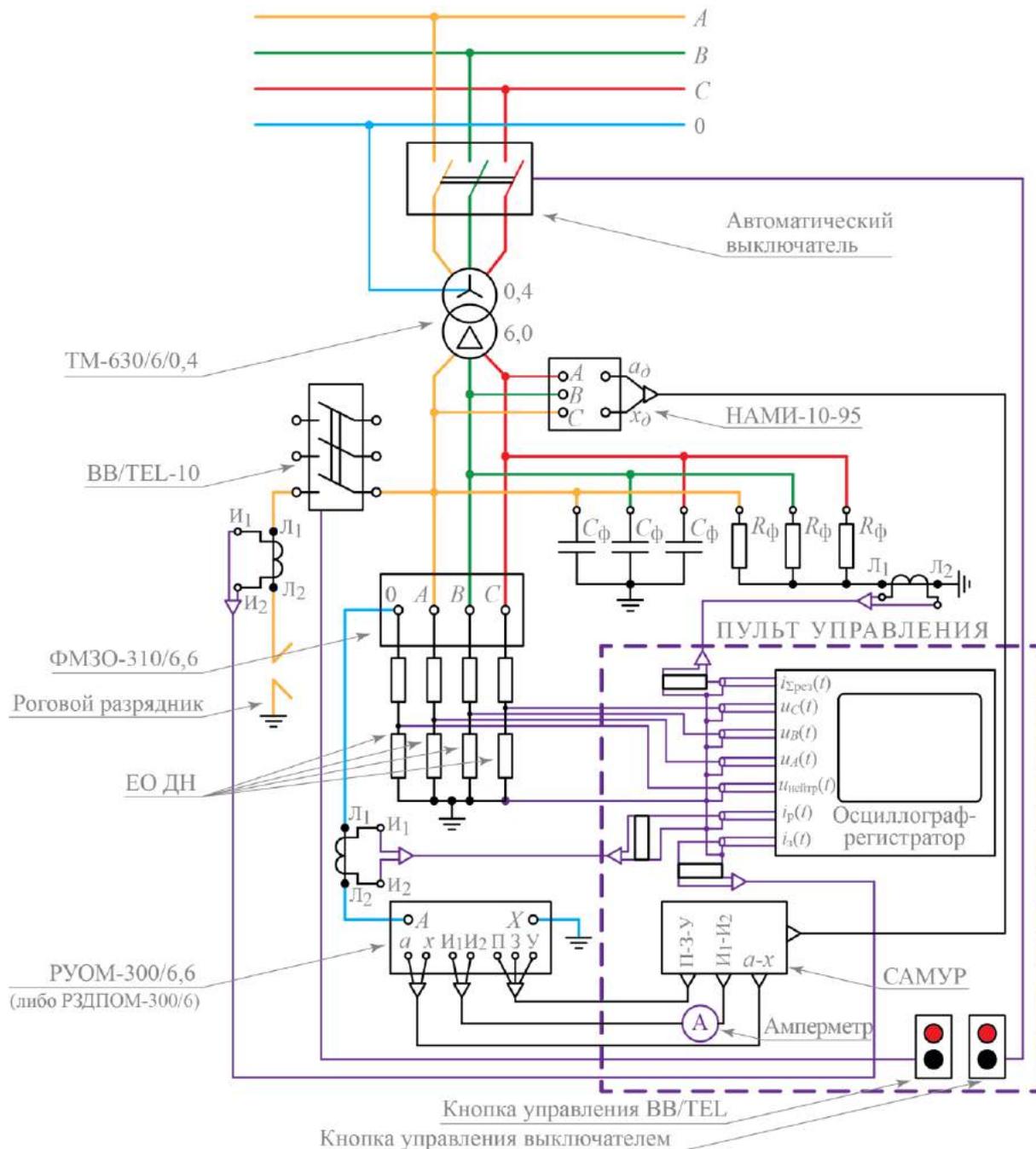


Рис. 2. Схема экспериментально-испытательного стенда 6 кВ

Для имитации перемежающихся дуговых замыканий на землю использовался роговой разрядник с межэлектродным расстоянием, обеспечивавшим первый пробой при фазном напряжении сети. На рис. 3 показаны фазы развития перемежающегося дугового разряда при отсутствии компенсации. На фотографии справа видно зарождение новой дуги во время погасания предыдущей.

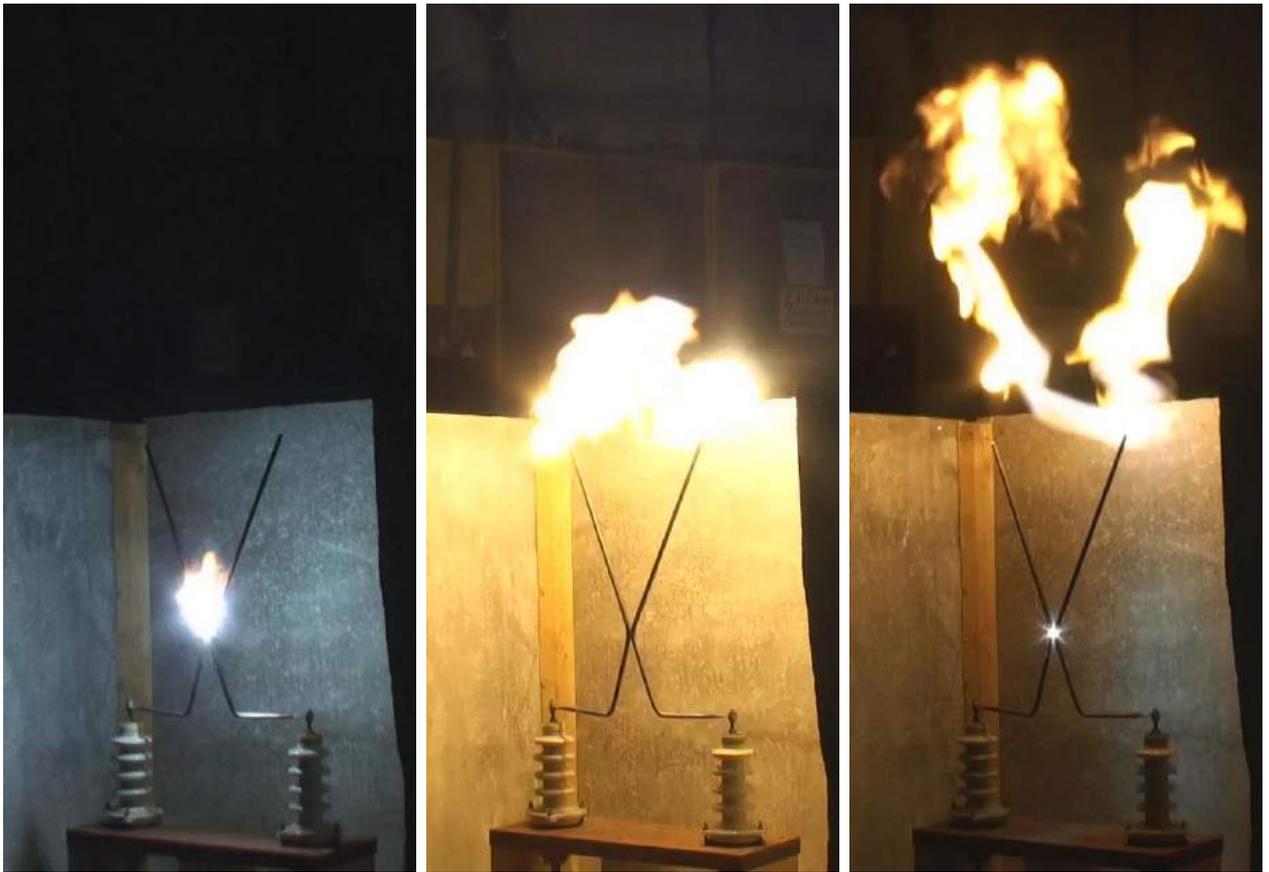


Рис. 3. Дуговое замыкание на роговом разряднике при отсутствии компенсации

Для моделирования активной проводимости сетей на землю были изготовлены водные резисторы, номинал которых можно регулировать процентным содержанием минеральных солей в воде. Практически это осуществлялось смешиванием в необходимой пропорции питьевой и дистиллированной воды. Дополнительное преимущество водных резисторов выяснилось в процессе их использования – по мере нагрева активное сопротивление изменялось достаточно сильно (более, чем в два раза при изменении температуры воды от 30°C до 90°C), что позволило получить осциллограммы процессов в интересующем диапазоне значений $\delta_{a,сети}$. Изменение активного сопротивления от опыта к опыту обеспечивалось дополнительной выдержкой резисторов под фазным напряжением в течение 30 с.

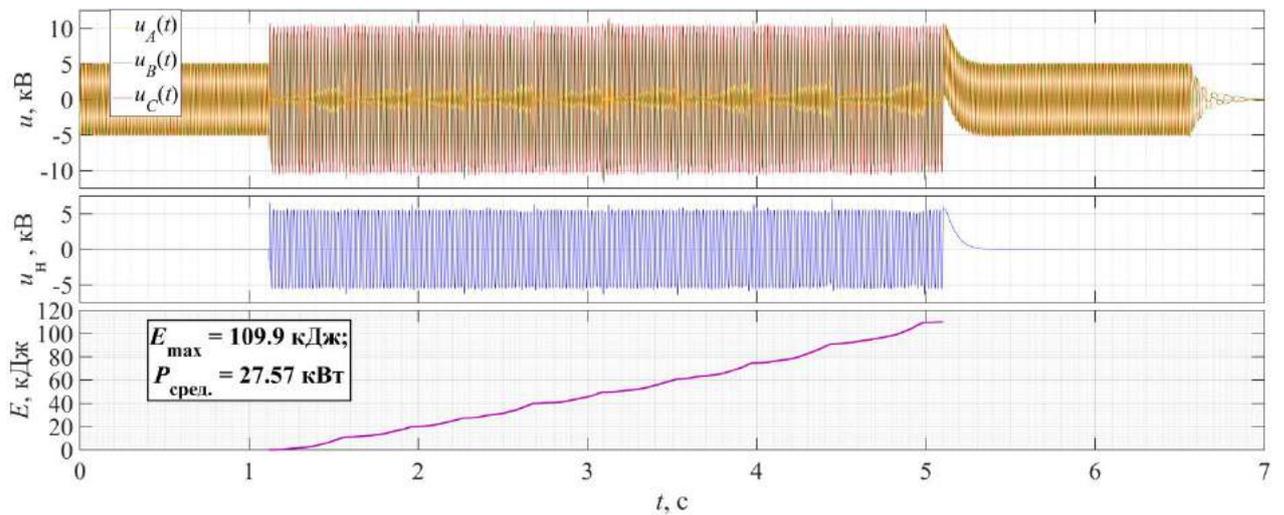


Рис. 3. Экспериментальные осциллограммы дугового замыкания без ДГР

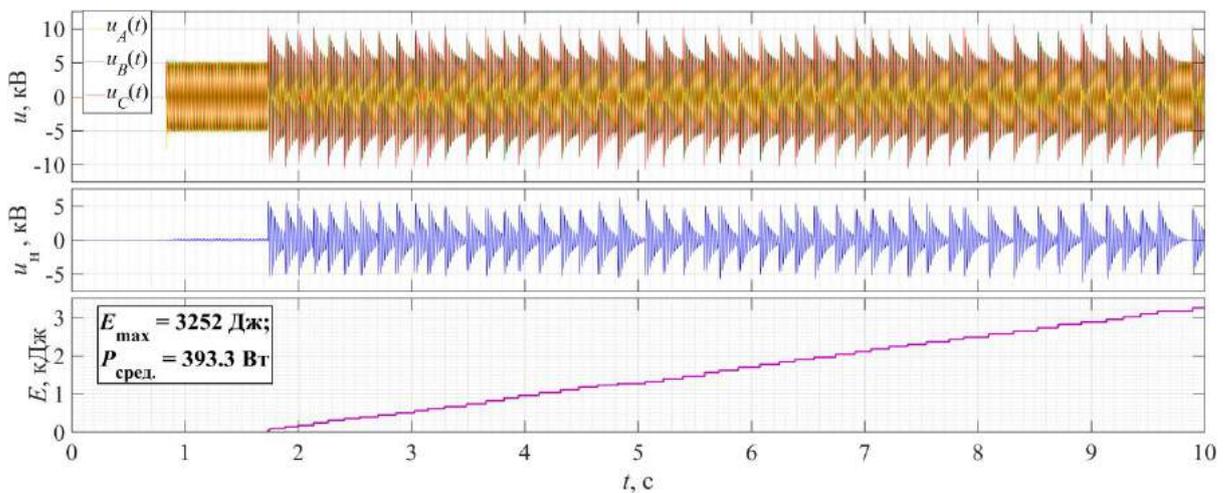


Рис. 4. Экспериментальные осциллограммы дугового замыкания с реактором РЗДПОМ-300/6,6 ($\vartheta = 0$, $\delta_{a,сети} = 5\%$)

На рис. 3 приведены экспериментальные осциллограммы процесса перемежающихся дуговых замыканий в сети 6 кВ с емкостным током 43 А при отсутствии ДГР. Анализ осциллограмм показывает, что роговой разрядник обеспечивает возникновение силовой дуги, средняя мощность энерговыделения в которой составляет 27,6 кВт. Дуга, поднимаясь вверх по электродам разрядника, растягивается, и падение напряжения на ней увеличивается. Еще до полного погасания дуги следует повторный пробой и процесс повторяется.

ДГР в режиме идеальной настройки радикально сокращает энергию, выделяющуюся в дуге. На рис. 4 приведены осциллограммы процесса для случая идеальной настройки реактора РЗДПОМ-300/6 и активных токов через резисторы на

уровне $\delta_{a,сети} = 5\%$. Активный ток ДГР и фильтра присоединения ФМЗО-300/6,6 при этом был определен как $\delta_{a,ДГР} = 2,1\%$. Средняя мощность ОЗЗ составила 0,393 кВт.

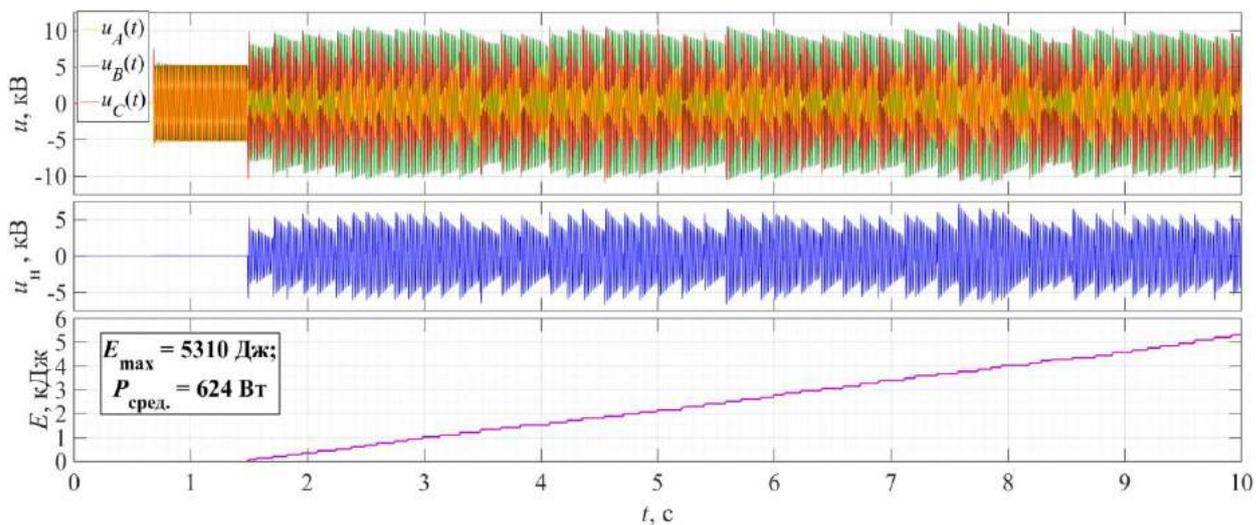


Рис. 5. Экспериментальные осциллограммы дугового замыкания с реактором РЗДПОМ-300/6 ($\vartheta = -5\%$, $\delta_{a,сети} = 0$)

Расстройка реактора приводит к возрастанию средней мощности и снижению эффективности ДГР. На рис. 5 и 6 построены осциллограммы процесса при $\vartheta = -5\%$; $\delta_{a,сети} = 0$ и $\delta_{a,сети} = 5\%$ соответственно. Расстройка реактора вызывает биения напряжения на поврежденной фазе, которые увеличивают скорость восстановления напряжения, что, в свою очередь, приводит к возрастанию частоты повторных зажиганий и росту средней мощности до значения 0,624 кВт. Добавление активных потерь (рис. 6) в этом конкретном примере лишь немного улучшает ситуацию ($P_{сред} = 0,581$ кВт), так как с одной стороны активное сопротивление увеличивает затухание, ускоряя восстановление напряжения, но, с другой стороны, ограничивает рост напряжения за счет биений. Это видно из сопоставления характера изменения напряжения на поврежденной фазе на рис. 5 и 6.

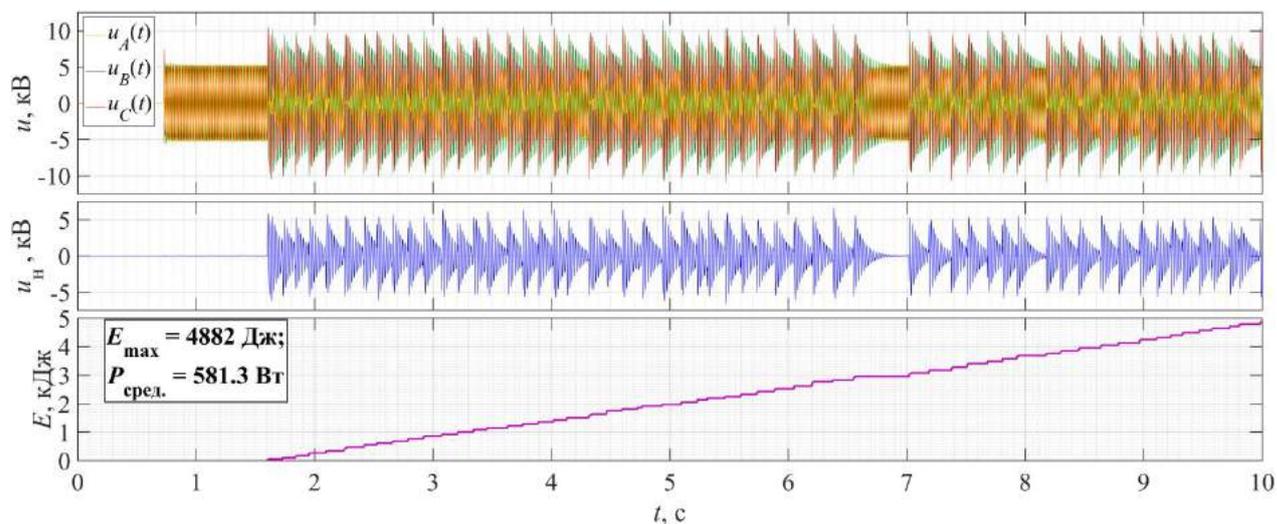


Рис. 6. Экспериментальные осциллограммы дугового замыкания с реактором РЗДПОМ-300/6 ($\vartheta = -5\%$, $\delta_{a,сети} = 5\%$)

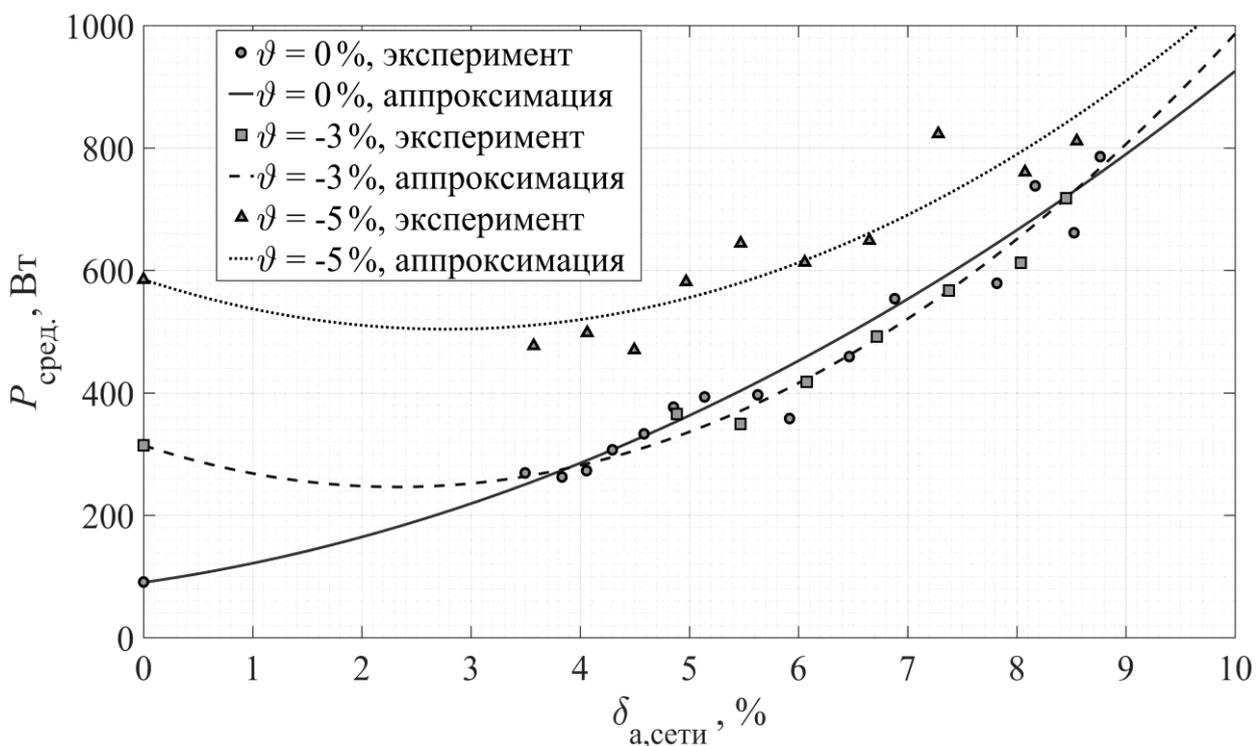


Рис. 7. Средняя энергия, рассеиваемая в перемежающейся дуге однофазного замыкания (напряжение 6 кВ, емкостный ток 033 43 А, ДГР РЗДПОМ-300/6) в зависимости от активных токов сети

Вся совокупность проведенных экспериментов обобщена на рис. 7. Подтверждаются сделанные ранее выводы о влиянии активной проводимости сети в области малых расстроек. Влияние степени расстройки реактора ϑ оказывается достаточно сильным в области малых активных токов сети и уменьшается с ростом δ_a . При $\delta_a = 10\%$ зависимости $P_{\text{сред}}$ для всех степеней расстройки сильно сближаются, что

соответствует данным рис. 1, в соответствии с которым при увеличении δ_a разница между временем τ для различных расстроек уменьшается. Для расстроек $\vartheta = 0$ и $\vartheta = -3\%$ в области значений $\delta_a > 5\%$ эта разница оказывается в пределах влияния статистического разброса влияющих факторов и нестабильности размера разрядного промежутка рогового разрядника, так как значения $P_{\text{сред}}$ практически совпадают. Средние мощности при $\vartheta = -5\%$, тем не менее, оказываются уже достаточно ощутимо выше.

Выводы

1. Расчетным путем для ДГР с регулируемым зазором получены зависимости времени восстановления напряжения на поврежденной фазе τ от коэффициента успокоения сети и степени расстройки компенсации, указывающие на сильную зависимость времени τ от точности настройки ДГР в области малых степеней расстройки. На основании этого сделан вывод о целесообразности ужесточения требований к точности настройки ДГР.

2. В качестве критерия оценки эффективности применения ДГР в режиме перемежающихся дуговых замыканий предлагается использовать среднюю энергию, рассеивающуюся в единицу времени в месте дугового замыкания.

3. Исследованиями на экспериментально-испытательном стенде ОАО «РЭТЗ Энергия» подтверждено влияние активной составляющей тока ОЗЗ на эффективность работы ДГР.

4. Для сетей с высокой добротностью ($\delta_{a, \text{сети}} < 3\%$) целесообразно ограничить степень расстройки компенсации на уровне 1% (возможности конструктивного обеспечения такой точности настройки в докладе не рассматривались).

5. Для сетей с низкой добротностью ($\delta_{a, \text{сети}} > 8\%$) изменение степени расстройки компенсации ϑ в диапазоне абсолютных значений 1–5% практически не влияет на среднюю энергию $P_{\text{сред}}$, рассеиваемую в месте дугового ОЗЗ. Изменение требований ПУЭ нецелесообразно.

6. Для широкого диапазона значений $\delta_{a, \text{сети}} = 3\text{--}8\%$ оптимальная точность настройки ДГР соответствует абсолютному значению $\vartheta = 3\%$. Именно это значение мы предлагаем использовать в технических требованиях к ДГР.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (уникальный идентификатор Соглашения – RFMEFI57714X0096).*

Список литературы

1. А.М. Быкова, А.В. Жуйков, Д.А. Матвеев, С.И. Хренов, В.С. Ларин, И.И. Никулов. О технических требованиях к дугогасящим реакторам в распределительных сетях 6–35 кВ // Электротехника, №8, 2016
2. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. // СПб.: ДЕАН, 2013, – 706 С.
3. Техника высоких напряжений / под ред. Д.В. Разевига // М.: Энергия, 1976.
4. Ф.А. Лихачев. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. М.: Энергия, 1971.
5. Д.А. Матвеев, С.И. Хренов, А.В. Жуйков, И.И. Никулов. Определение эффективности компенсации емкостных токов однофазного замыкания на землю дугогасящими реакторами различных конструкций на экспериментальном стенде // Электротехника, №8, 2015, С. 59-64

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ОРЕБРЕНИЯ В ПЛОСКИХ АСИММЕТРИЧНЫХ ДИФFUЗОРАХ

Зарянкин А.Е., Киндра В.О., Осипов С.К., Худякова В.П.

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия, г. Москва

Введение

Диффузорные каналы являются неотъемлемыми конструктивными элементами проточных частей многих энергетических машин. Например, они применяются в выхлопных патрубках паровых и газовых турбин. При определенных углах раскрытия диффузора течение в нем сопровождается отрывом пограничного слоя. Наличие этого явления коренным образом меняет структуру течения и приводит к увеличению коэффициента потерь, что обусловлено появлением дополнительных затрат энергии на образование, поддержание и развитие вихревых токов. Вместе с тем нестационарный характер такого течения ведет к резкому ухудшению вибрационного состояния диффузора, что вызывает появление дополнительных динамических нагрузок на его стенки. Надежность работы элементов с диффузорными каналами, работающими в режимах, сопровождающихся отрывом пограничного слоя, как правило, значительно ниже, чем в каналах без отрыва потока.

Для решения данной проблемы в ряде работ [1, 2, 3, 5, 6] на основе теоретического анализа силовых факторов, действующих в пределах пограничного слоя, предлагается

метод, позволяющий улучшить аэродинамические характеристики и снизить вибрационное воздействие путем предотвращения появления отрыва либо уменьшения интенсивности вихревых течений.

Однако в указанных выше работах оценка эффективности применения данного метода обосновывается исходя из теоретических предположений [3, 5, 6], а также результатами экспериментальных исследований для кольцевых [2] и плоских симметричных диффузоров [1], которые включают в себя, по большей части, измерение вибрационного состояния рассматриваемых аппаратов и не дают представление об изменении структуры течения по длине канала.

Для исследования данного аспекта в рамках настоящей работы изучается влияние на структуру потока установки системы продольных ребер в плоском асимметричном диффузоре методом численного моделирования.

Моделирование течения в плоском асимметричном диффузоре

Процесс моделирования течения в плоском асимметричном диффузоре объединяет в себе три шага:

- построение геометрии расчетных моделей;
- создание расчетных сеток;
- аэродинамический расчет течения.

Расчетные модели

Геометрия расчетных моделей рассматриваемых плоских диффузоров определялась согласно рекомендациям, приведенным в [4]. В качестве базовой модели был выбран плоский асимметричный диффузор с углом раскрытия $\alpha = 15^\circ$ (рисунок 1).

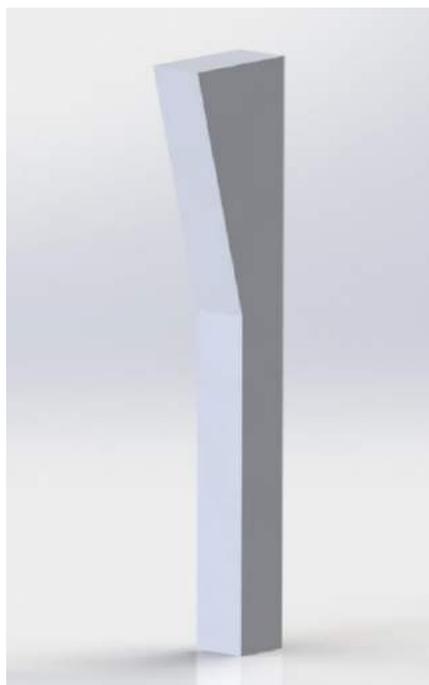
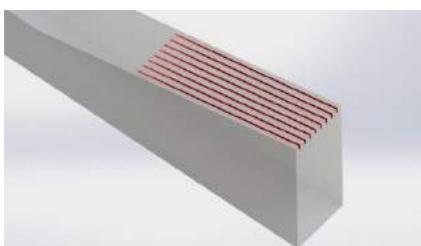


Рисунок 1 – Трехмерная модель асимметричного плоского диффузора с углом раскрытия $\alpha = 15^\circ$

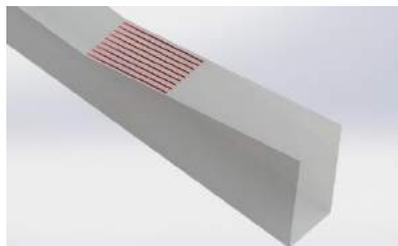
В процессе исследования влияния установки ребер в канале плоского асимметричного диффузора рассматривались следующие варианты организации оребрения (рисунок 2):

- *вариант 1*: прямоугольные (в сечении) ребра переменной высоты, размещенные ближе к выходу из диффузора;
- *вариант 2*: прямоугольные (в сечении) ребра переменной высоты, размещенные ближе ко входу в диффузор;
- *вариант 3*: прямоугольные (в сечении) ребра переменной высоты, размещенные по всей длине диффузора.



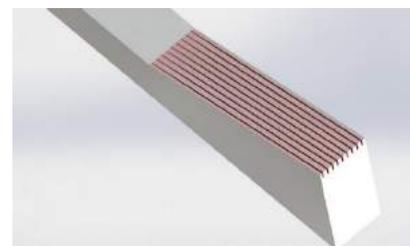
Вариант 1.

Максимальная высота 5 мм; ширина ребра 1,5 мм; длина ребра 170 мм. Шаг между ребрами 5 мм



Вариант 2.

Максимальная высота 5 мм; ширина ребра 1,5 мм; длина ребра 100 мм. Шаг между ребрами 5 мм



Вариант 3.

Максимальная высота 8 мм; ширина ребра 1,5 мм; длина ребра 270 мм. Шаг между ребрами 5 мм

Рисунок 2 – Варианты организации оребрения диффузора

Расчетные сетки

Расчетные сетки для всех исследуемых случаев строились в программе ANSYS ICEM. Формирование расчетного объема происходило на основе трехмерных моделей области течения потока, созданных в SolidWorks. Все сетки – неструктурированные; состоят из двух типов элементов: тетраэдрических – для основного объема, призматических слоев – для разрешения областей пограничного слоя.

Размер расчетных сеток составлял в среднем 2 млн ячеек. Количество призматических слоев: 13-15. При построении сетки области, где предполагалось наличие отрывных течений, а также ребренные поверхности и пространство между ними дополнительно замельчались по сравнению в основном объеме сетки для получения более точного и стабильного решения. Примеры расчетных сеток для разных моделей представлены на рисунках 3 и 4.

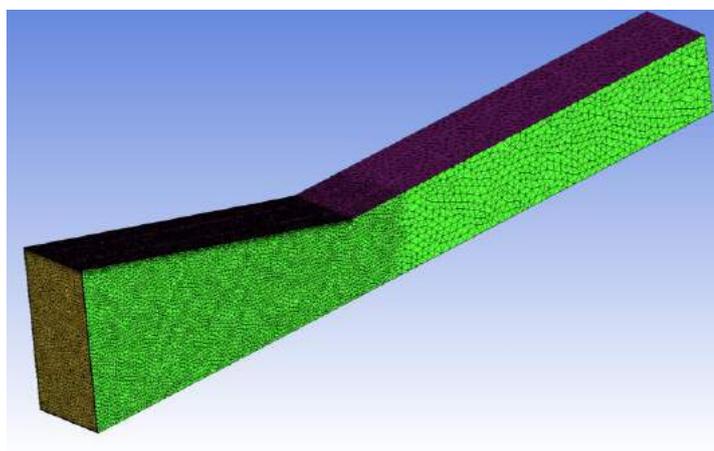


Рисунок 3 – Расчетная сетка для модели плоского диффузора с $\alpha = 15^\circ$

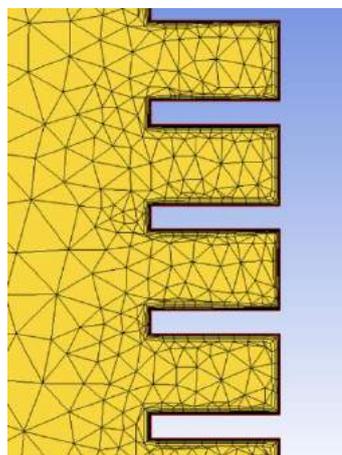


Рисунок 4 – Призматические слои около торцевой поверхности ребер в расчетной модели

Граничные условия и настройки решателя

Моделирование течения в плоских диффузорах осуществлялось с помощью программного пакета ANSYS CFX. Граничные условия для всех задач были одинаковыми (рисунок 5). На входное сечение модели накладывалось неравномерное поле скоростей развитого потока, полученное в результате расчета течения в прямолинейном канале большой длины ($L / d > 50$). На выходе задавалось статическое давление. Модель турбулентности – k - ω .

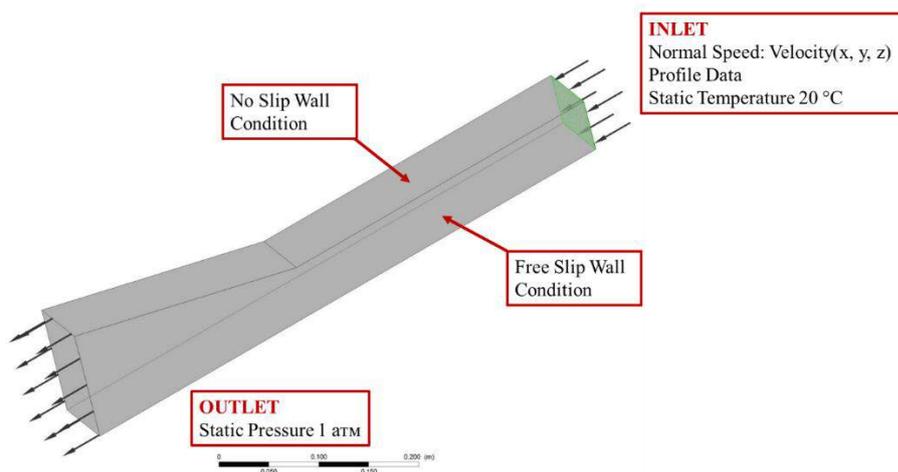


Рисунок 5 – Граничные условия

Методика обработки полученных результатов

Качественно характеристики течения оценивались путем его визуализации: построения полей скоростей и давлений в контрольных плоскостях моделей, построение линий тока.

Количественно эффективность работы диффузора определялась посредством нахождения распределения коэффициента восстановления давления по его длине согласно формуле (1).

$$C_P = \frac{P_2 - P_1}{\rho_1 \cdot c_1^2 / 2}, \quad (1)$$

где p_1, p_2 – давление на входе и выходе из диффузора;

ρ_1 – плотность среды;

c_1 – скорость потока на входе в диффузор.

Расположение контрольных плоскостей измерений представлено на рисунке 6.

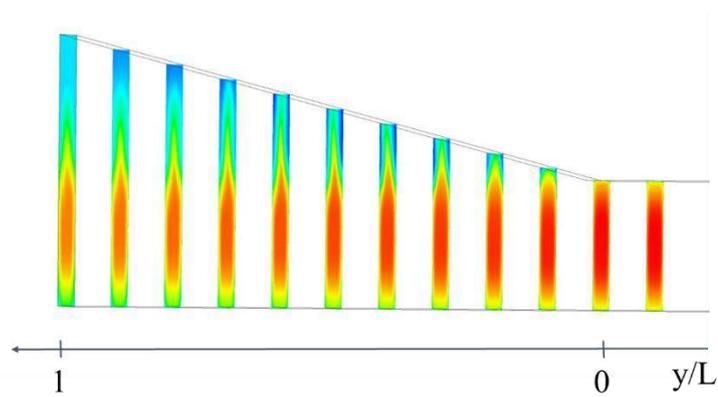
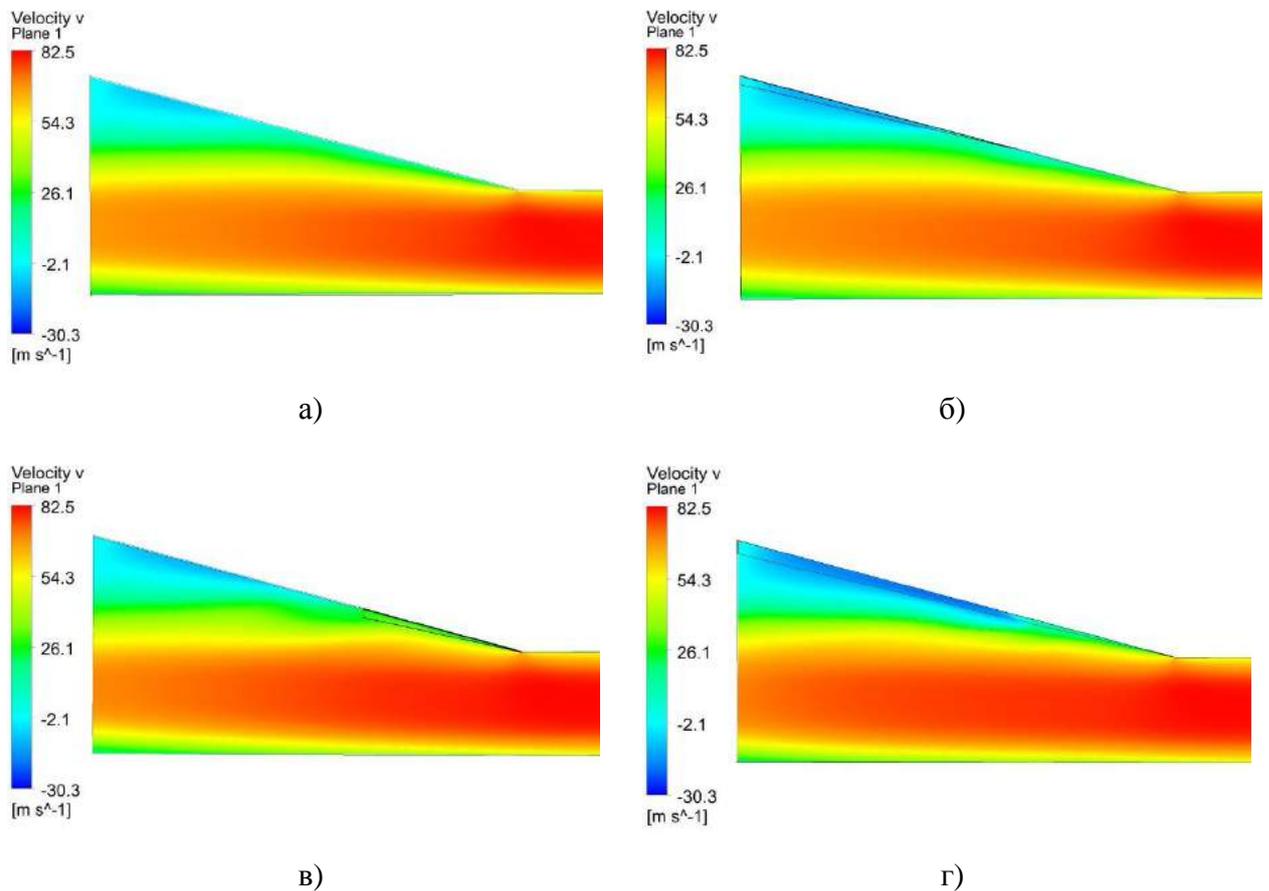


Рисунок 6 – Расположение контрольных плоскостей измерений

Результаты численного исследования

Результаты расчета течения потока в плоском асимметричном диффузоре для базового (без ребер) и оребренного варианта представлены на рисунках 7 и 8.



- а) базовая модель 15° ; – б) оребренная модель (вариант 1, 15°);
- в) оребренная модель (вариант 2, 15°); – г) оребренная модель (вариант 3, 15°)

Рисунок 7 – Поле скорости в сечении диффузора

Для диффузора с $\alpha = 15^\circ$ наблюдаем частичный положительный эффект от установки ребер. Незначительно снижается область течения, занятая вторичными

вихрями. Отрыв потока присутствует в равной мере для базовой и оребренной моделей (рисунок 7).

Анализ значений коэффициента восстановления давления по длине диффузора (рисунок 8) позволяет сделать вывод о том, что установка ребер не приводит к существенному повышению экономичности работы диффузора. Для всех вариантов оребрения, кроме первого, наблюдается увеличение потерь энергии, для варианта 1 имеем паритетные значения в сравнении с базовой моделью.

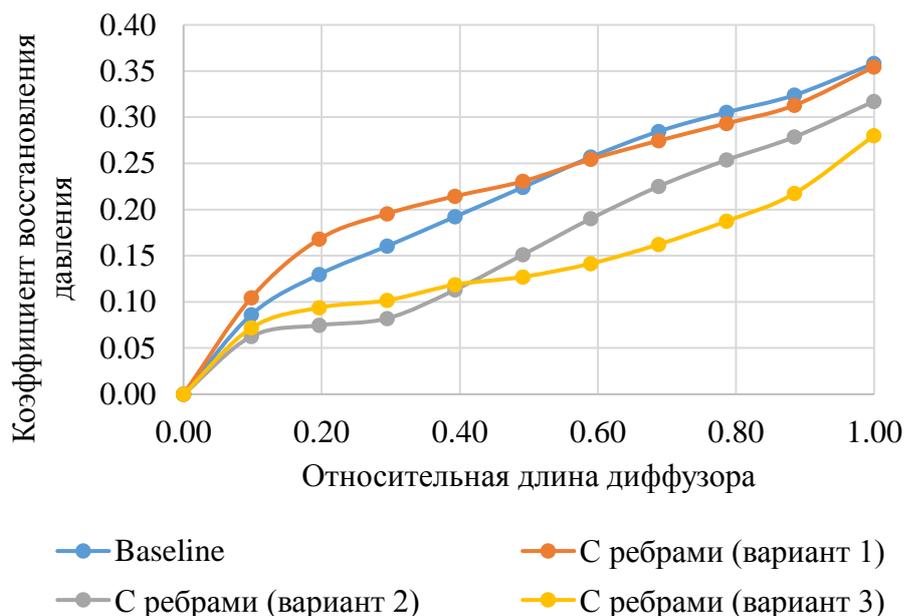
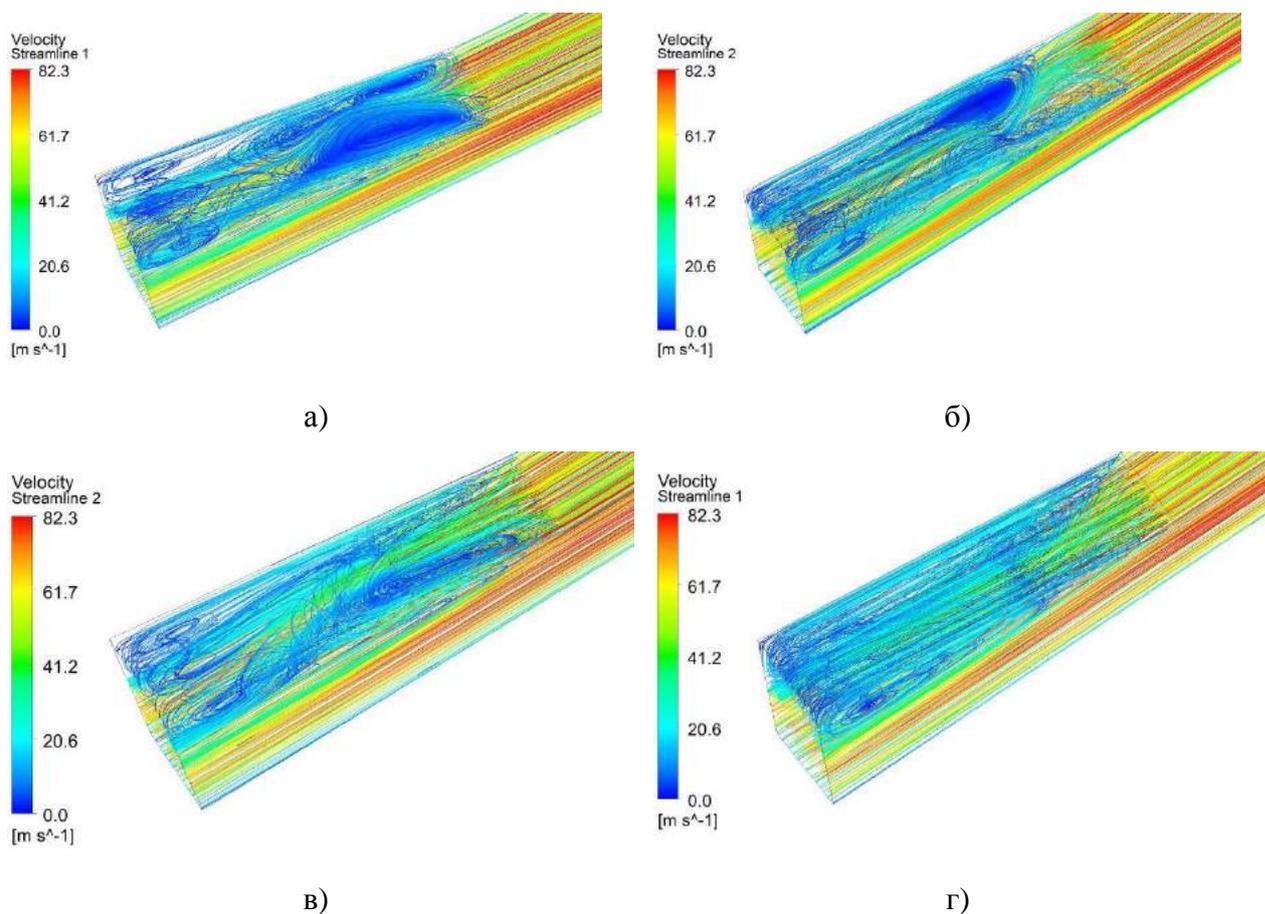


Рисунок 8 – Значения коэффициента восстановления давления по длине диффузора для базового варианта (Baseline) и вариантов с установленными ребрами для $\alpha = 15^\circ$
Влияние ребер на структуру вторичного вихревого течения

Влияние установки ребер на структуру течения оценивалось путем анализа положения линий тока среды в диффузоре (рисунок 9). Стоит отметить, что во всех оребренных моделях наблюдается формирование более структурированного потока. Несмотря на то, что место возникновения отрыва смещается незначительно, вся область отрывного течения в целом становится более стабильной, что приводит к уменьшению вызванных отрывом пульсаций давления на стенке диффузора.



– а) базовая модель 15°; – б) оребренная модель (вариант 1, 15°);
 – в) оребренная модель (вариант 2, 15°); – г) оребренная модель (вариант 3, 15°)

Рисунок 9 – Линии тока в диффузоре

Заключение

В работе исследован способ предотвращения отрыва потока в плоских асимметричных диффузорах путем установки на их стенках системы продольных ребер. Результаты численного моделирования течения в рассматриваемых расчетных моделях показали незначительную эффективность оребрения обтекаемых поверхностей в разрезе снижения потерь энергии в диффузоре. Однако система ребер позволяет структурировать поток, стабилизировать место и область отрыва потока, тем самым улучшить вибрационное состояние диффузора и снизить динамические нагрузки на его стенки.

Благодарность. *Исследование выполнено в Национальном исследовательском университете «МЭИ» за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-19-00944 от 16 июля 2014 г.).

Список литературы

1. Зарянкин А.Е., Грибин В.Г., Парамонов А.Н., Носков В.В., Митрохова О.М. Влияние угла раскрытия плоских диффузоров на их вибрационное состояние и пути снижения этих вибраций // Теплоэнергетика. 2012. № 9. С. 22-27.
2. Зарянкин А.Е., Григорьев Е.Ю., Носков В.В. Новые методы стабилизации течения в плоских, конических и кольцевых диффузорных каналах турбомашин // Вестник ИГЭУ. 2012. № 5. С. 5-10.
3. Зарянкин А.Е., Рогалев А.Н. Механизм отрыва потока от плавных обтекаемых поверхностей // Научный альманах. 2015. № 8 (10). С. 1108-1115.
4. Зарянкин А.Е. Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей. М.: Издательский дом МЭИ, 2014. 590 с.
5. Zaryankin A., Rogalev A. Mechanical model of the turbulence generation in the boundary layer // Applied Mathematical Sciences. 2015. № 9(100). pp. 4957-4970.
6. Zaryankin A., Rogalev A., Garanin I., Komarov I., Kurdiukova G. Flow separation from the smooth-counterstreamlined surfaces // Applied Mathematical Sciences. 2015. № 9(120). pp. 6007-6019.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

Петухова С.Ю., Тугов И.И.

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

В единой системе газоснабжения России одним из крупнейших является предприятие ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», в котором эксплуатируются не только мощные потребители электроэнергии (компрессорные станции, промплощадки линейно-производственных управлений магистральных газопроводов), но и расположенные вдоль трассы магистральных газопроводов и газопроводов-отводов маломощные потребители электроэнергии - газораспределительные станции [1].

Программа реконструкции региональных газопроводов, газопроводов-отводов и газораспределительных станций предприятия ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» предусматривает на период до 2020 г. проведение реконструкции более 100 газораспределительных станций (ГРС).

Линейно-производственное управление магистральных газопроводов (ЛПУ МГ) Георгиевское - одно из подразделений, где сосредоточены основные мощности ГРС предприятия ООО «Газпром трансгаз Ставрополь».

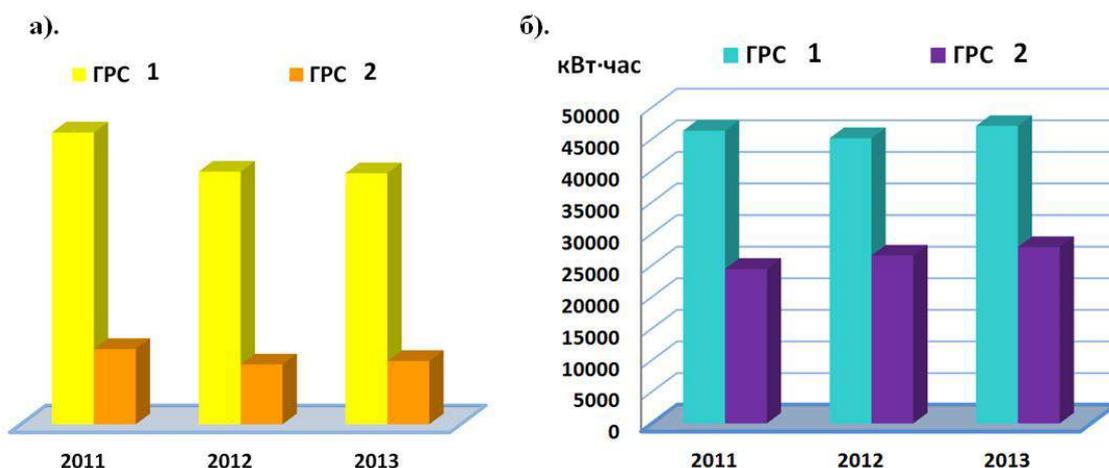


Рис.1. Динамика изменения объемов газа (а) и годового электропотребления (б) ГРС

На Рисунке 1 на примере двух ГРС Георгиевского ЛПУ МГ различной проектной производительности, условно названных ГРС1 и ГРС2, показаны динамика изменения объемов газа (а) и годового электропотребления (б) за несколько лет. Анализ представленных данных позволяет выявить увеличение годового электропотребления ГРС.

Как видно из Рисунка 2 годовые графики электрических нагрузок для ГРС1 и ГРС2 также имеют положительную динамику увеличения электропотребления.

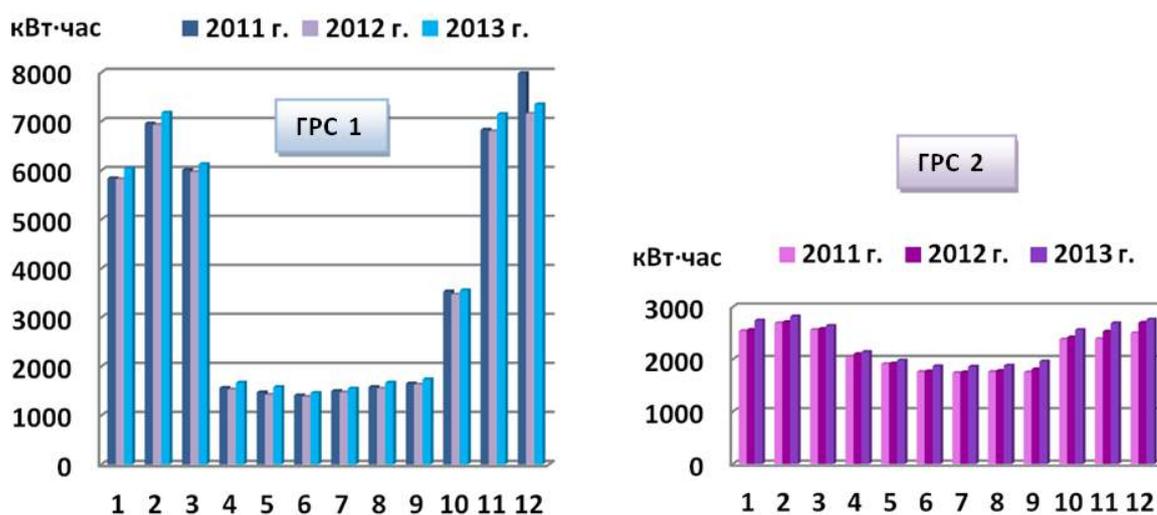


Рис.2. Динамика изменения годовых графиков электрических нагрузок ГРС1 и ГРС2

Для анализа особенностей электропотребления ГРС были определены следующие показатели: коэффициент заполнения годового графика нагрузки (k_3), характеризующий плотность электропотребления; время максимальных потерь (τ):

$$k_3 = \int_0^T P(t) \cdot dt / T \cdot P_{max} ; \quad \tau = [0,124 + 10^{-4}(T \cdot k_3)]^2 \cdot 8760 .$$

Результаты расчетов данных показателей электропотребления ГРС представлены на Рисунке 3. Анализ полученных результатов позволяет установить, что низкой плотностью электропотребления и меньшим временем максимальных потерь обладает ГРС1, характеризующаяся меньшей динамикой увеличения потребляемой мощности по сравнению с ГРС2.

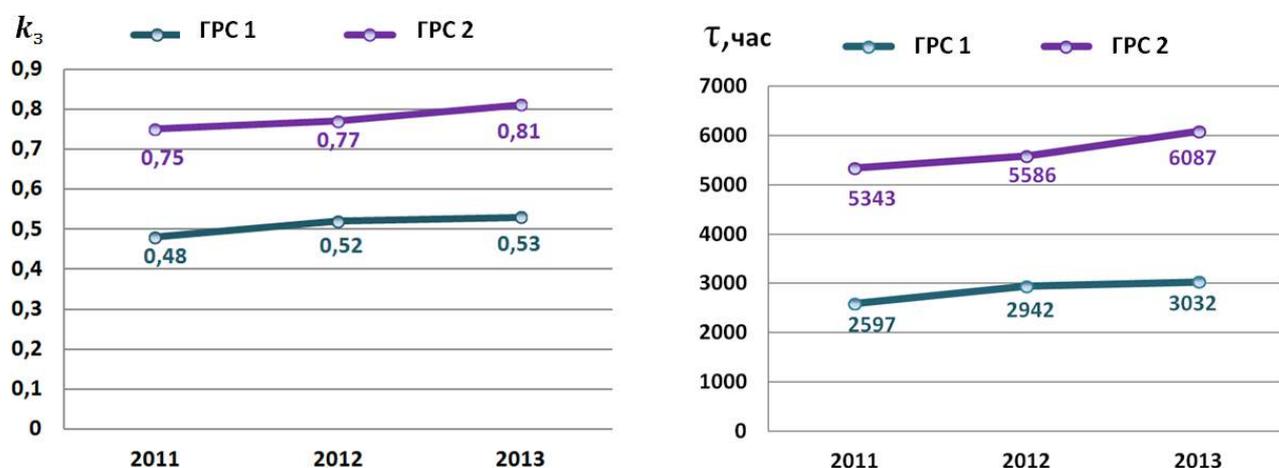


Рис.3 Динамика изменения показателей электропотребления ГРС

Для дальнейшего выявления особенностей электропотребления ГРС получены типовые графики электрических нагрузок для ГРС1 и ГРС2, представленные на Рисунке 4(а).

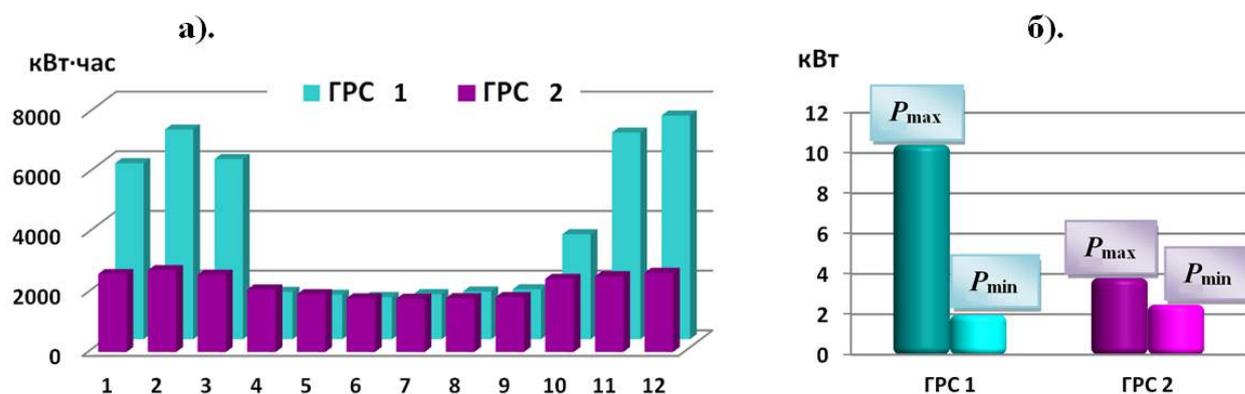


Рис.4 Типовые годовые графики электрических нагрузок (а), минимальная и максимальная потребляемая мощность ГРС (б)

Соотношение максимальных и минимальных значений потребляемых мощностей для ГРС1 и ГРС2 приведены на Рисунке 4(б).

Для типовых годовых графиков нагрузок ГРС1 и ГРС2 дополнительно определены такие показатели потребления электроэнергии, как коэффициент неравномерности ($k_{нр}$) и время (продолжительность) использования наибольшей нагрузки ($T_{нб}$):

$$k_{нр} = P_{min}/P_{max} ; T_{нб} = \int_0^T P(t) \cdot dt / P_{max} .$$

Результаты расчетов основных показателей электропотребления, соответствующие типовым годовым графикам нагрузки ГРС, показанным на Рисунке 4, приведены в Таблице 1.

Таблица 1

ГРС	$k_{нр}$	$k_з$	$T_{нб}$, час/год	τ , час/год
1	0,19	0,5	4440	2826
2	0,65	0,8	7067	6045

При реконструкции систем электроснабжения ГРС для управления электропотреблением посредством уменьшения потерь при передаче и распределении электроэнергии и увеличения пропускной способности выбор сечений проводов воздушных и кабельных линий электропередачи целесообразно выполнять с учетом показателя электропотребления $T_{нб}$.

Анализ особенностей годовых графиков нагрузок позволяет выявить сезонный характер электропотребления ГРС. На Рисунке 5 приведены соотношения электропотребления ГРС1 и ГРС2 для осенне-зимнего и весенне-летнего периодов года.

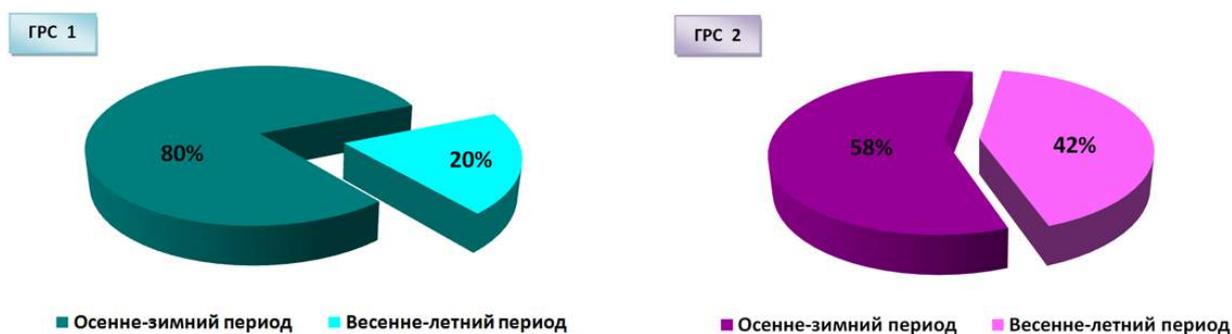


Рис.5 Электропотребление ГРС для периодов года

Энергетические обследования потребителей электроэнергии Георгиевского ЛПУ МГ выявили недостаточную загрузку (22%) силовых трансформаторов по мощности и повышенные условно-постоянные потери. Одна из энергосберегающих технологий управления электропотреблением - оптимизация загрузки трансформаторов или их замена при реконструкции системы электроснабжения на трансформаторы меньшей единичной мощности. Кроме того, в весенне-летний период возможно отключение одного из трансформаторов на двухтрансформаторных понижающих подстанциях.

Для выявления возможностей управления электропотреблением ГРС1 при уменьшении единичной мощности трансформаторов получены гистограммы распределения электропотребления [2] для осенне-зимнего и весенне-летнего периодов года, показанные на Рисунке 5.

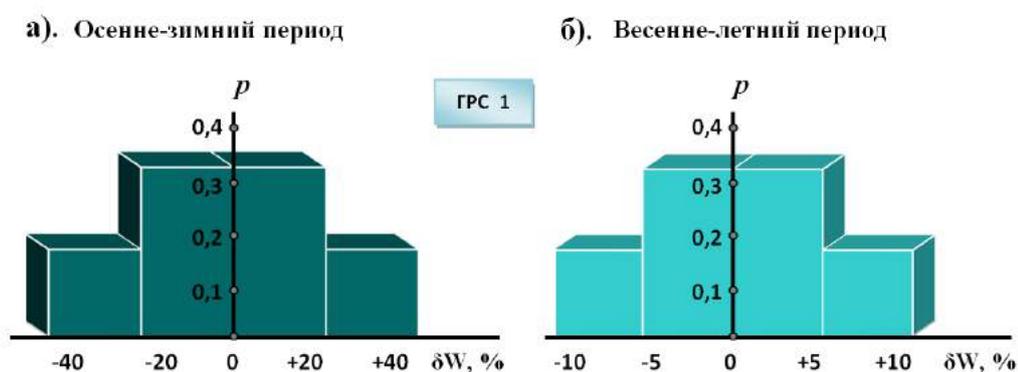


Рис.5 Гистограммы распределения электропотребления для ГРС 1

На гистограммах указана вероятность отклонения электропотребления от среднего для рассматриваемого периода года значения. На Рисунке 6 - гистограммы распределения электропотребления осенне-зимнего и весенне-летнего периодов года для ГРС2.

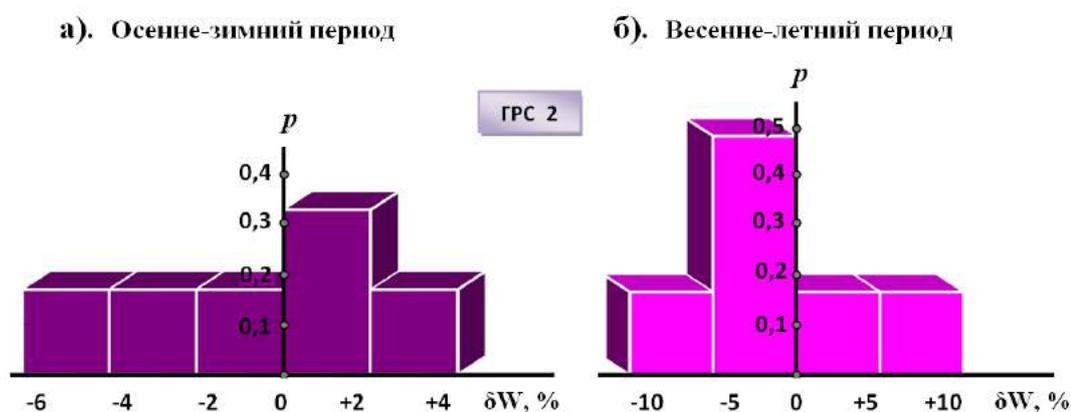


Рис.6 Гистограммы распределения электропотребления для ГРС 2

ГРС1 получает электроэнергию по двум кабельным линиям класса напряжения 0,4 кВ от городской трансформаторной подстанции, для электроснабжения ГРС2 используется собственная трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ.

Одним из основных потребителей электроэнергии на ГРС являются системы внешнего и внутреннего освещения. В общей структуре электропотребления ГРС системы освещения потребляют до 32% электроэнергии (Рисунок 7).

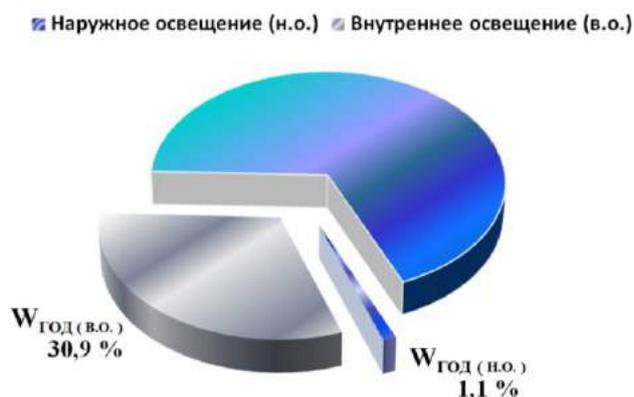


Рис.7 Электропотребление систем освещения в общей структуре электропотребления ГРС

К факторам, снижающим нормы расхода электроэнергии, относятся: оптимизация режимов работы светотехнического оборудования, снижение потерь электроэнергии в осветительных сетях, переход на энергосберегающие технологии [3].

Энергосберегающими технологиями управления электропотреблением в системах освещения ГРС являются: применение наиболее экономичных типов источников света (в том числе с использованием светодиодных источников света) и пускорегулирующей аппаратуры; рациональное размещение светильников и построение осветительных сетей. Кроме того, это: нормализация режимов напряжения в осветительных сетях; применение рациональных режимов работы осветительных установок; совместное использование систем естественного и искусственного освещения; внедрение устройств автоматического включения и выключения наружного и внутреннего освещения; внедрение системы АСКУЭ.

Управление электропотреблением ГРС также возможно за счет повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и применения автономных источников электроэнергии малой мощности [4], в том числе, на базе детандерных электроагрегатов [5].

Список литературы

1. Меньшов Б.Г. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности / Б.Г. Меньшов, М.С. Ершов, А.Д. Яризов – М.: ОАО «Издательство «Недра», 2000. – 487 с.
2. Меньшов Б.Г. Теоретические основы управления электропотреблением промышленных предприятий / Б.Г. Меньшов, В.И. Доброжанов, М.С. Ершов – М.: Нефть и газ, 1995. – 263 с.
3. Петухова С.Ю. Повышение эффективности систем освещения предприятий топливно-энергетического комплекса / Дальневосточный энергопотребитель №7-8, 2008, с.60-61
4. Белоусенко И.В. Новые технологии и современное оборудование в электроэнергетике газовой промышленности / И.В. Белоусенко, Г.Р. Шварц, С.Н. Великий, М.С. Ершов, А.Д. Яризов - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр» 2002. – 300 с.
5. Черных А.С., Карасевич В.А. Повышение эффективности электроснабжения технологических объектов системы газораспределения за счет применения автономных источников электроэнергии на базе детандерных электроагрегатов с роторным и шестеренным приводом / Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России: тезисы докладов XI Всероссийской научно-технической конференции 8-10 февраля 2016 г. Москва: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. С. 357.

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 ПРОЦЕССОВ НАПЛАВКИ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ТИТАН-АЛЮМИНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ

Ковтунов А.И., Гушин А.А., Плахотный Д.И., Плахотная С.Е.

Тольяттинский государственный университет

Ключевые слова: титан, алюминий, интерметаллидные сплавы, наплавка, алюминиевая присадочная проволока, износостойкость

Аннотация

В статье представлены результаты исследований процессов аргонодуговой наплавки сплавов системы титан-алюминий с применением присадочной проволоки СвАSi12. Установлено влияние режимов наплавки на химический состав и свойства наплавленного металла.

Введение. Интерметаллидные сплавы титан-алюминий находят все более широкое применение в промышленности, что связано с их уникальным комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств. Алюминиды титана имеют более высокую жаростойкость и жаропрочность, чем промышленные титановые сплавы, их плотность в 2,5 раза ниже плотности жаропрочных никелевых сплавов. Наибольший практический интерес представляют алюминиды Ti_3Al и $TiAl$ [1].

Как и большинству интерметаллидам алюминидам титана свойственна высокая хрупкость, особенно при комнатной температуре, что затрудняет их практическое применение в качестве конструкционных материалов [1].

Однако, для формирования поверхностных слоев с повышенными эксплуатационными свойствами алюминиды титана могут успешно применяться [2].

Интерметаллидные слои на поверхности титана было предложено формировать аргонодуговой наплавкой неплавящимся электродом с подачей алюминиевой присадочной проволоки СвАSi12 в жидкометаллической ванну [2].

Методика проведения исследований. Исследования процессов наплавки алюминидов титана проводили на специальной автоматической двухкоординатной установке с использованием сварочной горелки AUT-TIG 400W фирмы Abicor-Bensei и универсального сварочного источника Migatronic BDH 550 [3,4].

Для наплавки использовали образцы из титана марки BT1-0 размером 120×120×10 мм и присадочную проволоку СвАSi12 диаметром 1,2 мм.

Присадочную проволоку вводили в хвостовую часть жидкометаллической ванны, что обеспечивало стабильное формирование наплавленного валика и уменьшало потери алюминия на угар и разбрызгивание [3,4]. Скорость подачи присадочной проволоки изменялась в пределах $V_{п/пп} Al = 1-6$ м/мин при постоянных значениях скорости наплавки $V_n = 0,152$ м/мин и силы тока $I_n = 270A$.

Исследование химического состава наплавленного металла проводились методами растровой электронной микроскопии на комплексе сканирующего электронного микроскопа LEO 1455 VP (ZEISS, Германия) с блоками рентгеновского энергетического спектрометра INCA Energy-300 и рентгеновского волнового спектрометра INCA Wave-500.

Износостойкость образцов при абразивном изнашивании определялась при трении о закрепленные абразивные частицы и оценивалась относительной износостойкостью:

$$\& = \Delta l_{\text{э}} / \Delta l_{\text{м}}$$

где $\Delta l_{\text{э}}$ — линейный износ эталона;

$\Delta l_{\text{м}}$ — линейный износ испытуемого материала.

В качестве эталонов использовали сталь 45.

Склонность к образованию трещин оценивалась по количественному содержанию трещин и отслоению металла на определенном участке наплавки, длина участка наплавки составляла 100 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследование показали, что при выбранных режимах наплавки формировался валик со стабильными геометрическими параметрами (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид наплавленного валика

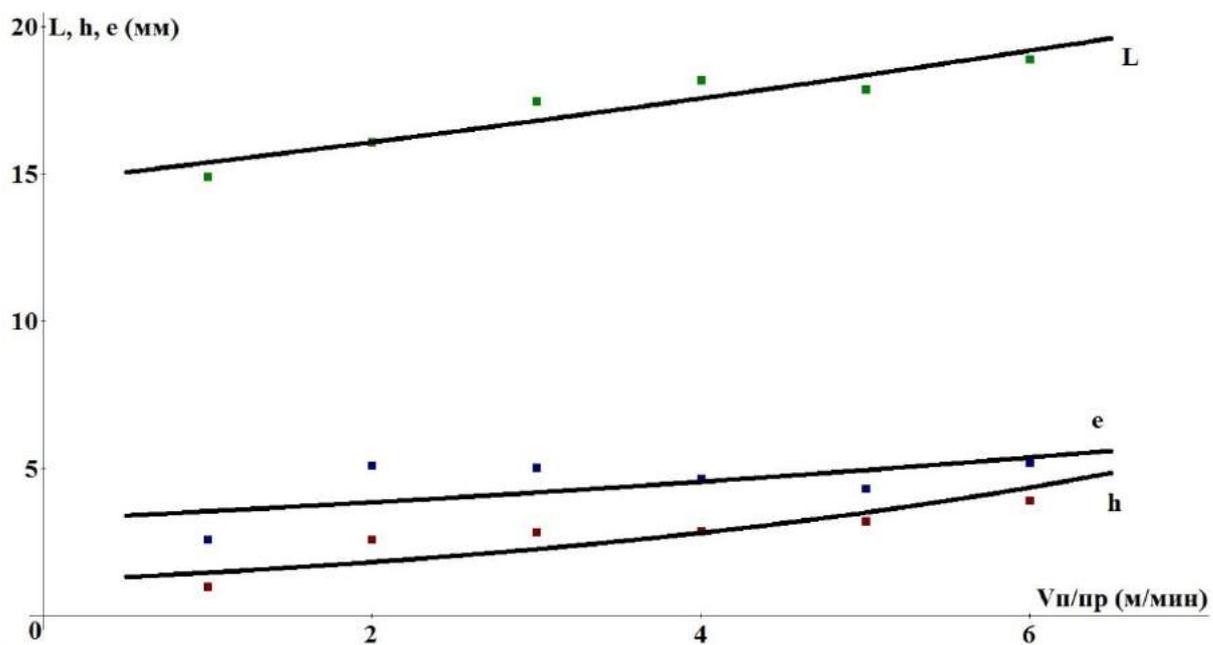
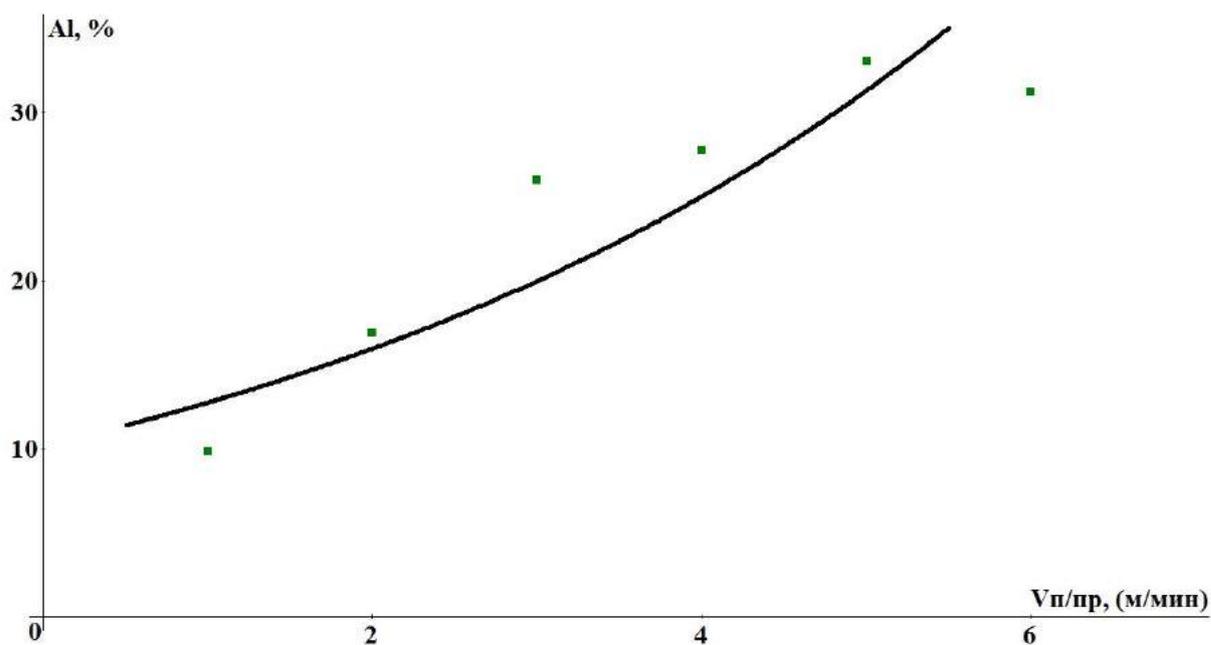
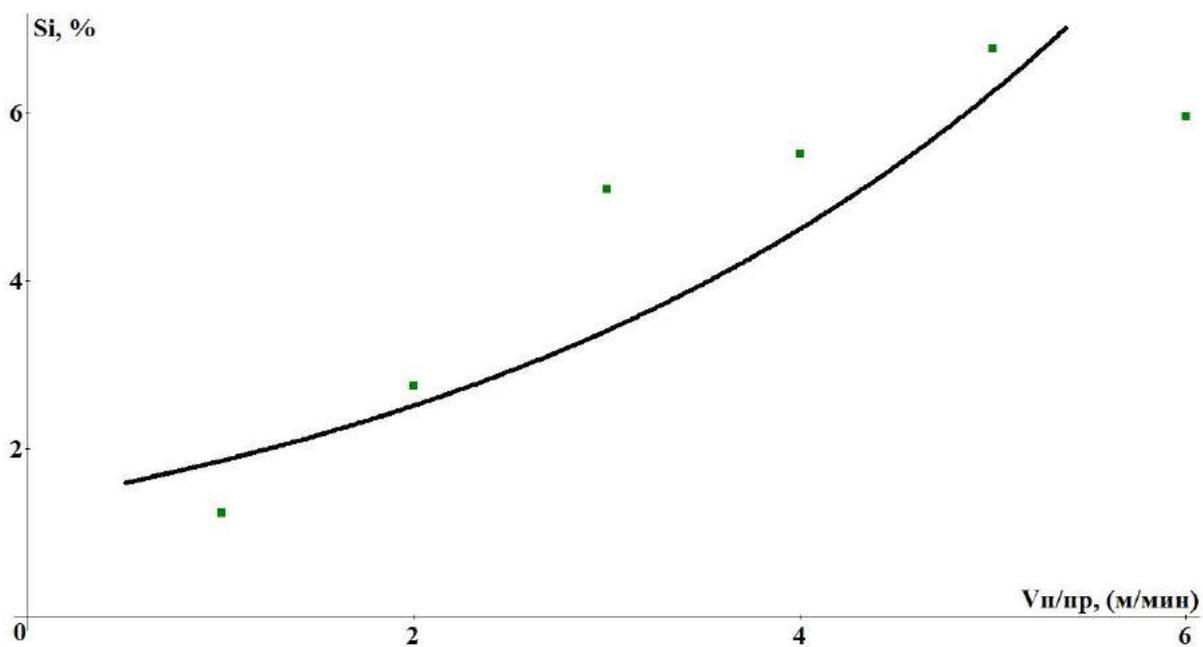


Рис. 2. Зависимость геометрических размеров наплавленного валика от скорости подачи присадочной проволоки



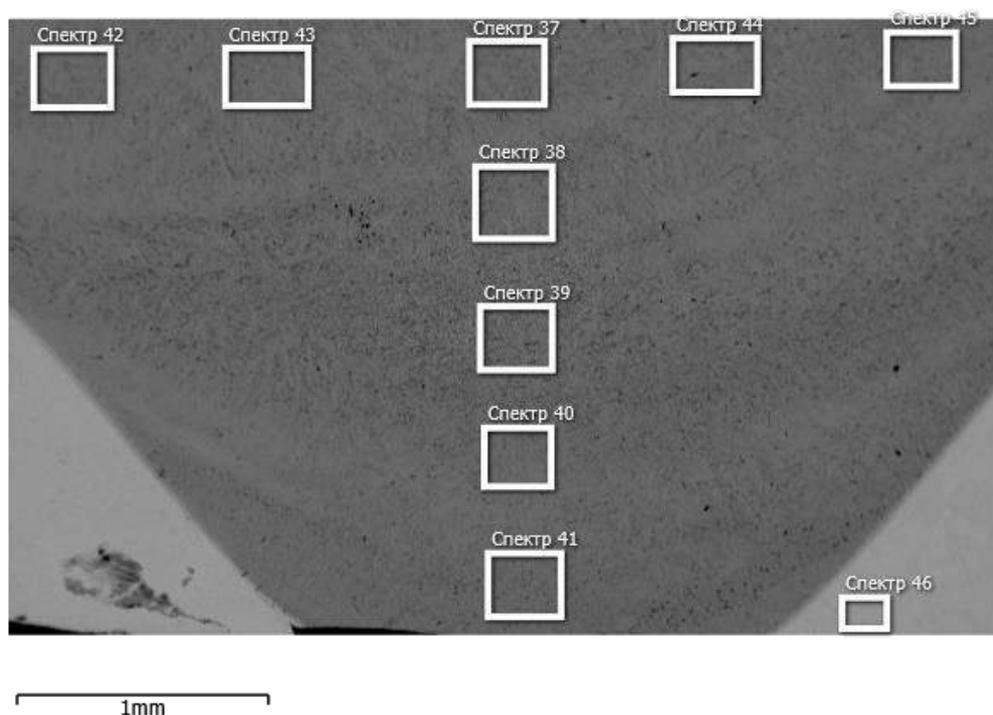
а)



б)

Рис. 3. Зависимость содержания алюминия и кремния от скорости подачи присадочной проволоки

Электронное изображение 4



**Рис. 4. Химический состав наплавленного валика: $I_n = 270$ А; $V_n = 0,15$ м/мин;
 $V_{п/пп} = 4$ м/мин**

Название спектра	Al	Si	i	Сумма
Спектр 37	25.53	5.38	9.09	100.00
Спектр 38	25.66	5.28	9.05	100.00
Спектр 39	25.62	5.19	9.20	100.00
Спектр 40	27.05	4.51	8.43	100.00
Спектр 41	27.05	4.65	8.30	100.00
Спектр 42	25.68	4.87	9.45	100.00
Спектр 43	25.75	4.83	9.42	100.00

Спектр 44	25.50	5.39	9.11	100.00
Спектр 45	25.49	5.74	8.78	100.00
Спектр 46	0.52		9.48	100.00

Ширина наплавленного валика составляла 14,9–18,9 мм (рис. 2). Высота наплавленного валика изменялась в пределах 0,98– 3,93 мм, а глубина проплавления составляла 2,58–5,18 мм (рис. 2)

Среднее содержание алюминия в наплавленном валике в зависимости от режимов наплавки составляло 9,81–33%, а содержание кремния изменялось от 1,24 до 6,76%.

При увеличении скорости подачи алюминиевой присадочной проволоки содержание алюминия в наплавленном металле повышалось в связи с увеличением массового расхода алюминия и уменьшением площади проплавления основного металла.

Наплавленные валики на основе α - фазы с содержанием алюминия до 10% практически не имели трещин, а с содержанием алюминия от 10 до 30% на основе $\alpha+\alpha_2(\text{Ti}_3\text{Al})$ или $\alpha_2(\text{Ti}_3\text{Al})$ фаз имели не более 3 трещин на контролируемом участке. Появление $\gamma(\text{TiAl})$ -фазы в структуре наплавленного металла значительно повышало склонность к образованию трещин наплавленного металла. Наплавленные валики с содержанием алюминия более 30% на контролируемых участках имели от 5 и более трещин. Самая низкая трещиностойчивость наблюдалась в наплавленном металле на основе γ -фазы (рис. 5).

Электронное изображение 9

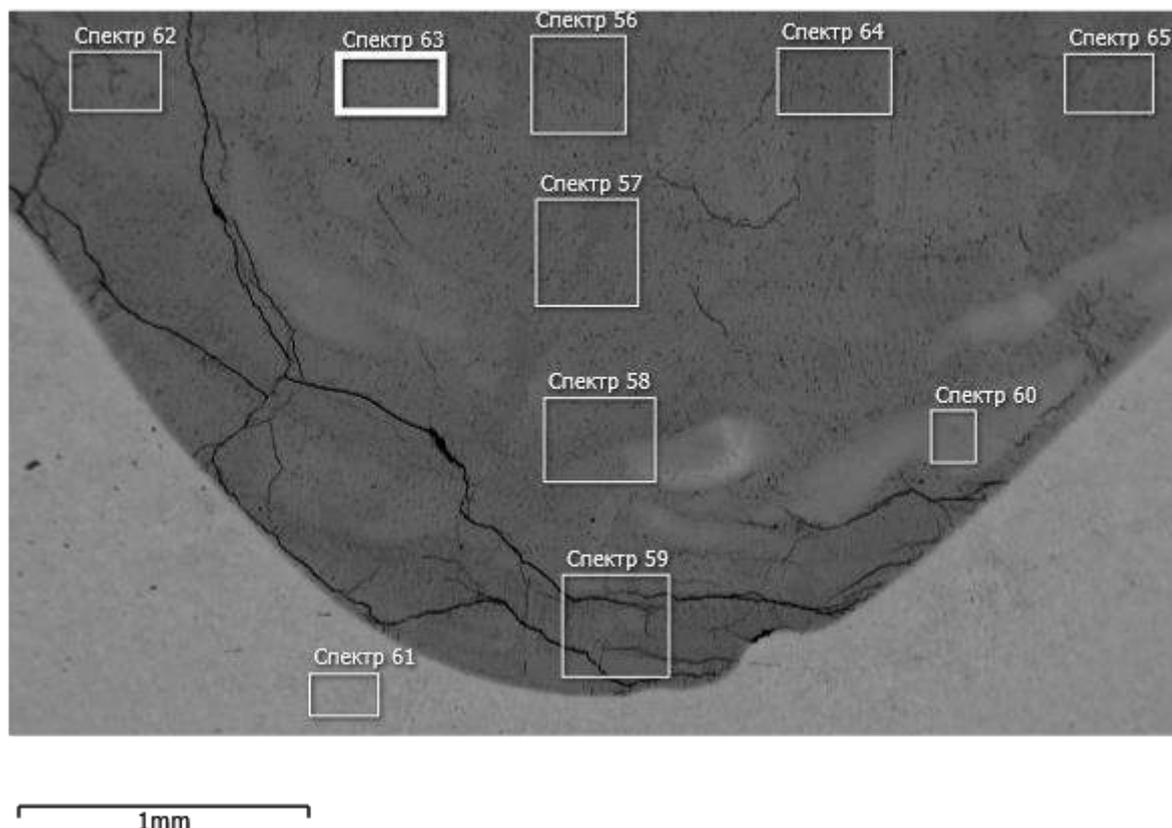


Рис. 5. Структура наплавленного металла при содержании алюминия: 31–33%

Твердость наплавленного валика изменялась в пределах 30–46 HRC. Повышение содержания алюминия с 9,8% до 25% способствовало повышению твердости наплавленного металла (рис. 6). Дальнейшее увеличение содержания алюминия приводит к снижению твердости, что связано с появлением в структуре металла $\gamma(\text{TiAl})$ -фазы. По сравнению с наплавленным металлом с применением алюминиевой присадочной проволоки СВА5 твердость повышается на 5-10HRC, что связано с легирование интерметаллидов кремнием [2].

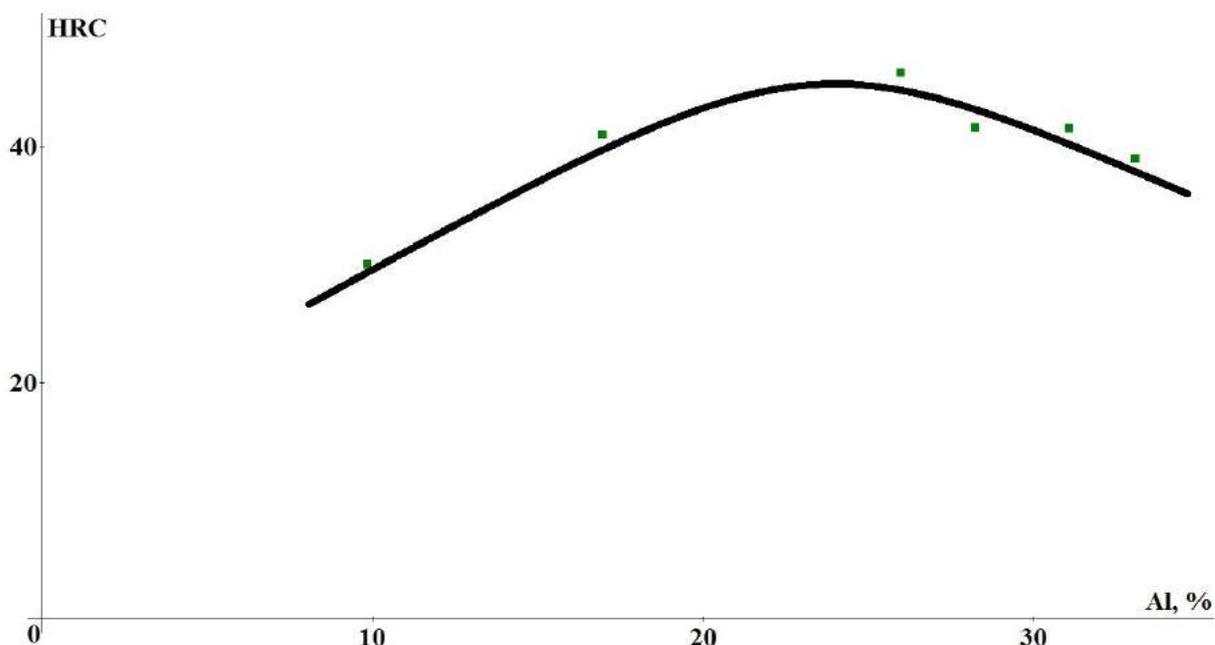


Рис. 6. Зависимость твердости наплавленного металла от содержания алюминия

Максимальная износостойкость наблюдалась в образцах с содержанием алюминия 22–27% и составляла около 4,6, что в 1,5 раза выше, чем при использовании алюминиевой присадочной проволоки СвА5 [2]. Дальнейшее увеличение алюминия снижает износостойкость вследствие хрупкого выкрашивания наплавленного металла при абразивном изнашивании образцов (рис. 7).

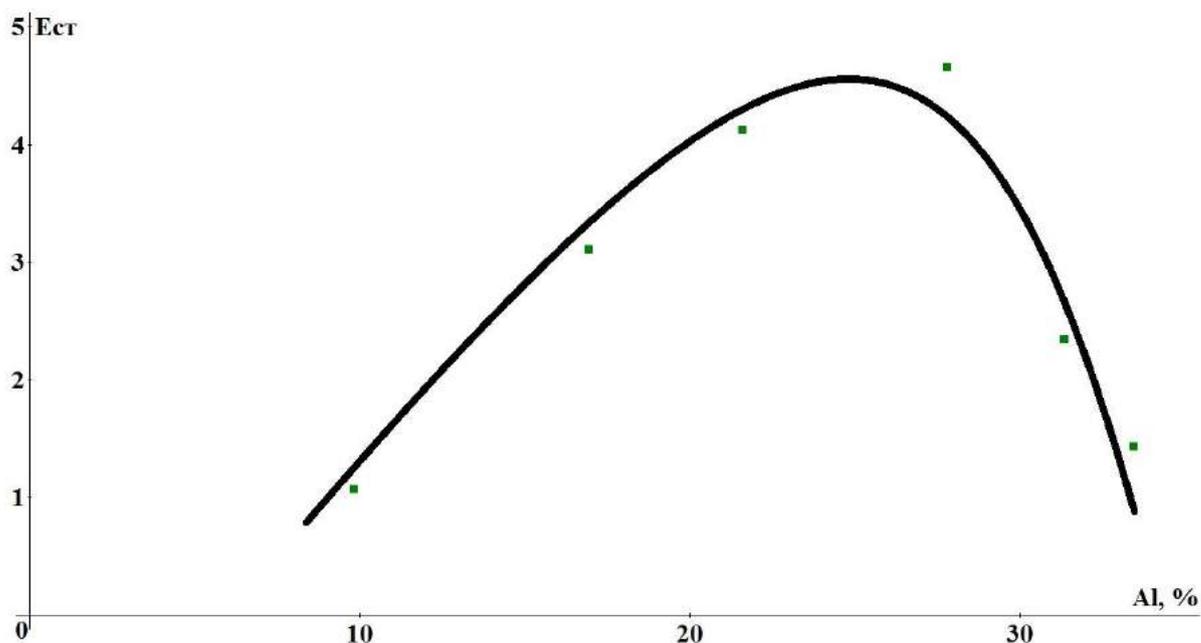


Рис. 7. Зависимость износостойкости наплавленного металла от содержания алюминия

Выводы:

1) Механические и эксплуатационные свойства наплавленных сплавов системы титан-алюминий определяются содержанием алюминия. Максимальная твердость и износостойкость наблюдается в сплавах с содержанием алюминия 20–27%.

2) Использование алюминиевой присадочной проволоки, содержащей 12% кремния, увеличивает механические и эксплуатационные свойства наплавленных интерметаллидных сплавов на основе титан-алюминий, в сравнение с применением присадочной проволоки СвА5.

Список литературы

1. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов/ Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. – М.: МИСИС, 2005 – 432 с.
2. Ковтунов, А.И. Влияние режимов наплавки на структуру и свойства покрытий системы титан-алюминий /А.И.Ковтунов, А.А.Гущин, А.Г.Бочкарев, С.Е.Плахотная //Сварка и диагностика 2016.- №2.-С.43-46.
3. Ковтунов, А.И. Аргодуговая наплавка сплавами на основе системы железо-алюминий: монография/ А.И. Ковтунов. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014. – 140 с.
4. Ковтунов А.И. Физико-химическая кинетика взаимодействия алюминия со сталью при формировании металла шва с заданными свойствами: дисс. док. тех. наук: защищена /А.И. Ковтунов – Тольятти, 2011. – 357 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫБИВКИ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

Некрутов В.Г., Иршин А.В.

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», РФ, г. Челябинск

В настоящее время выбивка литейных форм на выбивных решетках в литейном производстве продолжает оставаться наиболее распространенным способом. Залитая литейная форма, подлежащая выбивке, подается на выбивную решетку, которая либо колеблется непрерывно, либо включается на время выбивки. Колебания решетки передаются залитой форме. Сочетание масс решетки, выбиваемой формы, режим колебаний рассчитываются и подбираются таким образом, чтобы форма

подбрасывалась вверх на некоторую высоту, а при падении соударялась с выбивной решеткой.

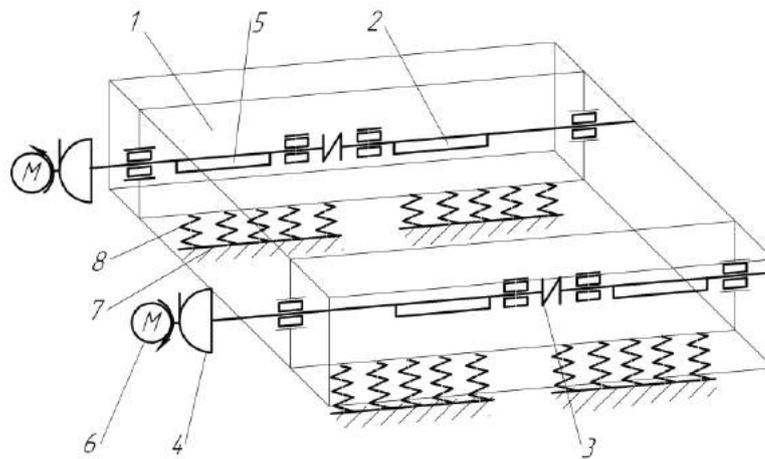
Вибрационные машины, оказывая колебательное воздействие на обрабатываемые объекты, позволяют интенсифицировать технологические процессы. При этом количественное и качественное повышение уровня гибкости управления параметрами и характером колебаний в механических системах является основной проблемой при усовершенствовании вибрационных машин [1]. Нерешенность этой проблемы, в частности в литейном производстве при выбивке литейных форм различной прочности и массы посредством литейной выбивной решетки, препятствует внедрению в производство высоких вибрационных технологий.

Актуальность проблем управления процессом выбивки литейных форм различной прочности и массы в условиях серийного производства посредством литейной выбивной решетки с регулируемыми параметрами колебаний отмечается в работах Блехмана И.И., Подураева В.Н., Полухина П.И., Фролова К.В., а также в работах других авторов.

Важным конструктивным элементом вибрационных машин являются вибровозбудители, задающие форму траектории, закон изменения скорости и ускорения рабочего органа, которые зависят от геометрических размеров звеньев машины и от характера возмущения вибраций, так и от динамических параметров процессов, происходящих в роторных узлах машины. В существующих конструкциях литейных выбивных решеток (рис.1) для создания колебаний используются дебалансные вибровозбудители, состоящие из одной или двух неуравновешенных масс, в которых ограничена возможность гибкого регулирования параметрами колебаний. Это ограничивает функциональные возможности выбивных решеток и требует дополнительных конструктивных настроек при выбивке литейных форм различной прочности и массы. Для получения колебаний с регулируемыми параметрами возможно применение роторных инерционных вибровозбудителей [2], разработанных в Южно-Уральском государственном университете, в которых параметры колебаний зависят не только от геометрических размеров элементов, от характера возмущения, но и от динамических параметров системы, что позволяет повысить эффективность управления параметрами технологических процессов. Однако существенными недостатками роторных инерционных вибровозбудителей являются невысокая мощность генерируемых колебаний и значительные нагрузки на опорные узлы, а следовательно пониженная долговечность системы.



а)



б)

Рис.1. Литейная выбивная решетка до модернизации: а) общий вид;
 б) схема кинематическая (1 – корпус решетки; 2,5 – вибратор; 3,4 – муфта;
 6 – привод; 7 – рама; 8 – пружина)

Для устранения указанных недостатков была разработана модель усовершенствованного роторного инерционного вибровозбудителя повышенной мощности, в котором способ возбуждения колебаний заключается в том, что вращаемое тело 1 (ротор) и контртело 2 аналогичной формы (рис. 2), сопрягаются с тарированной силой прижима P_{oc} так, чтобы область контакта имела замкнутую форму с поворотной симметрией.

$$\rho = \frac{D\omega_{gp}}{2\omega},$$

где

$$\rho = \rho_1 = \rho_2.$$

Синхронизация колебаний центров тяжести ротора и контртела достигается за счет неголономной связи ротора и контртела в точке их контакта, которая создает динамический эффект их слияния в одну целую неуравновешенную массу. При этом создается суммарная вынуждающая сила F , амплитудное значение которой равно

$$F = F_1 + F_2 = m\rho\rho^2,$$

приводящая к более благоприятному распределению нагрузок в опорных узлах ротора инерционного вибровозбудителя повышенной мощности, показанного на рисунке 4.

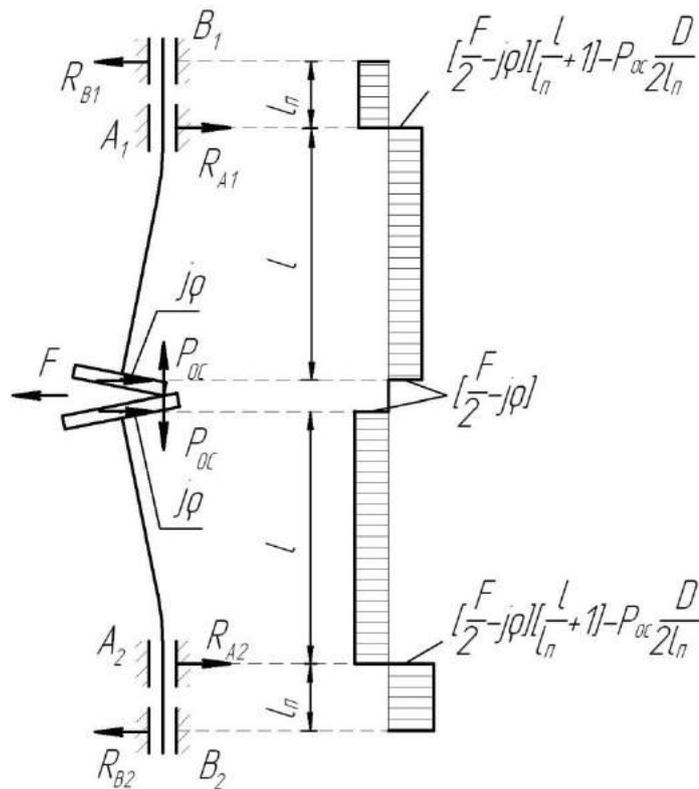
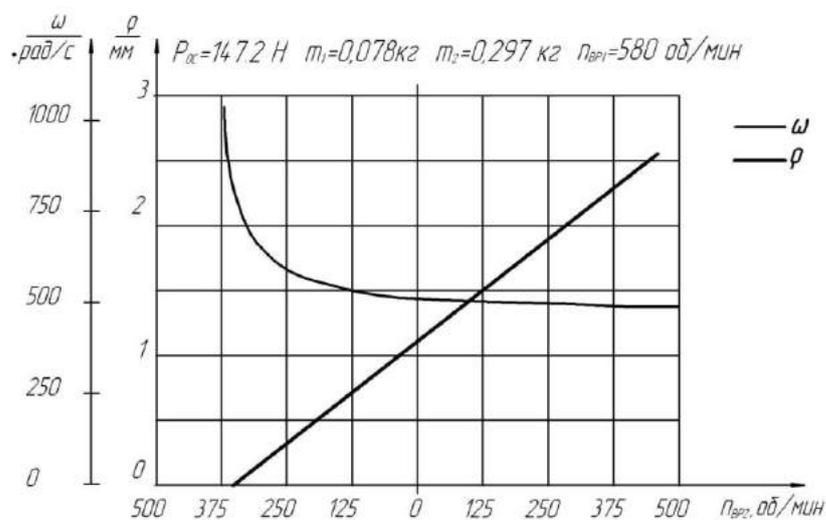


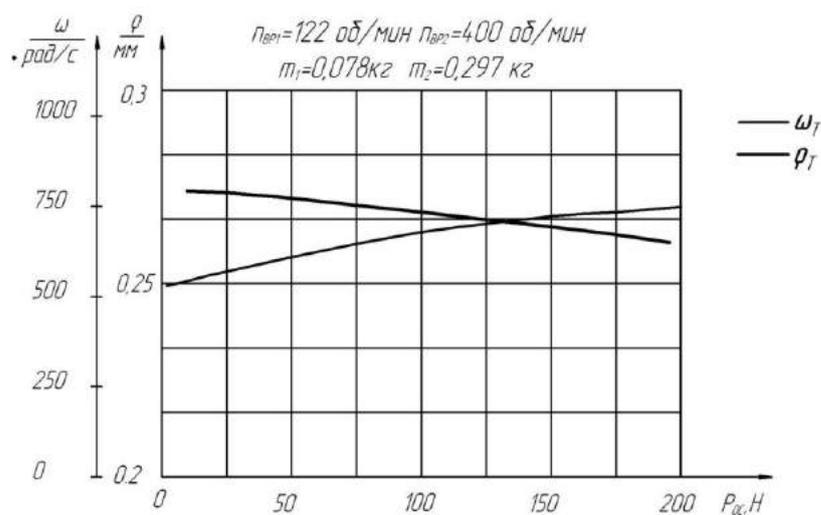
Рис. 3. Распределение нагрузок в роторном инерционном вибровозбудителе повышенной мощности

Для оценки ожидаемой эффективности управления параметрами колебаний были проведены компьютерные исследования разработанной модели. Зависимость параметров

колебаний: частоты ω и амплитуды ρ , в рассматриваемой системе от режимов настройки: осевого усилия P_{oc} и скорости вращения n_{BP2} контртела показана на рис. 4.



а)



б)

Рис. 4. Зависимости параметров колебаний от режимов настройки:

а) скорости вращения контртела; б) осевого усилия

Исследования показали, что у данной модели вибровозбудителя максимальная нагрузка на опоры меньше, чем у дебалансных вибровозбудителей за счет влияния суммарной силы упругости $j\rho$ роторов, а возможности регулирования параметров колебаний шире, чем у роторных вибровозбудителей, так как возможно еще и раздельное регулирование частоты и амплитуды колебаний.

В связи с изложенным была поставлена задача разработки конструкции литейной выбивной решетки с роторным инерционным вибровозбудителем повышенной мощности, позволяющей выбивать литейные формы различной прочности и массы без

дополнительной конструктивной настройки. В работе создана методика расчета и конструирования регулируемых инерционных роторных вибровозбудителей повышенной мощности. Разработана конструкция литейной выбивной решетки с усовершенствованными вибровозбудителями (рис. 5). Проведены ее производственные испытания, которые подтвердили ее эффективность.

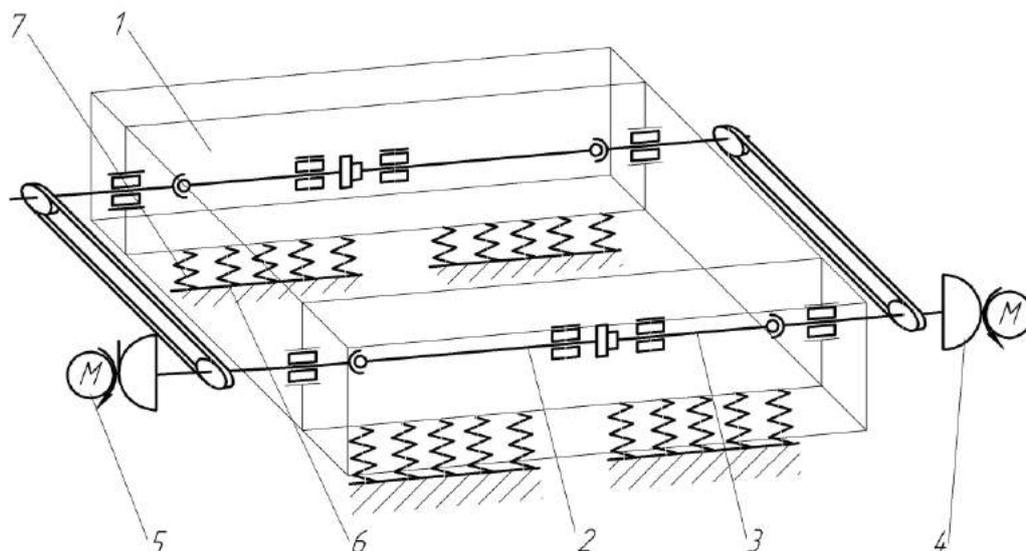


Рис. 5 Литейная выбивная решетка после модернизации:

1 – корпус решетки; 2,3 – ротор; 4 – муфта; 5 – привод; 6 – рама; 7 – пружина

Литейные выбивные решетки, созданные на базе предлагаемой теории обладают следующими преимуществами: возможностью отдельного регулирования частоты колебаний в диапазоне 0...3000 Гц и амплитуды колебаний в диапазоне 0...30 мм; возможностью производить выбивку литейных форм из смесей различной прочности и массы без дополнительной конструктивной настройки литейной выбивной решетки, а следовательно позволяют увеличить эффективность ее работы.

В связи с этим широкая универсальность вибровозбудителей с широкими технологическими возможностями позволяют использовать их в качестве источников колебаний в выбивной литейной решетки для выбивки литейных форм различной прочности и массы без дополнительной конструктивной настройки.

Список литературы

1. Блехман, И.И. Что может вибрация? О вибрационной механике и вибрационной технике / И.И. Блехман. – М.: Наука, 1988. – 208 с.

2. А.с. №1664412. Способ возбуждения круговых колебаний и устройство для его осуществления / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, С.В. Сергеев. – Оpubл. в Б. И., 1991, Бюл. №27.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СТАЛИ ПРИ МИКРОДУГОВОЙ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Степанов М.С., Домбровский Ю.М.

ДГТУ, РФ, г. Ростов-на-Дону

При поверхностном упрочнении стальных изделий с помощью микродуговой химико-термической обработки (МДХТО) важнейшим параметром процесса является температура [1,2,4-7]. Информация о температуре позволяет проводить анализ основных процессов, протекающих при диффузионном насыщении: образования активных атомов диффузанта, их адсорбции насыщаемой поверхностью, диффузии вглубь стального образца. Верхней границей температурного интервала процесса диффузионного насыщения при МДХТО является значение 1250°C [7].

Для измерения температуры образцов при проведении металловедческих исследований наиболее часто используют термопары, типы которых выбираются исходя из температурного интервала исследуемого процесса [3,8]. Наиболее распространенными в России типами термопар являются: хромель-копель ТХК (обозначение L по стандарту МЭК), хромель-алюмель ТХА (К) и платина-платинородий ТПП (S или P).

Преобразователь термоэлектрический хромель-копелевый применяется для точных измерений температуры и обладает наибольшей дифференциальной чувствительностью из всех промышленных термопар. Он обладает исключительно высокой термоэлектрической стабильностью, однако применяется при температуре не более 600°C

Преобразователь термоэлектрический хромель-алюмелевый является самым распространенным при проведении промышленных измерений и в научных исследованиях. Он предназначен для измерения температуры до 1100°C (длительно) и 1300°C (кратковременно) в окислительной и инертных средах. Главное преимущество ТХА по сравнению с другими термопарами из благородных металлов состоит в значительно большей стойкости к окислению при высоких температурах.

Преобразователь платина-платинородий применяется при промышленных и лабораторных измерениях высоких температур в диапазоне 1000-1600°C. Его основными

достоинствами являются хорошее сопротивление коррозии при высоких температурах, высокая температура плавления и достаточно большая термоЭДС.

Для измерения температуры в процессе МДХТО был выбран преобразователь ТПП платина-платинородий.

Измерение температуры при МДХТО необходимо проводить с учетом особенностей процесса, к которым следует прежде всего отнести быстрый нагрев и малую продолжительность.

Точность измерения температуры с помощью термопары зависит от чувствительности и инерционности двух основных элементов средства измерений: датчика температуры и регистрирующего прибора.

При измерении температуры проволочными термопарами возникает ряд погрешностей, причинами которых, например, могут быть:

- приток или отвод тепла за счет собственной теплопроводности материала термоэлектродов;
- недостаточный тепловой контакт между рабочим спаем термопары и металлическим образцом.

Приток или отвод тепла за счет собственной теплопроводности термоэлектродов можно снизить с помощью контактирования с объектом измерения не только спая термопары, но и некоторой длины проводов термопары, как это, например, показано на рисунке 1.

Примеры недостаточного теплового контакта рабочего спая термопары с поверхностью образца приведены на рисунке 2.

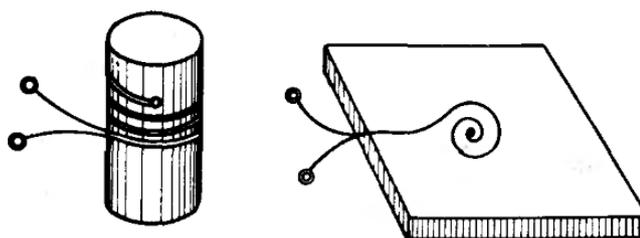


Рис. 1 – Способ крепления термопары к образцу, уменьшающий приток или отвод тепла по термоэлектродам

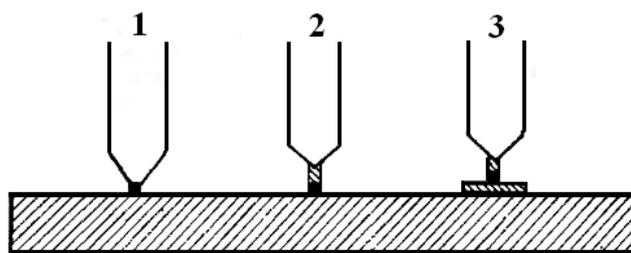


Рис. 2 – Неправильное крепление измерительного спая термопары к поверхности образца:
1 – точечный контакт; 2 – длинная скрутка термоэлектродов; 3 – точечный контакт к
вспомогательной накладке

На рисунке 3 приведены рекомендуемые [8] способы крепления измерительного спая термопары с образцом:

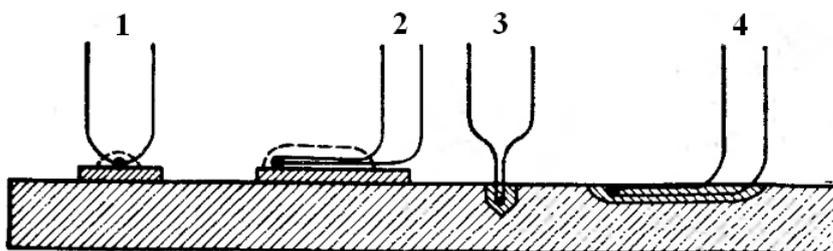


Рис. 3 – Правильное крепление спая термопары к поверхности образца:
1- припайвание к вспомогательной накладке; 2 - припайвание к вспомогательной накладке
спая и части ветвей термопары; 3 – впаивание скрутки ветвей термопары со спаем в
засверловку; 4 – впаивание спая и части ветвей термопары в фрезерованный паз

В процессе МДХТО нагрев осуществляется пропусканием электрического тока через стальное изделие, поэтому возможно появление дополнительной погрешности, возникающей из-за наложения на термоЭДС падения напряжения на образце между точками приварки термопары.

Рассмотрим возможные способы снижения такой погрешности при нагреве переменным и постоянным током [8].

1. Нагрев переменным током.

а) Применение электрических фильтров.

Этот способ дает удовлетворительные результаты при скорости нагрева до 2000 град/с и частоте нагревающего тока 50 Гц, поскольку в качестве фильтров используются конденсаторы большой емкости (200-1000 мкФ).

б) Увеличение частоты нагревающего тока до 1000-1500 Гц.

При такой частоте в образцах диаметром 1,5-2,0 мм еще не сказывается поверхностный эффект, при этом переменная составляющая возможной помехи не

оказывает влияния на результат измерения, так как ее максимальная частота составляет 600-800 Гц.

При нагреве переменным током и возникновении синусоидальной помехи возможно воспроизведение термической кривой по серединам амплитуд пилообразной кривой, в результате чего значительно повышается достоверность результатов измерений (рисунок 4).

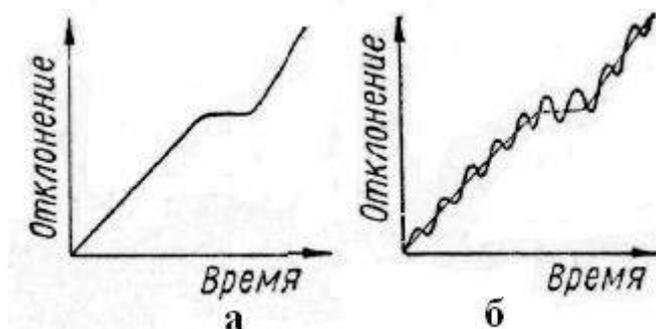


Рис. 4 – Термическая кривая:

а – без помех; б – с наложением помех переменного тока

2. Нагрев постоянным током.

При использовании постоянного тока для нагрева образцов в термопаре также наводятся помехи, поэтому целесообразно использовать устройства для подавления помех (рисунок 5).

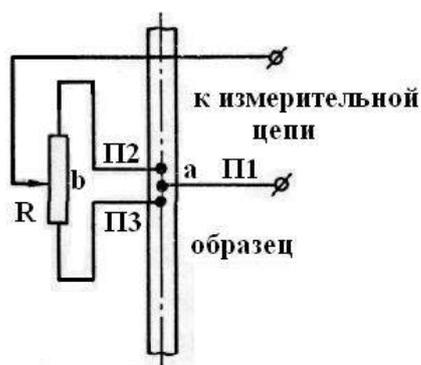


Рис. 5. Схема устройства для подавления помех

В этом устройстве термопара состоит из трех проволок: П1, П2 и П3, причем П2 и П3 выполнены из одного и того же материала и подключены к потенциометру R. После приварки термопары через образец пропускают небольшой переменный ток, усиливают и измеряют напряжение между точками в (ползунок потенциометра) и а (средний провод термопары). Затем с помощью потенциометра добиваются эквипотенциальности точек а и в, т.е. доводят этот сигнал до нуля. Это позволяет значительно уменьшить помехи при последующем нагреве образца постоянным током.

Выбор способа крепления термопары на поверхности образцов для исследования кинетики их нагрева осуществлялся с учетом априорно высокой температуры процесса МДХТО, не позволяющей использовать пайку для фиксации рабочего спая.

При измерении температуры образцов в процессе МДХТО рабочий спай термопары типа ТПП с диаметром проводов 0,3 мм был зачеканен в поверхность цилиндрического образца из стали 20 диаметром 12 мм и длиной 35 мм, причем для снижения возможных потерь тепла отверстие на поверхности изделия было выполнено под углом не 90°, а 30°, что позволило учесть рекомендации, приведённые на рис. 3 и обеспечить контактирование с образцом не только рабочего спая, но и части термоэлектродов. Образец на половину длины погружался в рабочую ячейку, заполненную электропроводной средой, в качестве которой был выбран порошок каменного угля с размером частиц 0,4-0,6 мм. Для предотвращения науглероживания провода термопары размещались в керамической трубке. Свободные концы термопары подсоединяли к цифровому мультиметру АРРА-305, с которого результаты измерений передавались на персональный компьютер через интерфейс RS-232.

Список литературы

1. Домбровский Ю.М. Микродуговая цементация стальных изделий в порошковых средах / Ю.М.Домбровский, М.С.Степанов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2013. - № 12. С. 25-29.
2. Домбровский Ю.М. Новые возможности поверхностного легирования стали в порошковых средах / Ю.М.Домбровский, М.С.Степанов // Вестник машиностроения, 2015, № 8. С. 79-81.
3. Коленко Е.А. Технология лабораторного эксперимента: Справочник / Е.А.Коленко. – СПб: Политехника, 1994. – 751 с.
4. Степанов М.С. Формирование карбидного покрытия при микродуговом хромировании стали / М.С.Степанов, Ю.М.Домбровский // Упрочняющие технологии и покрытия. 2015. № 1. С. 35-38.
5. Степанов М.С. Формирование карбидного покрытия при микродуговом молибденировании стали / М.С.Степанов, Ю.М.Домбровский // Упрочняющие технологии и покрытия, 2015, № 10. С. 34-38.
6. Степанов М.С. Термодинамический анализ реакций формирования карбидного слоя в стали при микродуговом насыщении молибденом / М.С.Степанов, Ю.М.Домбровский // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 2016, № 59(2). С. 77-81.

7. Степанов М.С. Кинетика нагрева при микродуговой химико-термической обработке стальных изделий / М.С.Степанов, Ю.М.Домбровский, Ю.А.Корнилов // Заводская лаборатория, 2016, № 3. С. 42-44.
8. Черепин В.Т. Экспериментальная техника в физическом металловедении / В.Т.Черепин. – Киев: Техника, 1968. – 280 с.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПРИГОРОДЕ

Порохня А.А., Волчкова А.С.

**СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ,
РФ, г. Ставрополь**

В настоящее время автомобильная дорога является комплексным сооружением, основным назначением которого является обеспечение безопасного и удобного движения транспортных средств, своевременного и качественного обслуживания находящихся в пути водителей, пассажиров и автомобилей.

Парк автомобилей, принадлежащих физическим и юридическим лицам, растет, но заметных улучшений в сфере придорожных сервисов пока не наблюдается. Увеличение интенсивности движения на автомобильных дорогах, а в особенности на федеральных, требует соответствующей инфраструктуры по обслуживанию транспортных потоков. Соответствующая придорожная инфраструктура обязана обеспечить максимум удобств и комфорта для участников дорожного движения, а для транспортных средств нормальное техническое обслуживание.

Система автомобильно-дорожного сервиса имеет сложную структуру и функционально увязана с перспективами развития и состояния рынка автомобилей и запчастей, увеличением объемов грузовых и пассажирских перевозок, увеличением подвижности населения, с социальным развитием.

В рамках круглого стола «Придорожный сервис» Росавтодор предложил создать на федеральных трассах страны 257 многофункциональных зон обслуживания водителей и их пассажиров. Мини-городки придорожного сервиса обеспечат автолюбителей всем

необходимым: АЗС, гостиницами, сервисными центрами, пунктами питания, торговыми точками и т.д.

Генеральная схема размещения пунктов обслуживания водителей, вдоль трасс, насчитывает около тысячи объектов. Реализация данной программы позволит решить проблему неравномерного распределения объектов придорожного сервиса на всем протяжении федеральных автомобильных дорог страны (на более чем 50 тысячах километрах дорог).

Придорожные станции, расположенные на значительном расстоянии между крупными населенными пунктами осуществляют неотложную техническую помощь автотранспорту. Поэтому, клиентура данных станций, как правило, случайная.

В последнее время транспортная подвижность населения неуклонно увеличивается, среднегодовой пробег автомобилей растет. Между крупными городами и пригородами существует активное транспортное сообщение. Поэтому станции технического обслуживания расположенные на автодорогах в пригороде обслуживают не только транзитный транспорт и транспорт местного населения, но и возможно и жителей близлежащих крупных городов. Количество клиентов из города зависит от качества предоставляемых услуг СТОА. Выбирая тот или иной автосервис, владелец автомобиля оценивает стоимость работ, время, затраченное на обслуживание, качество ТО и ремонта, спектр оказываемых автосервисных услуг и комфортность их предоставления.

Основная проблема пригородных автосервисов отсутствие, необходимого количества высококвалифицированных автомехаников. При этом количество моделей автомобилей поступающих на ремонт ежегодно увеличивается, происходит усложнение их конструкции. Для работы в пригородных СТО необходимы универсальные автомеханики, имеющие обширные знания по устройству автомобилей, умеющих использовать современные ресурсы и использовать современное оборудование.

Производственно-техническая база придорожных станций технического обслуживания часто не соответствует предъявляемым к ней требованиям. Большинство зданий, в которых размещаются данные автосервисы, строились более тридцати лет назад или в них размещались до этого другие производства.

Качество обслуживания клиентов СТОА расположенных в пригороде в районе автотрасс можно оценить с помощью следующих показателей:

- относительное время выполнения операций по ТО и ремонту t_i ;
- частота выполнения каждой операции в течение анализируемого периода k_i ;
- относительная стоимость выполненных операций к стоимости всех заявок в анализируемый период C_i ;

- относительная безотказность выполнения операций $P_i(t)$;
- соответствие выполненных операций всем требованиям технологических карт ω_i .

Значение каждого показателя измеряется от 0 до 1. Чем выше значение каждого показателя, тем качественнее оказываются услуги.

Можно использовать при оценке деятельности предприятия и интегральный показатель q_i :

$$q_i = t_i \cdot k_i \cdot C_i \cdot P_i(t) \cdot \omega_i \quad (1)$$

Для того чтобы оценить соотношение цены и качества оказываемых услуг, а также их полноты их предоставления существует зависимость [1]:

$$Q = q_i \cdot k_i \cdot \frac{C_i^{cp}}{C_i} \quad (2)$$

где k_i – коэффициент полноты оказания услуги; C_i^{cp} - средняя рыночная цена на операцию; C_i – стоимость технологической операции на предприятии.

Качество, продолжительность и ассортимент выполняемых работ зависит от наличия современного технологического оборудования, технологической оснастки и персонала умеющего его эффективно использовать. Поэтому при оценке деятельности сервисного предприятия необходимо учитывать уровень механизации труда с использованием современного оборудования.

Востребованность услуг придорожного предприятия, расположенного в пригороде, характеризуется долей клиентов, регулярно пользующихся услугами предприятия (формула 3). Преодоление дополнительных расстояний и трата времени, возможно, только при оправдании ожиданий клиентов СТОА.

$$y_{\text{пост}} = \frac{K_{\text{пост}}}{K} \quad (3)$$

где $K_{\text{пост}}$ – количество постоянных клиентов предприятия; K – общее количество клиентов предприятия за анализируемый период [2].

Таким образом, при решении задач совершенствования системы придорожного обслуживания необходимо учитывать мнение клиентов. Привлекательность предприятия автомобильно-дорожного сервиса для потребителей может быть определена с помощью рассмотренных показателей качества предоставляемых услуг автосервисом.

Список литературы

1. Максименко Н.В. Оценка деятельности автосервисных предприятий / Вестник Оренбургского государственного университета, 2014.-№10-с.126-128

2. Егорова, Н.Е. Автосервис. Модели и методы прогнозирования деятельности / Н.Е. Егорова, А.С. Мудунов. – М.: Экзамен, 2002. – 256 с.

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МИРОВЫХ КОНЦЕПЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Надточий В.Н., Аврамов А.В., Болдинов А.И.

ВУНЦ ВВС «ВВА» г. Воронеж

Информационно-вычислительная система (ИВС) современного беспилотного летательного аппарата (БЛА) представляет собой совокупность датчиков информации и вычислителей, а также набор режимов их функционирования, обеспечивающих соответствие целевому назначению [4].

В настоящее время к ИВС БЛА предъявляются следующие требования:

- всепогодное применение БЛА, а также применение в условиях огневого, радиоэлектронного и информационного противодействия;
- интеграция информационных датчиков в единую разведывательно-информационную систему;
- обеспечение рационального сочетания управления БЛА и применения средств поражения для оператора;
- своевременная комплексная обработка получаемой информации от различного рода датчиков, обеспечивающая обнаружение и распознавание наземных целей [5].

Для удовлетворения требований в информационный комплекс фоно-целевой обстановки должны входить следующие датчики:

- радиолокационные станции с режимами синтезированной апертуры и селекцией движущихся целей;
- оптико-электронная и тепловизионная станции обнаружения и распознавания наземных целей;
- станция радиотехнической разведки для обнаружения радиоизлучающих наземных целей;

- лазерный дальномер-целеуказатель для точного определения дальности до наземной цели и ее подсвета [1].

Расширение информационных возможностей является устойчивой тенденцией развития ИВС [6]. Это обуславливается способностью датчиков извлекать большой объем информации из получаемых данных, при этом улучшать достоверность, точность, разрешающую способность, помехозащищенность ИВС. Одним из способов расширения информационных возможностей ИВС является интеграция (комплексирование) данных, поступающих от датчиков различной физической природы, а также одной физической природы работающих в разных частотных диапазонах.

В современных и перспективных ИВС используется комплексная обработка навигационной информации. Информация, поступающая от бортовых радиолокационных станций, оптико-электронных станций и спутниковых навигационных систем с высокой точностью формирует оценки координат местоположения летательного аппарата и скорость их изменения.

В настоящее время основным результатом работы в области разработки архитектуры и компонентов бортового радиоэлектронного оборудования является концепция интеграции бортовой аппаратуры – концепция ИМА (Integrated Modular Avionic), основы которой изложены в стандарте ARINC 651. В Российской Федерации данный стандарт носит информационный характер [7].

Концепция ИМА предполагает разделение функциональных компонентов БРЭО на три иерархических уровня:

- нижний уровень образуют унифицированные конструктивно-функциональные модули, имеющие вычислительные средства;
- средний уровень представляют мультипроцессорные вычислительные системы;
- высший уровень представляет собой бортовую локальную вычислительную сеть с высокой пропускной способностью, интегрирующую вычислительные средства среднего уровня.

Многомодульные бортовые вычислительные средства, разрабатываемые по концепции ИМА, имеют важные свойства: мультипроцессорность (нет фиксированного числа модулей), динамическую вычислительную подсистему различных конфигураций (управляемая коммутация связей между элементами модулей), идентичность применяемых модулей (при различных физических уровнях модулей).

Структура многомодульной системы может быть различной в каждый момент времени. Сетевые коммутаторы могут запоминать несколько динамических конфигураций

связи. Установка базовой конфигурации позволяет осуществлять статическое соединение между несколькими потоками данных.

Следовательно, мультипроцессорная структура ИМА с программируемой архитектурой допускает динамическое перераспределение вычислительной мощности аппаратуры в зависимости от приоритета решаемых задач [7].

Для БЛА необходимо интегрировать датчики радиочастотного диапазона, датчики оптического диапазона, бортовую вычислительную систему и систему управления. Примером такой интеграции является архитектура JAST [2]. Запроектированная скорость передачи данных и производительность архитектуры JAST в 2010 году составила: для ОЭС – 120...700 Мбит/с с производительностью до 25 млрд опер./с, для РЛС – 200...800 Мбит/с с производительностью до 15 млрд опер./с, для станций РТР – 150...700 Мбит/с с производительностью до 10 млрд опер./с. Основным недостатком функционирования такой архитектуры является использование внебортовых датчиков.

Примером принципов построения бортовой интегрированной вычислительной системы являются перспективные разработки бортовой цифровой вычислительной машины типа «Багет». Взаимодействие датчиков осуществляется на основе четырех мультиплексных каналов информационного обмена, передача данных производится при помощи бортовой вычислительной сети на основе каналов Fiber Channel. Переход к принципу глубокой функциональной интеграции и единому информационному пространству позволил сформировать сетевые технологии обработки информации на борту БЛА [3].

Так, для перспективной интегрированной ИВС необходимо в автоматическом режиме осуществлять обнаружение и распознавание целей, формировать команды на применение средств поражения и выполнять другие логические решения в условиях сложной помеховой обстановки и автономности БЛА (при подавлении командной радиопередачи управления БЛА) [1].

Таким образом, ИВС БЛА должна быть глубоко интегрированной и работать на различных участках спектра электромагнитных волн, а также иметь значительные вычислительные параметры.

Список литературы

1. Авиационные системы радиопередачи: [Текст] / Под ред. В.С. Вербы, В.И. Меркулова. – М.: Радиотехника, 2014. – 376 с.
2. Бортовые системы управления боевыми режимами современных и

- перспективных самолетов. Кн. 1. Аналитический обзор по материалам зарубежных информационных источников [Текст] / Под ред. Е.А. Федосова. – М.: Научно-информационный центр ГосНИИАС, 2009. – 171 с.
3. Бражник В.М., Герасимов Г.И. Развитие интегрированных комплексов бортового оборудования самолетов нового поколения [Текст] / В.М. Бражник, Г.И. Герасимов // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2008. – №3. – С. 10-18.
 4. Верба В.С. Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения. Принципы построения, проблемы разработки и особенности функционирования [Текст] / В.С. Верба. – М.: Радиотехника, 2014. – 528 с.
 5. Верба В.С., Меркулов В.И. Облик информационно-вычислительной системы беспилотного самолета-истребителя [Текст] / В.С. Верба, В.И. Меркулов // Успехи современной радиоэлектроники. – 2009. – №12. – С. 25-31.
 6. Верба В.С. и др. Интеграция данных в многодатчиковых бортовых информационно-управляющих системах [Текст] / В.С. Верба, В.И. Меркулов, Е.В. Попов, В.С. Чернов // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2014. – №14. – С. 32-43.
 7. Парамонов П.П., Жаринов И.О. Интегрированные бортовые вычислительные системы: обзор современного состояния и анализ перспектив развития в авиационном приборостроении [Текст] / П.П. Парамонов, И.О. Жаринов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – №2 (82). – С. 1-17.

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Алексеева А.С., Безгласный К.С., Тышкевич А.В., Черныховский Б.А.

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

В настоящее время не только в странах Западной Европы, но и в России энергосбережение в жилищном строительстве является одним из приоритетных

направлений повышения эффективности экономики. Так, расход на отопление в европейских странах составляет примерно 40-50 кВт ч/м³ в год, в нашей стране для обогрева требуется порядка 80-100 кВт ч/м³ в год. Такая разница вызвана наличием большого количества старого жилого фонда в нашей стране, физическим и моральным износом конструкций, их низкими теплозащитными характеристиками, несовершенством инженерного оборудования. Основные теплопотери здания приходятся на стены и составляют около 40-50% от общего количества тепловой энергии на отопление. В результате изменений, внесенных Министерством строительства Российской Федерации в нормы по тепловой защите зданий, многие постройки, возведенные ранний период, особенно до 1999 года, нуждаются в реконструкции наружных ограждающих конструкций, их дополнительном утеплении или замене существующего утеплителя.

Тепловая защита здания во многом зависит от утепляющего материала, поэтому необходимо обратить особое внимание на его выбор. В настоящее время на российском рынке строительных материалов представлено большое количество производителей с передовыми технологиями и инновационными теплоизоляционными материалами. Однако большой ассортимент зарубежных и отечественных производителей затрудняет выбор той или иной продукции, именно поэтому необходимо провести анализ рынка теплоизоляционных материалов, представленных на сегодняшний день.

Правильно выбрав теплоизоляцию, можно добиться следующих преимуществ, таких как сокращение расходов на отопление, создание благоприятного микроклимата внутри помещения, ликвидация сквозняков.

При реконструкции дополнительный слой утеплителя должен крепиться к стене снаружи здания, например, система утепления с оштукатуриванием фасада или с защитно-декоративным слоем, или изнутри здания.

Теплоизоляционные материалы делятся на несколько групп:

- минераловатные;
- стекловатные и стекловолокнистые;
- газонаполненные полимеры: полистирольные и пенополистирольные, полиуретановые и пенополиуретановые, полиэтиленовые, полиэфирные и из фенольной пены;
- модифицированные бетоны: газобетон и пенобетон;
- из натуральных материалов и продуктов их переработки.

На сегодняшний день на российском рынке набирает популярность и реализуется большое количество высококачественной продукции отечественных и зарубежных материалов из стекловолокна с низкой теплопроводностью порядка 0,029 – 0,40 Вт/м ·С°, например, финский «ISOVER» или немецкий «URSA». Также паропроницаемые

экологически чистые материалы на основе каменной ваты, например, датский «ROCKWOOL» и отечественный «ТехноНИКОЛЬ». Теплоизоляционные характеристики последних выше, как и стоимость данной продукции.

Рассмотрим наиболее эффективные утепляющие материалы и составим их сравнительную характеристику.

Таблица 1

Сравнительная характеристика теплоизоляционных материалов

Наименование материала	Теплопроводность, Вт/м ·С°	Достоинства	Недостатки	Стоимость для Ростовской обл.
1	2	3	4	5
Экструзионный пенополистерол	0,028-0,034	Водонепроница-ем, устойчив к деформациям, малый вес, долговечный	Горючесть, начинает тлеть при 80 С°, группа горючести Г3,Г4	110-300 руб/м ²
Пенополиуретан	0,019-0,035	Высокая адгезия, не подвержен воздействию грибков и сырости, не воспламеняется, водонепроница-ем, группа горючести Г2, не требует подготовки поверхности нанесения, легкий, экологичный	Ультрафиолетовое излучение приводит к быстрому износу	470-650 руб/м ² (напыление наружной теплоизоляции)
Пенофольгированные изделия (пенофол)	0,027-0,051	Простота монтажа, экологичный, очень тонкий, не воспламеняется, группа горючести Г2	Паронепроницаем, газонепроницаем, слишком мягкий под отделку штукатуркой	84-100 руб/м ²
Пеностекло	0,040-0,080	Экологично, долговечно, не воспламеняется, высокая прочность, обладает хорошей шумоизоляцией	Большой вес, высокая стоимость	13500 руб/м ³
Ячеистый бетон	0,08-0,16	Экологичный, пожаробезопасный, долговечный, обладает хорошей звукоизоляцией, устойчив к бактериям, грибку,	Высокое водопоглощение, подвержен воздействию грызунов	3300-4000 руб/м ³ (блоки газобетонные)

Каменная вата	0,035-0,041	Экологичная, негорючая, прочная, хорошая звукоизоляция, влагостойкая, хорошая паропроницаемость	Высокая стоимость, пыльность	75-300 руб/м ²
Стекловата	0,039-0,047	Экологичная, с высокой химической стойкостью, негорючая, хорошая звукоизоляция	Необходимость использования спецодежды, температура выше 450 С° губительна	50-200 руб/м ²
Карбамид-ный пенопласт (пеноизол)	0,028-0,038	Негорючий, группа не ниже Г2, долговечный, стоек к действию микроорганизмов, низкая стоимость	Низкая прочность на разрыв, малая водостойкость, гигроскопичен	2000 руб/м ³
Полистерол-бетон (блоки)	0,055-0,14	Экологичен, стоек к действию микроорганизмов, легко поддается обработке, небольшой вес, негорючий	Ультрафиолетовое излучение приводит к быстрому износу, большая усадка	3200-4000 руб/м ³
Жидкий керамический материал	0,0011-0,0012	Высокая адгезия, легкий, простота монтажа, долговечный, толщина покрытия до 3 мм, экологичность	Высокая стоимость, малый опыт использования	300-500 руб/л

Особое внимание хотелось бы обратить на прогрессивный жидкий керамический теплоизоляционный материал. Именно его использование при реконструкции части фасада с недостаточной или поврежденной теплоизоляцией упростит, ускорит проводимые теплоизоляционные работы и повысит энергоэффективность здания в целом. Проведя анализ рынка теплоизоляционных материалов, можно сделать вывод, что универсального решения для всех конструкций здания не существует. Однако сделать выбор в пользу того или иного материала не составит труда.

Список литературы

1. Шихов А.Н. Реконструкция зданий и сооружений: курс лекций К проблеме

хранения автотранспорта / А.Н. Шихов, М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. – 398 с.

2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003

3. Виды утеплителей, их свойства и характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/76-vidy-uteplitelej.html>

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ БЕТОНОВЕДЕНИЯ

Галкин Ю.Ю.

аспирант

Кубанский государственный технологический университет,

РФ, г. Краснодар

Аннотация

Приводится трактовка понятий процесса ползучести, ее роли в формировании конечных свойств бетонных композитов. Перечисляются основные факторы, влияющие на деформации, а также представлены их различные классификации.

Ключевые слова: понятие ползучести, влияющие факторы

На сегодняшний день ползучесть является одним из важнейших свойств многих строительных материалов (бетона, стали, древесины, полимеров), теоретическая и практическая изученность которой обеспечит надежность эксплуатации изделий и конструкций из них. В бетоноведении под ползучестью понимают способность деформироваться во времени под действием постоянной нагрузки [1]. Неупругое деформирование бетона было обнаружено Консидером еще в 1898 году, а первая публикация принадлежала Вульсону [2]. Он впервые описал, что при испытании бетона в обоямах он «течет как пластичный материал».

Невилль А.М. [3] выделяет ползучесть как общий термин для обозначения роста во времени деформаций под нагрузкой. В [4] она представляется явлением, возникающим вследствие постоянной нагрузки, вызывающей деформации, которые возрастают со временем. Также авторами выделяется два типа ползучести: в условиях постоянной влажности и при высыхании, что расширяет область факторов и процессов, охватываемых понятием «ползучесть». По мнению [5], деформации ползучести отличает нелинейность

деформирования. Под ней понимается следующее: если несколько образцов-близнецов нагрузить различными силами, то деформации ползучести, накопленные за равные промежутки времени, не будут пропорциональны этим силам.

Подробное рассмотрение подходов к определению ползучести бетона дано З. Н. Цилосани в [2]. Проблематика, по мнению автора, обусловлена протеканием при деформировании нескольких явлений, имеющих различную природу (например, усадки, трещинообразования), вклад каждого из которых в процесс не выяснен до конца и является объектом изучения. «Одна часть авторов указывает, что ползучесть - медленное нарастание деформаций под действием неизменной внешней нагрузки, а вторая – растущая со временем или медленная, непрерывная пластическая деформация, при которой действующие напряжения остаются постоянными. Под этим понятием также подразумевают пластическое последствие, релаксацию». Автор также считает обоснованным введение понятий «основная ползучесть» (длительная деформация в условиях отсутствия влагообмена между бетоном и окружающей средой) и «ползучесть при высыхании» (прирост деформации в результате совместного действия усадки и нагрузки).

В «Методических рекомендациях по исследованию усадки и ползучести бетона», выпущенных НИИЖБ, установлено определение ползучести бетона как свободной относительной деформации при длительном действии напряжений от внешней нагрузки за вычетом: относительной упругой деформации и деформации напряженной усадки, деформаций усадки, связанной со свободным высыханием бетона, и возможной его относительной температурной деформации, связанной с изменением температуры воздуха [6]. Это определение обобщает понятие «ползучесть бетона» и четко указывает на составляющие деформирования бетонного конгломерата во времени, которые отнимаются от полной деформации и не учитываются при оценке явления в рассматриваемых системах.

Важность учета деформативных свойств цементных бетонов, их точного прогнозирования в долгосрочной перспективе обусловлена влиянием ползучести на изменение эксплуатационных качеств бетонных и железобетонных конструкций. Так, ползучесть вызывает падение предварительных напряжений [7], что ведет к потере устойчивости арок и сжатых ферм [8], является причиной дополнительных прогибов оболочек [9]. Она приводит к перераспределению внутренних усилий между арматурой и бетоном, между отдельными составными элементами стержневых железобетонных статически неопределимых конструкций [2]. Ползучестью обусловлена релаксация напряжений в бетоне [10]. В ряде случаев при длительном действии нагрузки неупругие

деформации могут превышать начальные, упругие деформации [1,4,6,10-11]. В [11] также отмечается, что неполный учет основных свойств бетона может не только не обеспечить долговечность работы сооружений, но и привести к их разрушению.

А.В. Саталкин называет ползучесть фактором, повышающим трещиностойкость массивных конструкций [12]. В источнике [13] отмечается, что постепенное накопление пластических деформаций повышает границу микротрещинообразования и замедляет развитие трещин перед разрушением. Ползучесть цементного камня и микросдвиги в бетоне приводят к выравниванию напряженного состояния и синхронизации разрушения бетонных участков разной плотности.

Ползучесть бетона может играть как положительную, так и отрицательную роль в работе бетонных и железобетонных конструкций [6]. Это неотъемлемая составляющая как раннего, так и позднего структурообразования цементных композитов под нагрузкой, определяющая их эксплуатационную надежность. Знание механизма явления, разработка эффективных методов испытаний и контроля деформаций, а также их учет в современном строительном производстве является актуальным направлением исследований в технологии бетона.

Ползучесть цементного камня – явление сложное, зависящее от большого числа различных факторов. Проблема их учета представляет особую важность для развития отрасли физики твердого тела. Она вызвана «весьма сложным строением бетона и наличием большого числа факторов, влияющих на его напряженно-деформированное состояние» [14]. Этим обусловлено различие в подходах к классификации и степени влияния каждого фактора на протекание деформаций ползучести.

Т. Гансен [15], О.Я. Берг [16] исходя из понятий «Основная ползучесть» и «Ползучесть при высыхании», подразделяют факторы на 2 группы:

1) важнейшие (технологические, влияющие на основную ползучесть: качество цемента, водоцементное отношение, количество цементного теста в бетоне, реологические свойства заполнителей, добавки, интенсивность процесса уплотнения, вид и величина нагрузки, степень гидратации в момент приложения нагрузки);

2) влияющие на ползучесть при высыхании (усадка при высыхании и диффузия влаги, температура и влажность до и после приложения нагрузки, размер и форма образца, поглощающая способность заполнителей, карбонизация цементного теста).

В дальнейшем для исследования деформаций ползучести факторы условно разделялись на 3 группы [17]:

1) Факторы, связанные со свойствами и соотношением материалов, применяемых при изготовлении бетона: вид, активность, химико-минералогический состав и тонкость помола цемента; вид и гранулометрический состав песка; порода, гранулометрический состав, прочностные и упругие свойства крупного заполнителя, дозировка и соотношение составляющих бетонной смеси.

2) Условия приготовления и твердения бетона до начала испытания (эксплуатации): продолжительность перемешивания смеси; наличие, продолжительность и интенсивность вибрирования; режим термовлажностной обработки бетона; температура и влажность при предварительном хранении; продолжительность хранения до загрузки или начала высыхания (возраст бетона к началу испытания).

3) Условия испытания: влажность и температура окружающей среды; влаго- и теплообмен со средой (наличие изоляции); размеры сечения элемента; уровень напряжений; направление усилий относительно слоев укладки бетона; продолжительность действия нагрузки или длительность высыхания.

В [18] основным критерием выбора являются факторы, определяющие степень гидратации цементного камня. Среди них А.Е. Шейкин выделяет степень гидратации цемента к моменту нагружения, тонкость помола вяжущего, введение ускорителей твердения, условия твердения, расход цемента, минералогический состав, водоцементное отношение, влагосодержание в момент загрузки, влажность и температура окружающей среды.

При исследовании влияния на ползучесть многочисленных факторов отмечалось [3], что «трудно определить влияние одного свойства бетона отдельно от других» ввиду наложения их влияния при экспериментах, иногда не позволяющих учесть и грамотно связать получившийся эффект с одним конкретным действием определенного фактора.

Интерес представляет работа Р. Лермита [19], выделившего в качестве основных факторов длительной ползучести:

- длительность действия нагрузки;
- величина нагрузки;
- возраст образца в момент загрузки;
- режим выдерживания;
- состав бетона;
- объем испытываемого образца.

Установление меры воздействия каждого из факторов, а также их взаимосвязи и суммарного эффекта является актуальной задачей в разработке рекомендаций по учету ползучести.

Список литературы

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: АСВ, 2011. 528с.
2. Циლოსани З.Н. Усадка и ползучесть бетона. – Тбилиси: Мецниереба, 1979. 231с.
3. Невилль А.М. Свойства бетона. - М.: Стройиздат, 1972. -344 с.
4. Рамачандран В.С., Фельдман Р., Дж. Бодуэн. Наука о бетоне. М.: Стройиздат, 1986. – 280 с.
5. Бондаренко В.М. Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона. – Харьков, 1968. – 323с.
6. Методические рекомендации по исследованию усадки и ползучести бетона. – М.: НИИЖБ, 1975. - 117с.
7. Русинов И.А. Потери предварительного напряжения от ползучести бетона // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура, 1959. - №2. – С. 42-48.
8. Вишневецкий Г.Д. Основы расчета элементов конструкций на ползучесть. – Л. ЛИСИ, 1979. – 84с.
9. Панин А.Н. Деформирование пологих ребристых оболочек в условиях физической нелинейности и ползучести бетона. Автореф. дисс. - СПб. СПбГАСУ, 2009. – 23с.
10. Макаренко Л.П. Зависимость между ползучестью и релаксацией напряжений и вынужденных усилий в бетоне и железобетоне // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура, 1964. - №12. – С. 19-30.
11. Галустов К.З. Принцип Вольтера и принцип Гвоздева А.А. – Галустова К.З. в теории ползучести бетона // Вестник ОН РААСН. Москва-Орел, 2009. - Вып. 13. - С. 88-95.
12. Саталкин А.В., Филимонов Н.А. Трещиностойкость бетона в массивных гидротехнических сооружениях // Бетон и железобетон, 1964. - №4. – С.188-189.
13. Пухонто Л.М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений. М.: АСВ, 2004. - 424с.
14. Прокопович И.Е. Учет ползучести и усадки при расчете железобетонных конструкций // Бетон и железобетон, 1970. - №3. – С. 35-39.
15. Гансен, Т. К. Ползучесть и релаксация напряжений. /Т. К. Гансен; пер. Г. Д. Мариенгофа; под ред. О. Я. Берга. М.: Гос. изд-во по стр-ву, архитектуре и строит. материалам 1963. - 128 с.
16. Берг О.Я., Щербаков Е.Н., Писанко Г.Н. Высокопрочный бетон. М.: Стройиздат, 1971. - 208с.

17. Берг О.Я., Прокопович И.Е., Щербаков Е.Н., Застава М.М. Вероятностно-статистическое направление в изучении усадки и ползучести бетона // Известия Вузов. Строительство и архитектура, 1976. - №2. – С.9-28.
18. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. - 344с.
19. Р. Лермит Проблемы технологии бетона. - М: ЛКИ, 2010. – 296с.

ИСТОИЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО НОРМИРОВАНИЯ В РОССИИ

Лезина Е.П.

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

История развития строительного нормирования в России насчитывает многие сотни лет. Еще в XI в. в Киевской Руси при Ярославе Мудром был введен «Строительный устав» — первый русский кодекс обязательных строительных требований.

Первые на Руси мероприятия относительно строений были направлены на предупреждение пожаров. Русь была почти исключительно деревянной, пожары были явлением обыкновенным. Избы и хоромы ставились без всякой системы и почти вплотную друг к другу, постоянно угрожая гибелью от огня себе и соседям. Жители осознавали опасность, но традиция «жить тесно» брала вверх. В таблице 1 отражены некоторые цитаты градорегулирующих актов того времени.

Таблица 1

Некоторые цитаты градорегулирующих актов

Дата	Суть градорегулирующего акта	Царь
13 век	«С Радуницы по Семенов день нигде без нужды огня не держать изб и мылень не топить», «А где варить и хлебы печь, велеть поделать печи на огородах, чтобы было не близко дров»	
1646	«О не дозволении домохозяевам ставить хоромы близко к соседней меже и приставлять к стене соседа печи и поварни» и «О сломке тех из построек, кои будут возведены несогласно с сими правилами»	Алексей Михайлович

23 октября 1681	Распоряжение, чтобы в Москве кровли делали из тесу, а не из соломы или драни; и впредь бы на Кремль и в Китай-городе и, в близи этих частей, и по большим улицам Москвы не строили бы из бревен и дерева, а строили только из кирпича. Также велел отделять все дома в Москве каменной стеной	Федор Алексеевич
-----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------

С Петра Великого начинается более всестороннее регулирование строительного уклада, подсказанное, прежде всего, желанием благоустроить и украсить новую столицу. В 1709 г. из военных чинов, техников военного ведомства была образована контора городских строений, ответственная за городские постройки, подряды, планировку. Одной из характеристик строительного законодательства первой четверти XVIII в. является его создание «на ходу». Однако некоторые нормы, заложенные им, оставались действительными не только на протяжении XVIII в., но и позже, в ходе кодификации.

Первый нормативный документ в области строительства был издан в России в 1737 г. Это строительный кодекс «Должность Архитектурной Экспедиции». Он был создан в 1737-1740 гг., включал обширный пакет законоположений: правила, инструкции по технике строительства, по применению материалов, регламентации обязанностей архитекторов, – то есть являлся декларацией основ государственной деятельности в области архитектуры и градостроительства.

«Должность...» — документ, состоящий из тридцати глав, разделенный на параграфы (артикулы), с особыми заголовками каждой главы и артикулами с чертежами (таблица 2).

Таблица 2

**Примерное содержание строительного кодекса
«Должность Архитектурной Экспедиции»**

Номер главы	Содержит
I-VI	Трактование вопросов организации архитектурно-строительного ведомства и государственного руководства этим делом
VII-XII	Основные положения, касающиеся работы каменщиков, каменотесов, и др.
XIII	Обзор основных строительных материалов
XIV-XVI	Правила и технические указания об организации кирпичных и черепичных заводов, о стандартах продукции
XVII	Правила устройства складов строительных материалов, их заготовки и хранения
XVIII	Посвящена планировке города

В 1811-1812 гг. были разработаны «Урочные реестры по части гражданского строительства и по военным работам». Эти документы содержали нормы расхода рабочей силы, транспортных средств и материалов. В последствие для уточнения «Урочных реестров» проводились нормативные наблюдения и на основе их результатов, а также статистических данных в 1832 г. был выпущен первый общий нормативный сборник «Урочное положение на всеобщие работы, производящиеся при крепостях, государственных зданиях и гидротехнических сооружениях».

Рубежной датой в процессе формирования российского строительного законодательства стал 1832 г., года был опубликован первый строительный устав, открывший в нем целую эпоху. В нем были объединены все, ранее существовавшие законы, регулирующие строительство.

Строительный устав при издании был включен в 12-й том «Свода законов Российской империи», он был второй книгой четвертой части «Свода уставов государственного благоустройства». Строительный устав состоял из семи разделов и двадцати одной главы (таблица 3).

Таблица 3

Содержание «Урочного положения на всеобщие работы, производящиеся при крепостях, государственных зданиях и гидротехнических сооружениях»

Номер раздела	Изложенные положения
I	Об учреждениях для управления строительной отраслью
II	О типах казенных зданий
III	О типах церковных зданий
IV	О типах общественных зданий
V-VI	О правилах построения городов и устройстве в них улиц, площадей, мостов, фабрик и частных зданий
VII	О правилах построения селений

В 1843 г. «Урочное положение» было переиздано с незначительными изменениями и дополнениями. В последствие «Урочное положение» и «Строительный указ» неоднократно пересматривались, а в 1869 г. «Урочное положение», было утверждено правительством. В нем помимо нормирования расходов рабочей силы и материалов при всех видах строительных работ содержались некоторые указания по выбору и испытанию материалов и конструкций. На тот момент ни одна страна мира не имела подобного нормативного документа.

В 1857 г. был переиздан Строительный устав, который в 1887 г. был включен в

Свод законов Российской империи. Затем устав пересматривался в 1900 г. и 1906 г. Наряду с уставом действовало «Урочное положение для строительных рабочих», вошедшее в Собрание узаконений и распоряжений правительства.

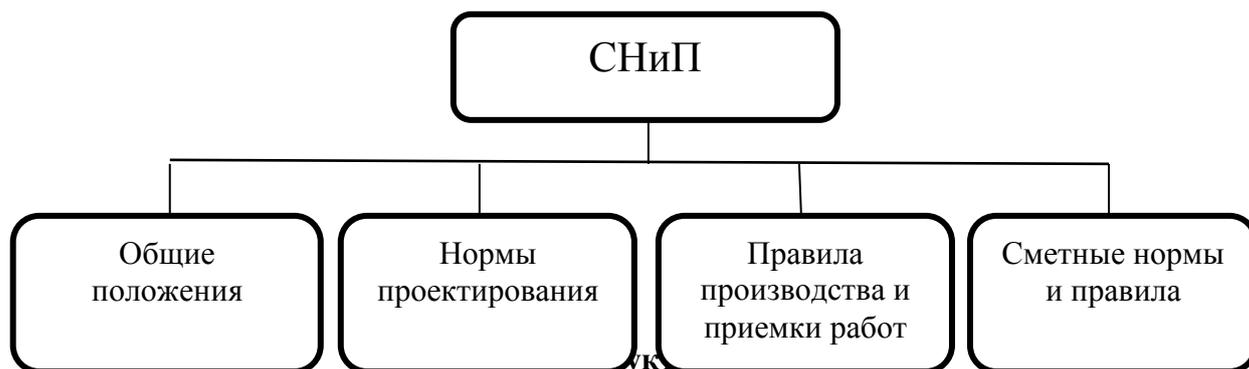
После Октябрьской революции в 20-х годах прошлого века было сделано несколько попыток приспособить «Урочное положение» к новым условиям. В 1927-1930 гг. «Урочное положение» было полностью пересмотрено и был издан новый нормативный сборник — «Свод производственных строительных норм». Однако вследствие громоздкости и сложности изложения, наличия множества формул и использования узкоспециальной терминологии он был мало доступным для практического применения.

В связи с этим в 1931 г. были введены в действие Единые нормы выработки и расценки на строительные работы, разработанные методами технического нормирования и соответствовавшие уровню строительного производства того времени.

К 1930-м годам нарастает разноречивость в регламентации проектно-строительной деятельности. Издаются много ведомственных (НКПС, Главстрой ВСНХ, Мосгубинж и др.) норм и технических условий, мало согласованных друг с другом и засоренных частными рекомендациями, неуместными в нормативных документах. В то же время они не регламентировали ответственности за нарушение норм.

С 1930 по 1940 гг. советские ученые-строители прилагали большие усилия к созданию нового «Строительного кодекса». Однако до 1940-х годов эти усилия в основном реализовались в ведомственных нормативах. Деятельность по созданию отечественного всеобщего нормативного документа активно продолжилась в послевоенные годы.

В 1955-1956 гг. «Урочное положение» получило существующее поныне наименование — «Строительные нормы и правила» (СНиП), которое является основным законодательным документом в строительстве. Изменилась только форма его переизданий. В связи с тем, что прогресс в отдельных отраслях строительства происходит в различных темпах, оказалось целесообразным переиздавать не весь свод норм и правил, а отдельные его главы, по мере необходимости их пересмотра. Строительные нормы и правила состояли из 4 частей (рис. 1).



Строительные нормы и правила (СНиП) — совокупность принятых органами исполнительной власти нормативных актов технического, экономического и правового характера, регламентирующих осуществление градостроительной деятельности, а также инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования и строительства.

В СНиПе были представлены элементарные сметные нормы (ЭСН). Зависимость между ЭСН и едиными нормами и расценками (ЕНиР), и едиными районными единичными расценками (ЕРЕР) представлена ниже (рис. 2). Для определения стоимости монтажных работ были разработаны ценники на монтаж оборудования. Таким образом, была сформулирована государственная сметно-нормативная база.



Рис. 2. Зависимость между ЭСН, ЕНиР, ЕРЕР

В конце 1950-х – начале 1960-х годов на основе ЭСН и ЕРЕР приступили к разработке укрупненных расценок (УР), а затем преЙскурант цен на здания и сооружения (ПЗРС).

Потом была система СНиП 1960-х годов. СНиП обозначались наподобие П-В. 1-62. Многими СНиПам их этой серии строители до сих пор пользуются — там много конкретики. В этот период техническое нормирование интенсивно развивалось как в теоретическом плане, так и в направлении постоянного обновления, дополнения и совершенствования общегосударственных (ЕНиР), ведомственных (ВНиР), территориальных (ТНиР) и местных норм и расценок (МНиР). 70-е годы введена новая система нормативных документов с обозначением наподобие СНиП П-33-75.

Самая крупная и уникальная по содержанию сметно-нормативная база была выпущена в составе СНиП IV-84. Она насчитывала более 300 тыс. норм и цен. Она существенно упростила составление смет в дальнейшем.

Последняя и самая удачная очередная система была разработана в 1980-х годах. Самый революционный пример СНиП 2.01.01-85. Основными документами производственного нормирования расходов ресурсов в строительстве остаются «Единые нормы и расценки на строительные и ремонтно-строительные работы» (ЕНиР-87) и «Общие производственные нормы расхода материалов в строительстве», изданные в 1987-90 гг. Кроме строительных норм и правил, по отдельным отраслям проектирования и строительства принимались также различные нормативные акты (таблица 4).

Таблица 4

**Нормативные акты существовавшие
на территории РФ**

Наименование	Аббревиатура	Определение
Государственный стандарт	ГОСТ	Основная категория стандартов
Свод правил по проектированию и строительству	СП	Документ в области стандартизации, в котором содержатся технические правила, который применяется на добровольной основе в целях соблюдения требований технических регламентов
Стандарты предприятия	СТП	Устанавливаются на объекты, имеющие применение только на определенном предприятии
Государственные элементные сметные нормы	ГЭСН	Сборник государственных элементных сметных нормативов на строительные и специальные строительные работы

Также были разработаны и другие нормативные акты экономического характера для строительной отрасли.

Следует отметить, что российская (советская) система стандартизации в целом была признана на международном уровне. Международный союз строителей при ООН в 1992 г. признал сложившуюся советскую систему технического регулирования в строительстве одной из самых прогрессивных.

Список литературы

1. Лезина Е.П. Генезис архитектурно-строительных регламентаций в России. Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции / Под общ. ред.

С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – С. 11-15.

2. Основы нормативной базы в строительстве // Составители С.А. Синенко, С.А. Мамочкин, Б.В. Жадановский // Учебно-практическое пособие по курсу «Основы нормативной базы в строительстве». - М.: Издательство АСВ. – 2016 – С. 7-13.

РАЗВИТИЕ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Литиков А.П.^а, Тюмченкова Г.А.^б, Жданова Я.А.^б

^аСамарский государственный технический университет, РФ, Самара

^бСамарский энергетический колледж, РФ, Самара

Одним из основных элементов большинства строительных конструкций является балка. Балочные конструкции хорошо известны из древнего Египта, Греции и, как правило, основным материалом для них была древесина. Здания Древней Руси также перекрывали деревянными балками [1] (рис. 1). В течение последующего времени, сталь и железобетон надежно зарекомендовали себя как строительный материал для балочных конструкций.

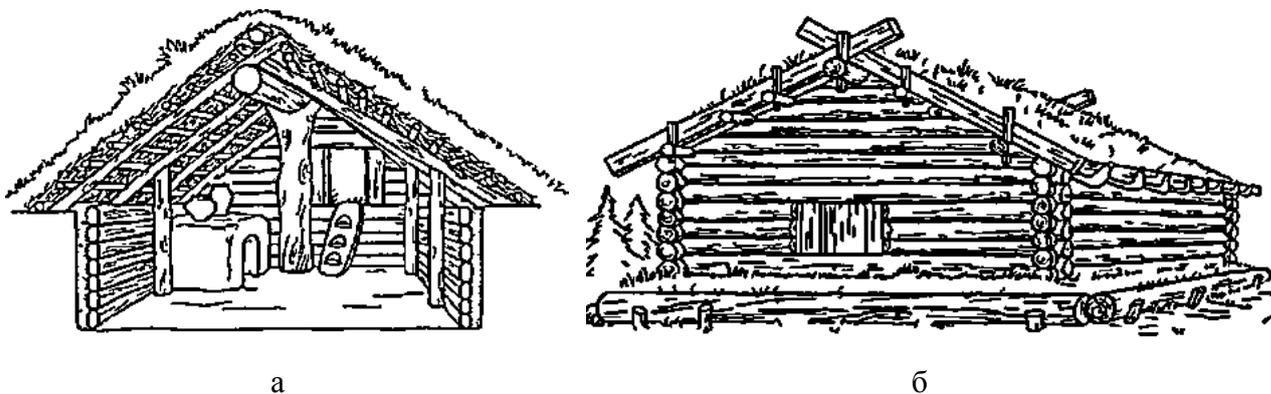


Рис. 1 – Конструкции домов Древней Руси:

а - полуземлянка, почти полностью углубленная в землю; б – дом в VIII-IX веках.

За долгий период использования балок в строительных конструкциях вид форма балок постоянно совершенствовались с целью лучшего использования материала [2]. Благодаря этому среди металлических балок появились такие виды балок как перфорированные [3-6] (рис.2 а), гофрированные [7-12] (рис. 2 б), с гибкой стенкой [13, 14]. В деревянных балках развитие форм привело к появлению балок армированных прямолинейными стержнями (рис. 3), наклонными стержнями или пластинами, армированных композитными материалами (стеклопластиковой арматурой, углеволокном) [15, 16].



а



б

Рис. 2 – Виды металлических балок:
а - перфорированная; б – гофрированная.

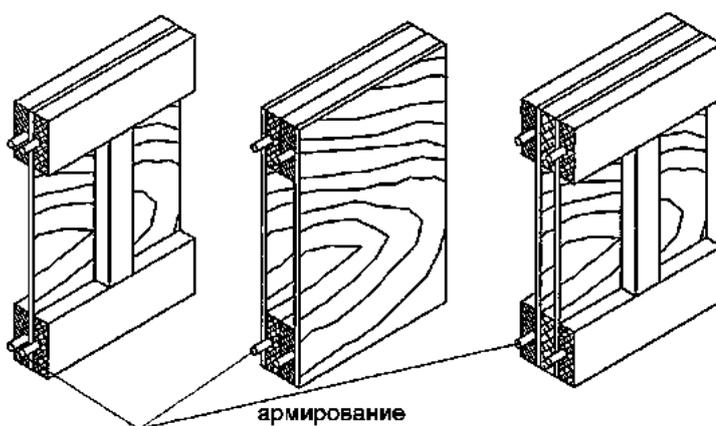


Рис. 3 – Армированные клееные деревянные балки

Существенное снижение металлоемкости возможно за счет совмещения вида балки и изменение ее жесткости по длине [17-23] (рис. 4).



а



б

Рис. 4 – Конструкции с элементами переменной жесткости:

а – из перфорированных двутавров; б – из сплошнотенчатых двутавров.

Добиться рационального использования прочностных характеристик материала позволяет применение для полок и стенок в балках разных материалов, тем самым

получая композитные балки (рис. 5): металлодеревянные – пояса выполнены из дерева, стенка из металла [11, 24, 25]; сталежелезобетонные - пояса выполнены из железобетона, стенка из металла [11, 26].



Рис. 5 –Композитные балки:

а – металлодеревянные балки HTS; б – пролетное строение сталежелезобетонного моста.

В некоторых случаях строительным конструкциям приходится работать в условиях, когда традиционные материалы не в состоянии обеспечить приемлемых эксплуатационных показателей (коррозионной стойкости, повышенной несущей способности, высокой трещиностойкости и т.д.). Возникающие проблемы можно решить путем применения конструкций из новых строительных композитов, например, каучуковый полимербетон (каутон) [27].



Рис. 6 – Конструкции двутавровых балок:

а – деревянно-стеклянная; б – металло-стеклянная.

В настоящее время в строительстве активно начинает применяться листовое стекло в качестве конструкционного материала [28, 29]. Известно множество реализованных проектов перекрытий из стекла [30]. Европейские ученые активно исследуют возможность

применять стекло в качестве стенки в двутавровой балке со стальными и деревянными полками [31, 32] (рис. 6).

Многие балки, из представленных в статье, нашли применение в проектах зданий и сооружений. Еще большее количество конструкций балок находится на стадии исследования. Одним из наиболее перспективных направлений для исследований балочных конструкций авторы считают композитные конструкции на основе известных и новых строительных материалов.

Список литературы

1. URL: <http://ukhtoma.ru/history3.htm> (дата обращения: 24.10.2016)
2. Остриков Г.М. Оптимальные конструктивные формы стальных двутавровых балок // Строительная механика и расчет сооружений. 1988. № 5. С. 10-14.
3. Холопов И.С., Лукин А.О., Алпатов В.Ю., Соловьев А.В., Гудков К.Н. Облегченные металлические конструкции - опыт, разработка, внедрение // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2011. № 12 (155). С. 40-45.
4. Катин Л.В. Поиск снижения концентрации напряжений в стенке перфорированной балки применением отверстий перфорации криволинейной формы: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2014. С. 845-848.
5. Холопов И.С., Лукин А.О., Валькаев Р.Р. Совершенствование конструкции балки с перфорированной стенкой // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. Материалы 72-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2014 года – Самара: СГАСУ, 2015, с. 15-17.
6. Холопов И.С., Лукин А.О., Валькаев Р.Р. Металлическая двутавровая балка // Пат. 147433 Российская Федерация, МКП Е04С 3/04, заявитель и патентообладатель СГАСУ. № 2014114768/03; заявл. 14.04.2014; опубл 10.11.2014, Бюл. № 31. 2 с.
7. Пічугін С.Ф., Чичулін В.П., Чичуліна К.В. Нові конструктивні рішення сталевих легких решітчастих балок із подвійною профільованою стінкою // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2012. Випуск 23. С. 390-395.
8. Дмитриева Т.Л., Уламбаяр Х. Использование балок с гофростенкой в современном проектировании // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. № 4 (15). С. 132-139.
9. Холопов И.С., Лукин А.О., Козырев П.Н. Совершенствование конструкции балки с гофрированной стенкой // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. Материалы 72-й Всероссийской научно-технической конференции по

итогах НИР 2014 года – Самара: СГАСУ, 2015, с. 68-71.

10. Лукин А.О., Алпатов В.Ю., Чернышев Д.Д. Совершенствование конструктивного решения балки с гофрированной стенкой // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. № 2 (23). С. 4-9.
11. Лукин А.О., Шевцов И.А. Классификация балок с гофрированной стенкой // Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, - Казань: ИЦРОН, 2015. С. 46-50.
12. Лукин А.О., Литиков А.П., Муморцев А.Н., Ильдияров Е.В., Позднеев М.В. Металлическая балка с гофрированной стенкой / Пат. 162845 Российская федерация, МКП Е04С 3/04; заявитель и патентообладатель СГАСУ. - №2015144488/03; заявл. 15.10.2015; опубл. 27.06.2016, Бюл. № 18. 2 с.
13. Притыкин А.И. Местная устойчивость балок с гибкой стенкой и способы ее повышения // Строительная механика и расчет сооружений. 2012. № 4. С. 25-31.
14. Симаков Ю.Н. К оценке несущей способности балок с гибкими неподкрепленными стенками // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 1. С. 25-28.
15. Щуко В.Ю., Рощина С.И. Армированные деревянные конструкции в строительстве / Учебное пособие. – Владимир, ВлГУ, 2002. 68 с.
16. Шмидт А.Б., Дмитриев П.А. Атлас строительных конструкций из клееной древесины и водостойкой фанеры / Учебное пособие. – М.: Из-во АСВ, 2001. 292 с.
17. Соловьев А.В., Холопов И.С., Лукин А.О. Двутавровые сварные балки переменного сечения с круглой перфорацией // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 8. С. 27-30
18. Соловьев А.В., Лукин А.О., Алпатов В.Ю. Анализ эффективности применения двутаврового элемента с гофрированной стенкой при работе в сложном напряженно-деформированном состоянии // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 6. С. 27-30.
19. Холопов И.С., Лукин А.О., Литиков А.П. Совершенствование конструкции ригеля плоского поверхностного затвора // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. Материалы 72-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2014 года – Самара: СГАСУ, 2015, с. 18-19.
20. Холопов И.С., Лукин А.О., Литиков А.П. Ригель плоского поверхностного затвора / Пат. 144738 Российская федерация, МКП Е02В 7/26; заявитель и патентообладатель СГАСУ. - №2014114770/13; заявл. 14.04.2014; опубл. 27.08.2014, Бюл. № 24. 2 с.
21. Бальзанников М.И., Лукин А.О., Ильдияров Е.В., Литиков А.П. Ригель плоского

- поверхностного затвора / Пат. 155385 Российская федерация, МКП E02B 7/26; заявитель и патентообладатель СГАСУ. - №2015119269/13; заявл. 21.05.2015; опубл. 10.10.2015, Бюл. № 28. 2 с.
22. Лукин А.О., Литиков А.П., Филатова А.В., Шевцов И.А., Алпатов В.Ю. Облегченный консольно-балочный элемент / Пат. 160642 Российская федерация, МКП E04C 2/00; заявитель и патентообладатель СГАСУ. - №2015118544/03; заявл. 18.05.2015; опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9. 2 с.
23. Литиков А.П., Тюмченкова Г.А., Жданова Я.А. Облегченный консольно-балочный элемент переменной жесткости из балки с гофрированной стенкой // Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, - Волгоград: ИЦРОН, 2016. С. 83-88.
24. Кузнецов И.Л., Актуганов А.Н., Актуганов А.А., Котлов В.Г. Разработка и исследование металлодеревянной двутавровой балки с полуцилиндрическими ребрами жесткости, усиленными дополнительными крепежными элементами // Приволжский научный журнал. 2012. № 4 (24). С. 47-54.
25. Калинин С.В., Жаданов В.И. Экспериментальные исследования деревометаллических балок со стенкой из стального профилированного листа при поперечном изгибе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 3. С. 117-125.
26. Лукин А.О., Суворов А.А. Пролетные строения мостов с гофрированными металлическими стенками // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 2. С. 45-67.
27. Поликутин А.Э., Константинов И.А., Нгуен З.Ф., Чыонг З.Х. Исследование прочности наклонных сечений двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов при изменении величины относительного пролета среза // Строительная механика и конструкции. 2014. Т. 1. № 9. С. 107-116.
28. Кондратьева Н.В. Экспериментальные исследования прочности листового стекла при поперечном изгибе // Стекло и керамика. 2006. № 2. С. 5-7.
29. Зубков В.А. Прочность листового стекла, опертого по контуру, при действии сосредоточенной нагрузки // Стекло и керамика. 2012. № 6. С. 11-14.
30. Зубков В.А., Кондратьева Н.В. Прочность листового стекла при изгибе / Монография, - Самара: ООО «СамЛюксПринт», 2013, 152 с.
31. Златинек М., Премров М., Штрукель А. Экспериментальный анализ несущей деревянно-стеклянной двутавровой балки // Строительство уникальных зданий и

сооружений. 2014. № 4 (19). С. 11-20.

32. Wellershoff F. S., Gerhard S. Structural Use of Glass in Hybrid Elements: Steel-Glass-Beams, Glass-GFRP-Plates//Glass Processing Days. 2003. 223 p.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКОГО КЛЕЯ ОК72ФТ15 НА ДЕФОРМАЦИИ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОПТИЧЕСКИХ СКЛЕЕННЫХ СБОРОК

Кручинин Д. Ю., канд. техн. наук, Бабушкина Д. Н., Сырицин М. П., Гафт Д. Е.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина,
г. Екатеринбург

Рассмотрены проблемные вопросы, связанные с деформацией наружных поверхностей оптических деталей, возникающих в процессе склеивания.

Ключевые слова: склеивание, склеенная оптическая сборка, деформация оптической поверхности, гидромеханический способ.

Введение

Основным способом соединения оптических деталей является склеивание. Недостатком склеивания является деформация оптических поверхностей [1,2]. Деформации наружных поверхностей приводят к изменению технических характеристик оптическихборок и самих изделий. Эпоксидный оптический клей марки ОК-72ФТ15, предназначен для склеивания оптических деталей приборов, изготовленных из неорганических стекол всех типов, керамики, кристаллов и металлов, к которым предъявляются повышенные требования по прочности склеивания, влагостойкости, а также вибро- и ударопрочности, работающих в разнообразных климатических условиях, с разностью температурных коэффициентов линейного расширения ($\Delta\alpha$) не более $60 \cdot 10^{-7} \text{C}^{-1}$ [3,4]. В отличие от клея ОК72ФТ5 клей ОК-72ФТ15 является более эластичным и предназначен для склеивания тонких оптических деталей.

Известно [3], что свойства стекла зависят от температуры полимеризации клея, например, прочность при равномерном отрыве: с повышением температуры прочность повышается. Проведение полимеризации клея при повышенной температуре улучшает и другие эксплуатационные свойства склеенныхборок. Улучшение эксплуатационных

свойств не должно приводить к ухудшению технических характеристик приборов, которые зависят от величины отклонения оптических поверхностей от номинальных значений. Задачей исследования является определить влияние температуры полимеризации клея ОК72ФТ15 на деформации наружных поверхностей склеенных оптических сборок.

Методика проведения эксперимента

Для исследования были использованы образцы линз, соответствующие образцам, указанным в [5]. Плосковыпуклые линзы были изготовлены из стекла ЛК7, плосковогнутые линзы были изготовлены из стекла ТФ7. Радиус сферических поверхностей равен 50 мм, диаметр деталей равен 40 мм. Перед склеиванием проводилась чистка склеиваемых поверхностей гидромеханическим способом в чистом помещении [6,7]. Для склеивания был использован оптический клей ОК72ФТ15. После склеивания две сборки выдерживались в нормальных условиях в течение не менее 14 суток для полимеризации клея, по две сборки через сутки после склеивания выдерживались при температурах 50°C, 65°C и 100°C. Термообработка проводилась в течение двух часов. Температуры полимеризации были выбраны в соответствии с [3]. Контроль наружных поверхностей проводился до склеивания и после склеивания и полимеризации. Для контроля формы поверхностей использовался интерферометр Физо с фазовым сдвигом, длина волны 0,6328 мкм, погрешность $\pm 0,05$ полосы.

Результаты эксперимента и обсуждение

Результаты измерений формы поверхности представлены в таблице 1. Интерферограммы, обработанные с помощью программного обеспечения Metro Pro, плоских поверхностей линз, полученные после термообработки оптическихборок, представлены на рисунке 1. Как видно из данных таблицы значения N (число интерференционных полос) после склеивания и полимеризации в нормальных условиях изменяются незначительно, как для плосковыпуклой, так и для плосковогнутой линзы. После проведения полимеризации при разных температурах N изменяется в значительной степени. При этом для плосковогнутой линзы (стекло ТФ7) изменения происходят в сторону увеличения «ямы», а для плосковыпуклой линзы (стекло ЛК7) – в сторону увеличения «бугра».

Одной из причин появления значительных деформаций наружных поверхностей склеенных оптическихборок, по-видимому, является фиксирование равновесного состояния системы из двух линз и слоя клея в процессе полимеризации при повышенной температуре. При охлаждении сборки после термообработки до нормальных условий разница в ТКЛР стекла ЛК7, стекла ТФ7 и клея ОК72ФТ15 приводит к возникновению

напряжений и, в результате, к деформации наружных поверхностей. ТКЛР стекла ЛК7 составляет $44 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, стекла ТФ7 - $94 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, клея ОК72ФТ15 - $1200 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ [8,4]. Хотя в результате охлаждения в клеевом шве возникают напряжения растяжения, по-видимому, основной причиной появления деформаций наружных поверхностей является разность ТКЛР стекол. Сферическая поверхность плосковыпуклой линзы, изготовленной из стекла ЛК7, при охлаждении испытывает напряжения сжатия. При этом линза изгибается, и на наружной поверхности появляется «бугор». Сферическая поверхность плосковогнутой линзы, изготовленной из стекла ТФ7, при охлаждении испытывает напряжения растяжения. Соответственно, на наружной поверхности появляется «яма».

Наиболее сильные изменения происходят при повышении температуры полимеризации до 65°C . При температурах полимеризации свыше 65°C увеличение деформации происходит в меньшей степени, особенно для стекла ТФ7. Как видно из рис. 2 величины деформаций находятся в пропорциональной зависимости от температуры полимеризации клея при температурах до 65°C . При более высоких температурах полимеризации, возможно, за счёт эластичности клея ОК72ФТ15 происходит частичная компенсация напряжений и, соответственно, деформации увеличиваются в меньшей степени.

Ранее были проведены аналогичные исследования для клея марки ОК72ФТ5 [9]. Средние значения деформаций для каждой температуры и каждой марки стекла представлены в таблице 2. Видно, что деформации для обоих клеев с увеличением температуры полимеризации изменяются одинаковым образом, но деформации, вызванные клеем ОК72ФТ15, как правило, меньше деформаций, вызванных клеем ОК72ФТ5. Это обусловлено, по-видимому, большей эластичностью клея ОК72ФТ15. ТКЛР клеев не оказывает заметного влияния на деформации, так как клей ОК72ФТ15, имея в два раза больший ТКЛР, создаёт меньшие деформации, чем клей ОК72ФТ5.

На основании выше изложенного можно сказать, что деформации наружных поверхностей, появляющиеся при склеивании оптическим клеем ОК72ФТ15, зависят в первую очередь от температуры термообработки и от разницы ТКЛР стёкол склеиваемых оптических деталей. Полимеризация клея при повышенных температурах приводит к значительным деформациям оптических поверхностей склеенных сборок. ТКЛР клея не оказывает заметного влияния на деформации.

Заключение

Склеивание оптических деталей широко применяется при изготовлении изделий различного назначения. Технические характеристики оптических сборок и самих изделий зависят от технологического процесса склеивания, особенно от температуры

полимеризации. Повышение температуры полимеризации может улучшить эксплуатационные характеристики изделий и, при этом, ухудшить их оптические характеристики.

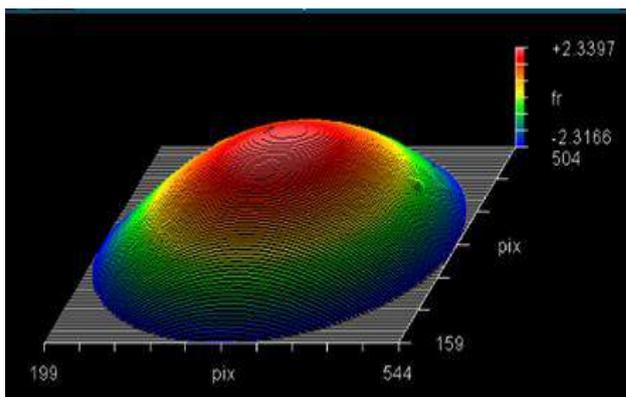
Таблица 1. Отклонения от заданной поверхности наружных поверхностей оптических сборок, склеенных с использованием клея ОК72ФТ15.

Номер сборки	Марка стекла	Температура полимеризации, °С	Число интерференционных полос		
			До склеивания	После полимеризации	Изменения после полимеризации
1	ТФ7	20	0,3 (яма)	0,5 (яма)	0,2
	ЛК7		-0,5 (бугор)	-0,5 (бугор)	0,0
2	ТФ7	20	0,2 (яма)	0,4 (яма)	0,2
	ЛК7		-0,2 (бугор)	-0,2 (бугор)	0,0
3	ТФ7	50	0,5 (яма)	4,0 (яма)	3,5
	ЛК7		-0,5 (бугор)	-5,0 (бугор)	-4,5
4	ТФ7	50	0,4 (яма)	3,7 (яма)	3,3
	ЛК7		-0,2 (бугор)	-4,9 (бугор)	-4,7
5	ТФ7	65	0,3 (яма)	5,8 (яма)	5,5
	ЛК7		-0,8 (бугор)	-8,0 (бугор)	-7,2
6	ТФ7	65	0,6(яма)	5,5 (яма)	4,9
	ЛК7		-0,9 (бугор)	-10,0 (бугор)	-9,1
7	ТФ7	100	0,4 (яма)	6,7 (яма)	6,3
	ЛК7		-0,2 (бугор)	-11,0 (бугор)	-10,8
8	ТФ7	100	0,7 (яма)	6,6 (яма)	5,9
	ЛК7		-0,8 (бугор)	-10,8 (бугор)	-10,0

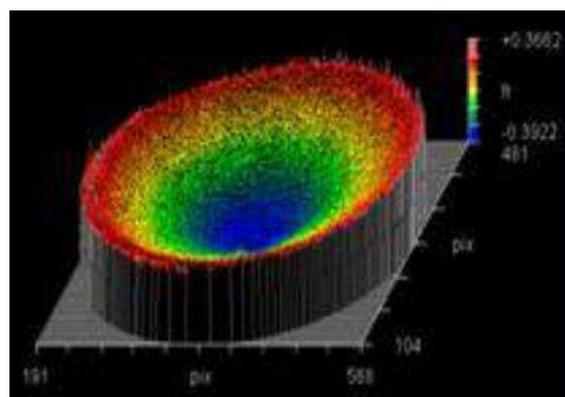
Таблица 2. Средние значения деформаций

Марка стекла	Температура полимеризации, °С	Число интерференционных полос	
		ОК72ФТ15	ОК72ФТ5
ТФ7	20	0,2	0,1

ЛК7		0,0	0,5
ТФ7	50	3,4	4,4
ЛК7		-4,6	-6,0
ТФ7	65	5,2	6,1
ЛК7		-8,1	-8,1
ТФ7	100	6,1	7,2
ЛК7		-10,4	-10,6



а)



б)

Рисунок 1 - Интерферограммы плоских поверхностей линз, полученных после термообработки оптической сборки: а – образец 4, стекло ТФ7; б – образец 4, стекло ЛК7.

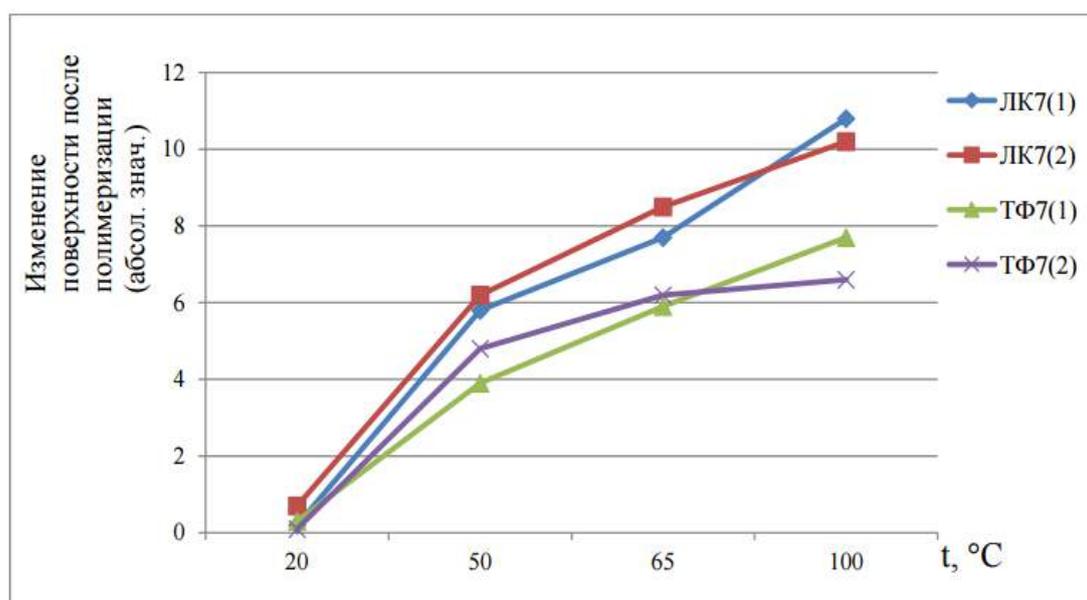


Рисунок 2 - Зависимость деформации наружных поверхностей оптических сборок от температуры полимеризации клея ОК72ФТ15.

Список литературы

1. Потелов В.В. Исследование возможностей повышения прочностных характеристик оптических склеенных сборок с высокой разностью коэффициентов линейного температурного расширения // Оптический журнал. 2009. Т.76. №6. С.68-69.
2. Левиник В.Е., Мартынова В.Б. Бездеформационное склеивание кварца с инваром // Оптический журнал. 1995. №10. С.69-72.
3. Клеи оптические эпоксидные марки ОК–72ФТ. Общие технические условия, ТУ 2252-005-33122646-14.
4. Справочник технолога-оптика / Под ред. Окатова М.А. СПб., 2004. 686 с.
5. ОСТ3-6187-95. Клеи оптические. Методы контроля и испытаний.
6. Кручинин Д.Ю. Склеивание оптических деталей, имеющих нулевые классы чистоты полированных поверхностей // Оптический журнал. 2011. Т.78. №4. С.73-75.
7. Кручинин Д.Ю., Яковлев О.Б. Патент 2454379. Способ склеивания оптических деталей.
8. ГОСТ 13659-78. Стекло оптическое бесцветное. Физико-химические характеристики. Основные параметры. Москва. 1985.
9. Кручинин Д.Ю., Гарайшина Л.Т., Сырицин М.П. Влияние температуры полимеризации клея ОК72ФТ5 на деформации наружных поверхностей оптических склеенных сборок. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции (11 октября 2016 г.), Волгоград, 2016, выпуск III, с. 109-113.

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ФАЗОВРАЩАТЕЛЬ СИГНАЛОВ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ

Абрамов А. П., Кравец Е. В., Петров П. Н.

Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения, Россия

Фундаментальные достижения акустоэлектроники и ее элементной базы на поверхностных акустических волнах (ПАВ) [1,2] позволили создать большое многообразие аналоговых устройств, широко востребованных при разработке радиоэлектронных систем, осуществляющих обнаружение, обработку и идентификацию сигналов в реальном масштабе времени.

Радиосигнал с произвольной функцией угловой модуляции и постоянной амплитудой можно представить в виде:

$$s(t) = A_0 \cos[\omega_0 t + \theta(t) + \varphi_0] \quad \text{при } |t| \leq \frac{T_c}{2}, \quad (1)$$

где ω_0 – частота несущего колебания, $\omega_0 t$ – текущая фаза, $\theta(t)$ – функция угловой модуляции, φ_0 – начальная фаза, T_c – длительность радиосигнала $s(t)$.

Как известно если радиосигнал подвергнуть преобразованию:

$$U(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) h(t, \tau) d\tau, \quad (2)$$

ядро, которого имеет вид [3]

$$h(t, \tau) = B_0 [1/\pi(t - \tau)], \quad (3)$$

B_0 – коэффициент пропорциональности, имеющий размерность времени, то преобразованный сигнал можно записать как

$$U_1(t) = B_0 [\hat{s}(t) + A_0(\Delta\omega_c / \omega_0)], \quad (4)$$

где

$$\hat{s}(t) = A_0 \sin[\omega_0 t + \theta(t) + \varphi_0] \quad \text{при } |t| \leq \frac{T_c}{2}, \quad (5)$$

представляет собой сигнал, сопряженный по Гильберту с исходным радиосигналом. Если выполняется условие $(\Delta\omega_c / \omega_0) \ll 1$, где $\Delta\omega_c$ – активная ширина спектра радиосигнала (1), то вторым членом в выражении (4) можно пренебречь.

Реализация данного преобразования радиосигнала в конечной полосе частот возможна с помощью устройств на ПАВ, основными элементами которых являются

совокупности определенных встречноштыревых преобразователей (ВШП), нанесенных на полированную поверхность пьезоэлектрической подложки. При этом один из них является входным ВШП, в котором электрический сигнал преобразуется в набор поверхностных акустических волн, а другой – выходным ВШП, в котором совокупность поверхностных акустических волн преобразуется в электрический сигнал.

ВШП ПАВ можно условно разделить на три группы: эквидистантные, неэквидистантные и веерные. Для создания полосового фазовращателя сигналов на $\pi/2$ целесообразно использовать веерные ВШП ПАВ, так как их отличительной особенностью является то, что своей апертурой они перекрывают весь диапазон спектральных составляющих преобразуемого сигнала, входящих в полосу пропускания фазовращателя. Кроме того, совокупность двух веерных ВШП ПАВ имеет амплитудно-частотную характеристику, близкую к прямоугольной форме, и линейную фазо-частотную характеристику.

Структурная схема устройства, на выходе которого формируется сигнал (5), сопряженный по Гильберту с входным радиосигналом, представлена на рисунке 1.

В его состав входят: входной (ПУ1) и выходной (ПУ2) полосовые усилители и фазовращатель на ПАВ. Входной и выходной полосовые усилители предназначены для компенсации затухания, вносимого фазовращателем на ПАВ, а также для коррекции его амплитудно-частотной характеристики в заданной полосе частот. Топология фазовращателя на ПАВ, представлена на рисунке 2.



Рисунок 1– Структурная схема широкополосного фазовращателя сигналов на $\pi/2$

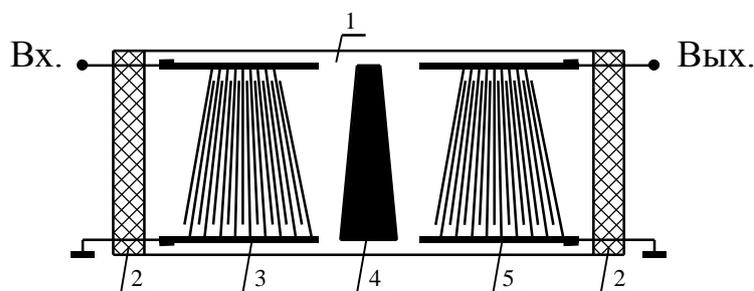


Рисунок 2 – Топология фазовращателя на ПАВ

Основу фазовращателя на ПАВ (рисунок 2) выполняет подложка 1, изготовленная в виде полированной пластины из пьезоэлектрического материала со звукопоглощающими покрытиями 2 на ее торцах. В качестве пьезоэлектрического материала использовался ниобат лития, некоторые характеристики которого представлены в таблице 1.

На полированную поверхность подложки, симметрично относительно ее центра, нанесены абсолютно одинаковые веерные входной 3 и выходной 5 ВШП ПАВ, между которыми нанесен металлизированный фазосдвигающий слой 4, трапециидальной формы. В качестве материала использовался алюминий, характеристики которого представлены в таблице 1.

Штыри каждого ВШП имеют одинаковую ориентацию и расположены в виде веера. Количество штырей в каждом ВШП одно и то же и составляет 25 пар. Угол раскрыва веера равен в нашем случае $\pi/36$.

Таблица 1 – Характеристики материалов

Материалы покрытия и подложки	Удельное электрическое сопротивление 10^6 , Ом см	Скорость ПАВ км/с	Плотность г/см ³	Акустическое сопротивление 10^6 , г/см ² с	Коэффициент отражения
Алюминий	2,7	2,8	2,7	7,15	-0,39
Ниобат лития	-	3,488	4,7	16,4	-0,39

Расстояние между центрами штырей l_i в каждом i -том сечении апертуры W веерного ВШП, вдоль направления распространения ПАВ, определяется из соотношения:

$$l_i = \lambda_i / 2 = v / 2f_i, \quad (6)$$

где v – скорость ПАВ на свободной поверхности пьезоэлектрической подложки, f_i – частота ПАВ, распространяющейся в i -том сечении апертуры ВШП, λ_i – длина волны в i -том сечении. При этом ширина n_i каждого штыря в i -том сечении апертуры ВШП одинакова и определяется из соотношения:

$$n_i = \lambda_i / 4 = v / 4f_i. \quad (7)$$

Протяженность апертуры W каждого ВШП, максимальное значение которой ограничено шириной пьезоэлектрической подложки, выбирается из условия:

$$W \geq v / 4f_H, \quad (8)$$

где f_H – нижняя граничная частота полосы пропускания фазовращателя на ПАВ. Расстояние L между входным и выходным ВШП, т.е. между осями симметрии ВШП, проходящими вдоль их апертуры, должно удовлетворять условию [4]:

$$L \leq 4\lambda_0 / \varphi^2, \quad (9)$$

где φ – угол раскрыва веера в радианах.

Учитывая тот факт, что скорости распространения ПАВ в условиях свободной и нагруженной поверхности пьезоэлектрической подложки различны, между входным и выходным ВШП размещен металлизированный слой 4, трапециидальной формы, который обеспечивает требуемый фазовый сдвиг ПАВ с длиной волны λ_i , распространяющихся вдоль подложки от входного ВШП к выходному. На изменение скорости распространения ПАВ в условиях нагруженной поверхности пьезоэлектрической подложки оказывают влияние два основных фактора. С одной стороны, при переходе от условия электрически свободной к условию электрически замкнутой поверхности пьезоэлектрической подложки скорость распространения ПАВ снижается на величину:

$$\Delta v_1 = \frac{\kappa^2 v}{2}, \quad (10)$$

где κ – коэффициент электромеханической связи. С другой стороны, при переходе от условия механически свободной к условию механически нагруженной поверхности пьезоэлектрической подложки скорость распространения ПАВ снижается на величину:

$$\Delta v_2 = \gamma \xi f_i, \quad (11)$$

где γ – коэффициент, характеризующий дисперсионные свойства металлизированного слоя, $\xi < \lambda_0$ – толщина металлизированного слоя. Поскольку в обоих случаях имеет место снижение скорости, то результирующую скорость распространения ПАВ в условиях нагруженной поверхности пьезоэлектрической подложки следует определять из соотношения:

$$v_n = \frac{[v(2 - \kappa^2) - \gamma \xi f_i]}{2}. \quad (12)$$

Таким образом, для обеспечения каждой ПАВ с длиной волны λ_i фазового сдвига:

$$\frac{(2\pi f_i l_{ci})}{v_n} = \frac{[(2m+1)\pi]}{2}, \quad (13)$$

необходимо, чтобы длина l_{ci} каждого i -того сечения апертуры металлизированного слоя вдоль направления распространения ПАВ удовлетворяло условию:

$$l_{ci} = \frac{(2m+1)[v(2 - \kappa^2) - \gamma \xi f_i]}{8f_i}, \quad (14)$$

где $m=0,2,4,\dots$. При этом ось симметрии металлизированного слоя, проходящая вдоль его апертуры, должна быть одинаково удалена от входного и выходного ВШП.

При технической реализации широкополосного фазовращателя сигналов на ПАВ, с относительной полосой пропускания $(\Delta f/f_0)=26\%$ и средней частотой полосы пропускания $f_0=25$ МГц, в качестве ПУ1 и ПУ2 (рисунок 1) использовались усилители, выполненные

на микросхемах с тройкой расстроенных контуров. Применение данного варианта полосовых усилителей, обладающих линейной ФЧХ и достаточно прямоугольной АЧХ (рис. 3), наряду с компенсацией затухания в 20 дБ, вносимого элементом на ПАВ, существенно упрощает процесс коррекции амплитудно-частотной характеристики элемента на ПАВ в области высоких частот.

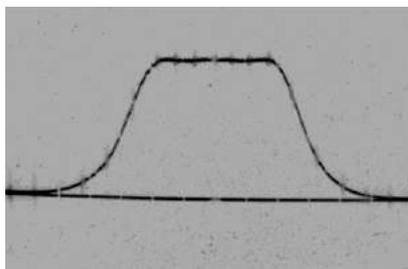


Рисунок 3– Амплитудно-частотная характеристика ПУ1 и ПУ2
(масштаб метки 1 МГц)

На рисунке 4 представлена результирующая амплитудно-частотная характеристика широкополосного фазовращателя сигналов на ПАВ, а на рисунке 5 – его импульсная характеристика.

С целью экспериментальной проверки работоспособности данного устройства в качестве входного сигнала использовался ФМ – сигнал (рисунок 6) с несущей частотой $f_c=25$ МГц, состоящий из четырех одинаковых элементарных импульсов со скачками фазы на величину π между ними.

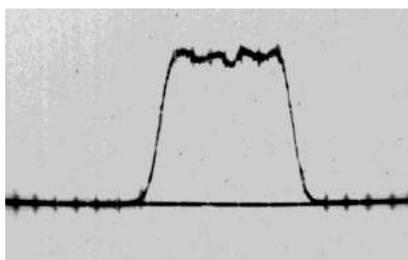


Рисунок 4 – АЧХ широкополосного фазовращателя сигналов на ПАВ
(масштаб метки 1 МГц)

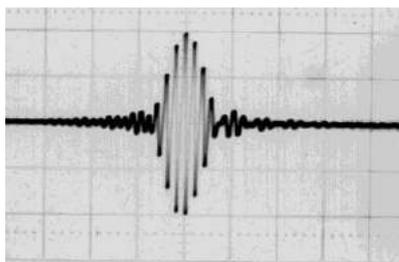


Рисунок 5 – Импульсная характеристика широкополосного фазовращателя сигналов на ПАВ (масштаб горизонтальной развертки 0,2 мкс/дел)

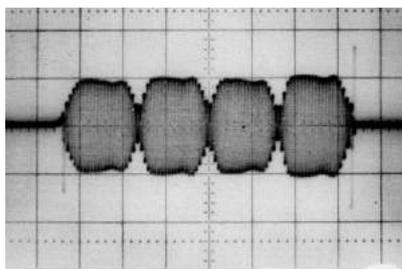


Рисунок 6 – Входной ФМ – сигнал
(масштаб развертки по горизонтали 0,5 мкс/дел)

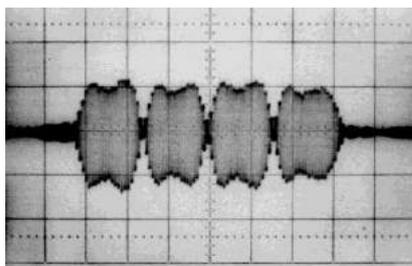


Рисунок 7– Выходной ФМ – сигнал широкополосного фазовращателя сигналов на ПАВ
(масштаб развертки по горизонтали 0,5 мкс/дел)

При воздействии на вход устройства (рисунок 1) ФМ – сигнала (рисунок 6), каждая его спектральная составляющая, входящая в полосу пропускания устройства, после усиления возбуждает в соответствующем i -том сечении апертуры входного веерного ВШП ПАВ поверхностную акустическую волну с вполне определенной длиной волны λ_i .

Эти ПАВ, распространяясь вдоль подложки по направлению к выходному ВШП ПАВ, преодолевают расположенный на их пути металлизированный слой трапециидальной формы. В результате этого каждая из них приобретает дополнительный фазовый сдвиг на величину $\pi/2$.

В выходном веерном ВШП ПАВ происходит обратное преобразование совокупности поверхностных акустических волн в электрический сигнал с учетом фазового сдвига на величину $\pi/2$. В результате чего на выходе широкополосного фазовращателя сигналов на ПАВ формируется ФМ – сигнал (рисунок 7), сопряженный по Гильберту с входным ФМ – сигналом.

Работоспособность предложенного устройства экспериментально подтверждена в работе [5], посвященной многофункциональному частотному демодулятору, в котором роль опорного канала выполняет широкополосный фазовращатель сигналов на ПАВ.

**Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-07-04720.*

Список литературы

1. Акустоэлектронные устройства обработки и генерации сигналов. Принципы работы, расчета и проектирования / О.Л. Балышева, В.И. Григорьевский, Ю.В. Гуляев, В.Ф. Дмитриев, Г.Д. Мансфельд. Монография / Под ред. академика РАН Ю.В. Гуляева. - М.: Радиотехника, 2012. - 576с.: ил.
2. Кайно Г. Акустические волны: Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990 – 656 с.
3. Сороко Л. М. Гильберт – оптика. – М.: Наука, 1981.
4. Забузов С. А., Смирнов Ю. Г. Акустическое поле веерного преобразователя поверхностных волн./В кн.: Обработка радиосигналов акустоэлектронными и акустооптическими устройствами. – Л.: Наука, 1983.
5. Абрамов А.П., Петров П.Н. Устройство определения фазовой структуры радиосигнала. Информационно-управляющие системы. СПб. №4. 2015г. С. 87-90.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММНЫМ СПОСОБОМ МИКРОПОЛОСКОВЫХ СПИРАЛЬНЫХ АНТЕНН НА ОСНОВЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ В РЕЖИМЕ ИЗЛУЧЕНИЯ НАНОСЕКУНДНЫХ СИГНАЛОВ

Будагян И.Ф., Троицкий А.А.

МТУ, РФ, г. Москва

Работа посвящена компьютерному моделированию полевых и энергетических диаграмм направленности микрополосковых эквиугольных спиральных антенн, а также моделированию процесса излучения наносекундных импульсов спиральными антеннами на многослойных подложках, включая метаматериалы. Особое внимание уделяется алгоритму моделирования и основанной на нем программе на языке программирования C++, позволяющей моделировать форму излученного импульса при заданных параметрах системы.

При разработке программы «EqSpiral Impulse» выбор был сделан в пользу языка C++, как одного из наиболее распространенных, гибких и с хорошей поддержкой объектно-ориентированного программирования (ООП) [1]. Для поставленной задачи важнейшим фактором является удобная работа с математическими функциями. Ввиду сложности разрабатываемой программы, также немаловажно удобство и быстрота разработки графического интерфейса. В качестве среды разработки был выбран пакет Embarcadero RAD Studio, имеющий хорошо проработанную библиотеку VCL,

содержащую много необходимых функций, а также единственный продукт, позволяющий создавать приложения для разных платформ, таких как Windows, Linux и MacOS. Библиотека VCL имеет в своем составе класс Canvas, позволяющий легко рисовать в окне программы, что будет полезно при отображении графиков и диаграмм.

Одним из основных отличий C++ с математической точки зрения является отсутствие встроенного базового класса комплексных чисел и операций для работы с ними. Тем не менее, этот недостаток легко компенсируется широким выбором уже готовых открытых библиотек для работы с комплексными числами на языке C++, реализующих все операции с ними и включающих все необходимые функции. Важным фактором для поставленной задачи является возможность работы в C++ с числами с плавающей точкой с очень высокой точностью. Это позволит проводить расчеты для частот порядка 100 – 1000 ГГц и выше. Для повышения эффективности вычислений на многоядерных и многопроцессорных системах и распределения вычислительных мощностей разработан модуль программы для обеспечения вычислений на максимальном возможном количестве потоков. В многоядерных процессорах число параллельно обрабатываемых потоков равно количеству ядер. Технология Hyper-Threading компании Intel позволяет увеличить это число в два раза. Схематично последовательность действий при выполнении расчетов приведена на рис. 1.

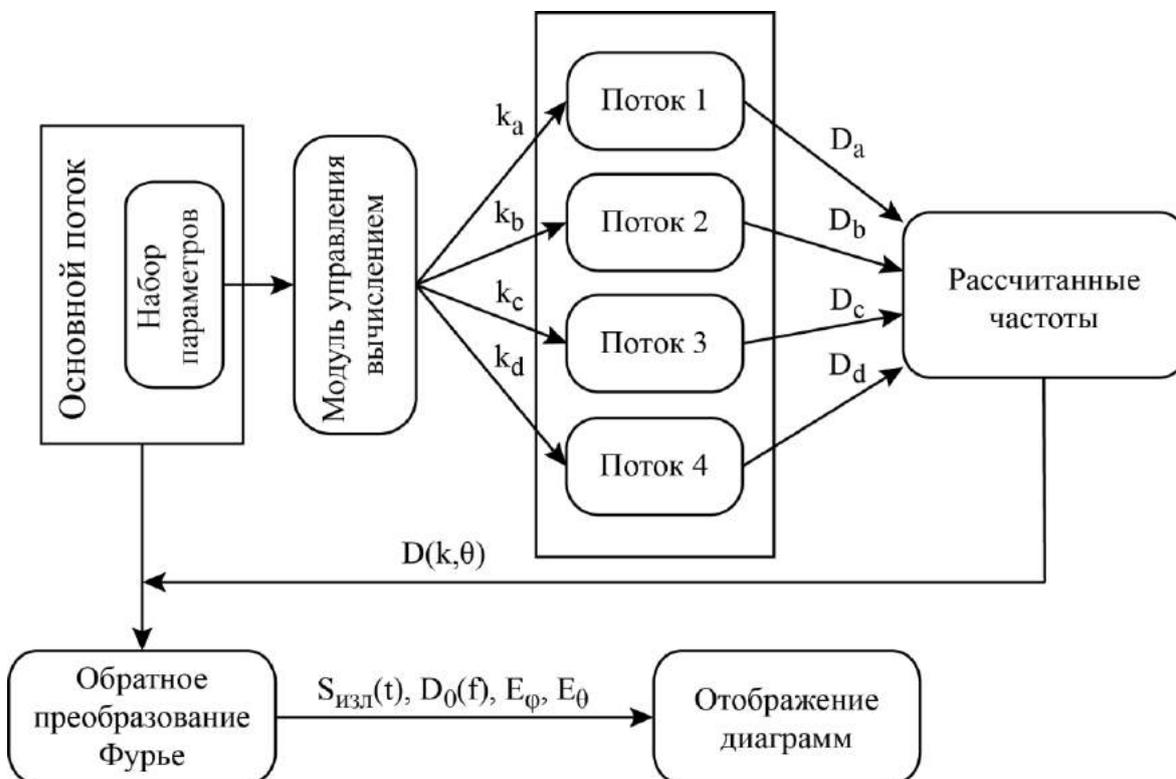


Рис. 1. – Схема выполнения расчета на примере четырех ядерного процессора

При отображении результатов моделирования вывод диаграмм направленности производится на плоскости с полярными координатами. В верхней части отображается составляющая E_θ , в нижней части – составляющая E_ϕ . На рис. 2,а приведен вид диаграмм при волновом числе $k = 2010$ (частоте 95,9 ГГц) для набора параметров, который был определен как один из оптимальных. На диаграмме частотной зависимости величины главного лепестка (ЧЗГЛ) график выводится на координатной плоскости, где по оси абсцисс отсчитывается частота в гигагерцах, а по оси ординат – нормированная величина главного лепестка полевой диаграммы направленности (ПДН). В левом нижнем углу диаграммы указаны значения параметров, для которых был произведен расчет. Вид такой диаграммы приведен на рис. 2,б.

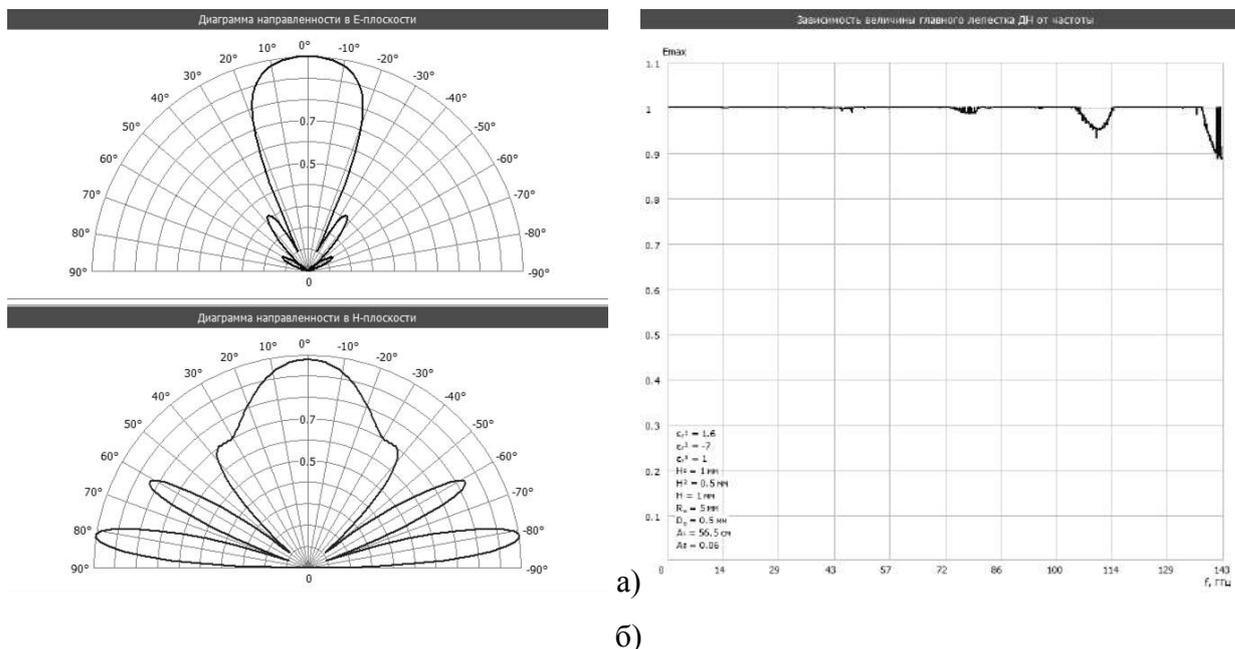


Рис. 1. – Вид полевой диаграммы направленности в двух плоскостях (а) и зависимость величины главного лепестка от частоты (б)

При проведении серии расчетов для разных параметров диаграммы ЧЗГЛ сохраняются в отдельную папку для упрощения последующего анализа. На основе полученных в результате нахождения диаграммы направленности данных рассчитывается форма излученного импульса путем применения обратного дискретного преобразования Фурье. Математический аспект данного вопроса был подробно рассмотрен в [2]. В программе изучается поведение антенны при излучении прямоугольного импульса длительностью порядка наносекунды. Вывод диаграммы излученного импульса производится на координатной плоскости, где по оси абсцисс отсчитывается время t , а по оси ординат – нормированная величина импульса $S_N(t)$. Увеличение в разумных пределах значения Δk позволяет уменьшить общее время расчетов, не влияя на качественную

оценку формы сигнала. На рис. 3 приведена обобщенная блок-схема основного процесса программы EqSpiral Impulse – проведения серии расчетов для нескольких наборов параметров.

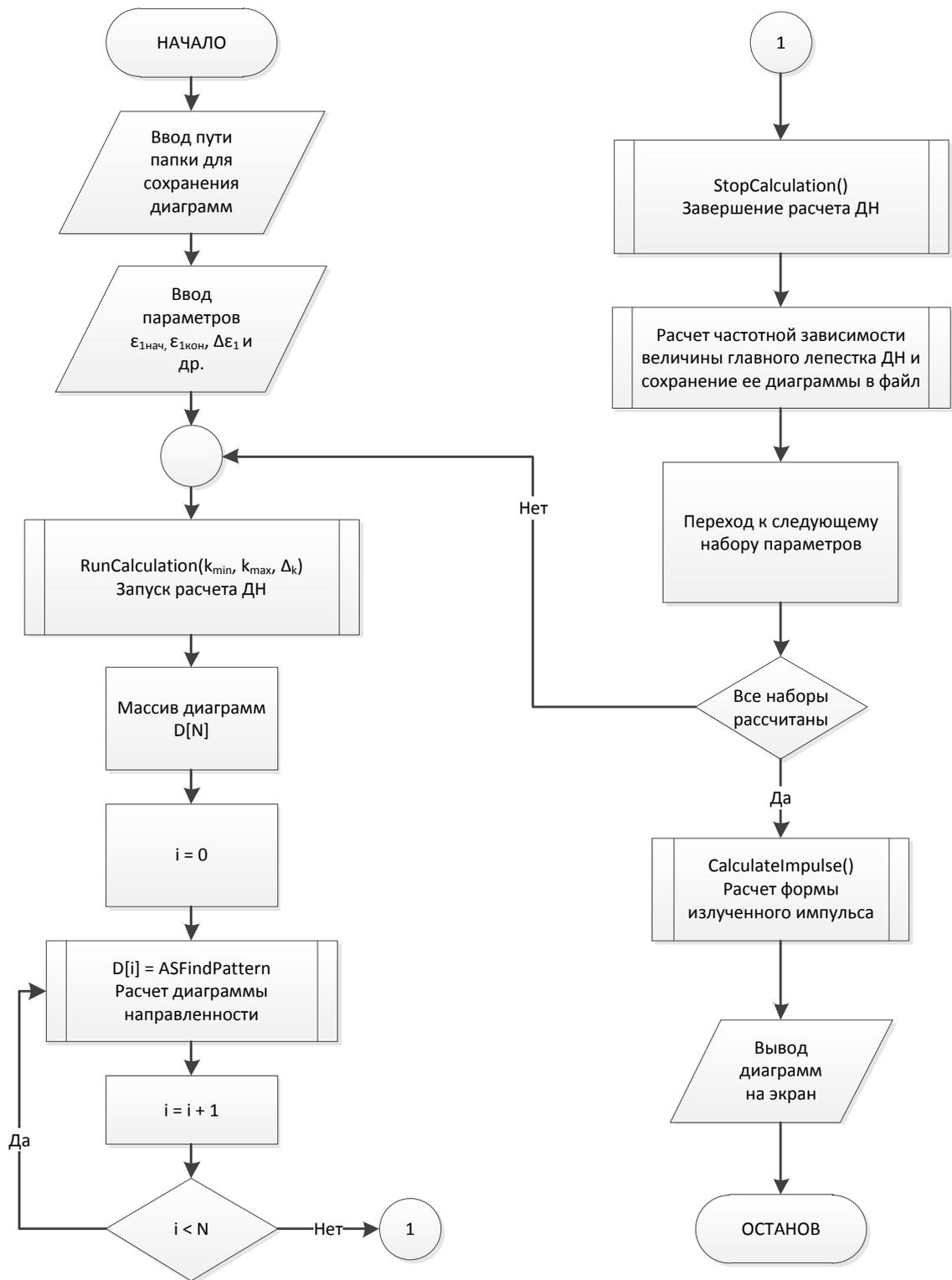


Рис. 3. - Обобщенная блок-схема программы EqSpiral Impulse

Руководство по использованию программы EqSpiral Impulse

Минимальные системные требования: процессор Intel Pentium или совместимый (Intel Core 2 Duo и выше рекомендуется); ОЗУ 1 Гбайт (4 Гб рекомендуется); операционная система Windows XP и выше; VGA 1024x768; 50 Мбайт свободного места на жестком диске (для расчетов понадобится до 5 Гбайт свободного места); устройство «мышь» и клавиатура.

Запуск программы: в меню «Пуск» выбирается пункт «Программы», далее в папке «EqiSpiral» запускается программа «EqiSpiral Impulse», откроется главное окно программы (рис. 4).

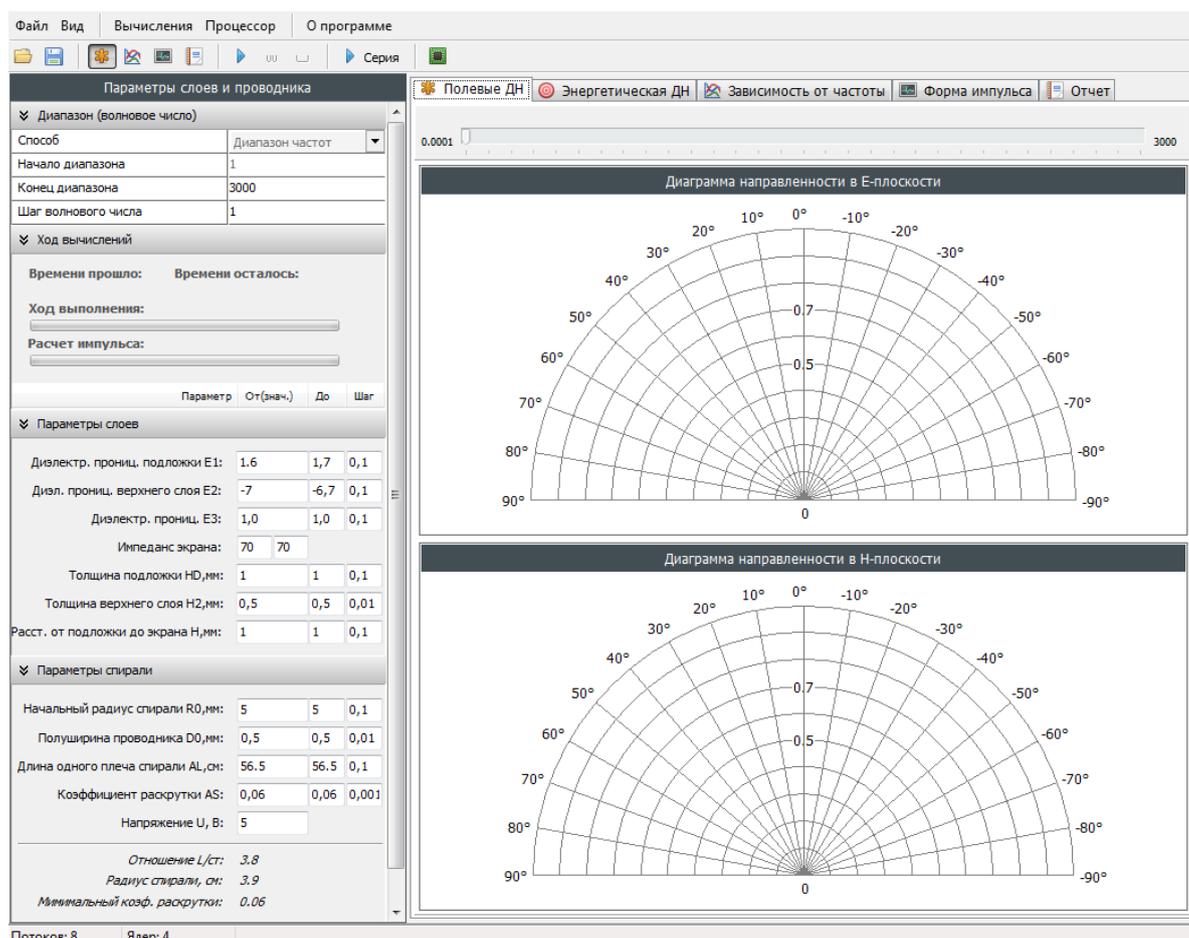


Рис. 4. – Главное окно программы

Описание рабочей области: В левой колонке главного окна находятся группы настраиваемых параметров для антенны и вычислений. В группе «Диапазон» задается конечное волновое число диапазона и шаг, с которым ведется его изменение. Общее количество частот ограничено 200 000. В группе «Ход вычислений» показывается информация о текущих расчетах (прошедшее и оставшееся время) и статус расчета сигнала. В группе «Параметры слоёв» задаются все параметры подложки. Все из них, кроме импеданса экрана (так как он не сильно влияет на результат) имеют начальные и

конечные значения и шаг изменения для серии расчетов. Группа параметры спирали содержит поля для ввода характеристик. В правой части расположена панель с пятью вкладками: «Полевые ДН», «Энергетическая ДН», «Зависимость от частоты» (строится график, отражающий изменение величины главного лепестка ДН антенны для текущего набора параметров), «Форма импульса» (строится диаграмма формы излученного импульса с учетом искажений, вносимых антенной), «Отчет» (содержит сведения о проведенных расчетах, их длительности, количестве частот и времени проведения).

В программе «EqSpiral Impulse» предусмотрено сохранение текущего набора параметров в файл формата «eqsp» через меню «Файл» – «Сохранить». При этом, ввиду крайне большого размера, не сохраняются рассчитанные данные. Для загрузки сохраненного набора параметров из файла необходимо открыть его с помощью меню «Файл» – «Открыть».

В результате выполнения работы была создана специализированная программа EqSpiral Impulse для моделирования полевых и энергетических диаграмм направленности спиральных антенн, а также диаграмм формы излученных импульсов. Эта программа позволила исследовать характеристики излучения антенн с различными параметрами материалов подложки (включая метаматериалы), геометрических размеров подложки и ленточного проводника антенны [3]. В настоящее время проводится ее доработка для исследования (помимо прямоугольного импульса) других форм излучаемых импульсов.

Список литературы

1. Страуструп Б. Язык программирования C++. – Издательство: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 8,84 Мб.
2. Будагян И.Ф., Илющечкин М.Н., Щучкин Г.Г. Анализ формы наносекундных сигналов. Излучение и распространение: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 125 с.
3. Будагян И.Ф., Ковальчук А.А., Чебышев В.В. Микрополосковая спиральная антенна в многослойной среде на основе диэлектрических и метаматериалов в режиме излучения наносекундных импульсов // Т-Comm, №10, 2012. – с. 30-33.

FREQUENCY FINDING SEARCH METHOD

Савашинский И.И.

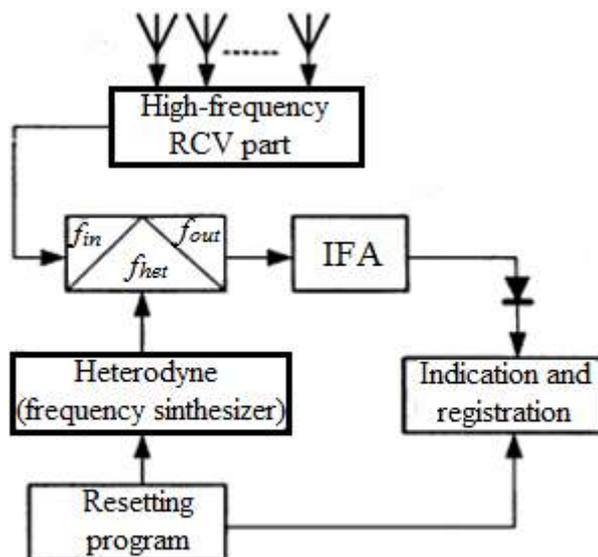
ФГАОУВО «Уральский федеральный университет имени первого президента России
Б.Н. Ельцина» г. Екатеринбург

Principally there are two main frequency finding methods: search and non-search.

Non-search method allows find main frequency almost instantly but as for search method it requires some time because of RCV resetting need. Frequency finding non-search method allows highly reduce intelligence time, but such intelligence time reducing is possible because of accuracy and calculation resolution capability decreasing or devices quantity increasing. But as for search method because of high intelligence time it allows find main frequency with high accuracy and provides high calculation resolution capability.

Frequency finding search method is usually realized in so-called panoramic RCV with block-scheme of the pic. 1.

Panoramic RCV in the easiest case can be presented as a super-heterodyne resetting automatically or manually in intelligent frequencies range.



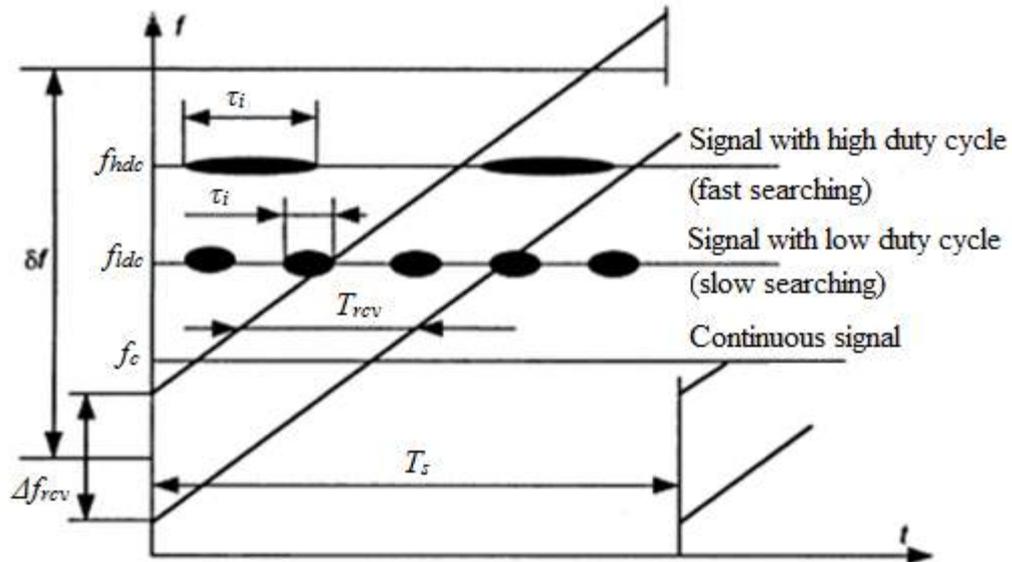
Pic. 1. Panoramic RCV block-scheme.

During frequency searching process RCV resetting is made with help of resetting program defining synthesizer output signal frequency.

Received signal after amplification in intermediate-frequency amplifier (IFA) and detection is sending to the indicator together with mark of synthesizer instantaneous frequency defining RCV set frequency value.

Main frequency f_0 searching time t_s (intelligence time) is panoramic RCV important characteristic.

Usually all working frequencies range review is made periodically with period T_s in serrated way (pic. 2). That's why during continuous signal main frequency f_0 intelligence maximum searching time t_s is less than T_s . But short signal main frequency f_0 intelligence is more difficult. This intelligence visual performance is shown by frequency intelligence frequency-time diagram.



Pic. 2. Frequency-time diagram illustrating frequency finding search method

As it shown at the pic. 2, continuous signal of f_c frequency detecting with 100% probability as well as impulse signal detecting and frequency finding can be impossible sometimes.

In general case impulse signal detecting and frequency finding process has probabilistic character. In dependence of relation RCV resetting period T_{rcv} and intelligent device signal impulses following period T_s there are three frequency finding search methods:

- slow searching;
- fast searching;
- searching with average speed.

During slow searching RCV resetting period T_{rcv} on its bandwidth is higher than intelligent device signal impulses following period T_i (pic. 2), other words $T_{rcv} > T_i$.

If frequency finding can be made by one impulse slow searching provides periodic impulse signal detecting probability of $P_{det}=1$ during RCV resetting period T_{rcv} . Slow searching great disadvantage is high service time, low capacity and short-working intelligent device low intelligence probability.

For intelligence time t_s decreasing with defined resetting range and speed (Δf_{res} and γ) it's necessary to widen RCV bandwidth Δf_{rcv} . That's why panoramic RCV with slow searching has wide bandwidth. Such RCV bandwidth Δf_{rcv} is nearly equal to

$$\Delta f_{rcv} = (0.1 \dots 0.01) \Delta f_{res} \quad (1),$$

where Δf_{res} is a resetting range (intelligent frequencies range).

Main frequency f_0 finding accuracy δf with help of such RCV is not high. This accuracy is nearly equal to RCV bandwidth half Δf_{rcv} , other words

$$\delta f_{max} = 0.5 \Delta f_{rcv} = (0.05 \dots 0.005) \Delta f_{res} \quad (2).$$

RCV with slow searching sensitivity a because of great bandwidth Δf_{rcv} can't be high. This RCV is often made as scheme of direct amplification with resetting input circuits. Guaranteed detection time t_g of slow searching method is defined by RCV resetting period T_{rcv} as $t_g = T_{rcv}$.

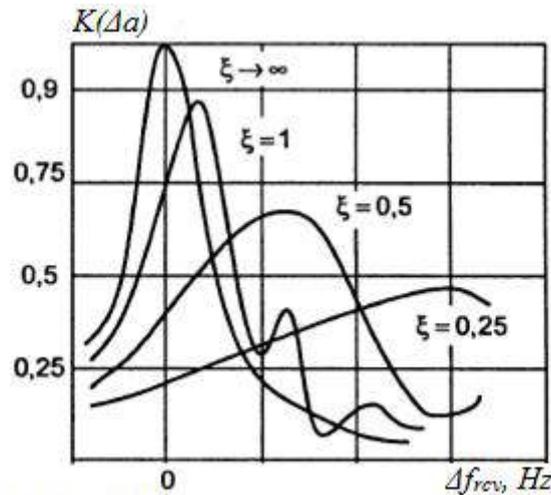
During fast searching RCV resetting period T_{rcv} on its bandwidth is lower than intelligent device signal impulses following period T_i (pic. 2), other words $T_{rcv} < T_i$.

This case resetting speed γ can be really high (hundreds and thousands megahertz in microsecond). Such speed can be providing only by electronic methods [1].

Resetting speed γ is limited by allowed sensitivity a , accuracy δf and resolution capability decreasing limits during frequency finding and these limits depend on inertial resonance devices transition processes duration.

Resonance devices after signals with changing frequency influence are characterized by dynamic frequency characteristic means relation of output to input voltage relation from system own resonance frequency mismatch in case of defined resetting speed γ .

Dynamic characteristic depends on resonance system parameters (first of all on static bandwidth Δf_{rcv}) as well as on resetting speed or external signal frequency speed changing γ . At the pic. 3 single oscillation circuit frequency characteristics family is shown [2] as the illustration of mentioned above.



Pic. 3. Single oscillation circuit frequency characteristics family.

ξ coefficient is a family parameter and it's equal to

$$\xi = \sqrt{(\pi \Delta f_{rcv}) / \gamma} \quad (3),$$

where $\gamma = df/dt$ is influenced voltage frequency changing speed (resetting speed); Δf_{rcv} is oscillation circuit static characteristic bandwidth on 0.707 level.

Single oscillation circuit static amplitude-frequency characteristic (AFC) is matched to $\xi = \infty$ value.

From the pic. 3 frequency characteristics analysis following conclusions can be made:

- 1) with resetting speed γ increasing characteristic maximum is going to frequency changing side (in this case to frequency increasing side) and output voltage value is decreasing;
- 2) bandwidth Δf_{rcv} on 0.707 level is increasing with resetting speed γ increasing
- 3) extra frequency characteristics maximums appeared

Mentioned specialties are the purpose of defined class intelligent RCV reducing characteristics because they do the following: decreasing RCV sensitivity a ; decreasing accuracy δf and resolution capability; limiting resetting speed γ and intelligence time t_s ; distorting intelligent signal parameters (form, duration).

Panoramic RCV with fast resetting has connection between resonance system bandwidth Δf_{rcv} and resetting speed γ ; resetting speed γ increasing leads to main frequency f_0 finding accuracy δf and sensitivity a decreasing. Really, RCV optimal bandwidth Δf_{rcv} and impulse duration τ_i , making at the exit as a result of fast resetting, in case of impulse form and RCV frequency characteristic approximation with rectangles connected with each other in the following way

$$\Delta f_{rcv} = 1 / \tau_i \quad (4).$$

In case of defined resetting speed γ and bandwidth Δf_{rcv} impulse duration τ_i is equal to $\tau_i = \Delta f_{rcv} / \gamma$. From here we can find the following

$$\Delta f_{rcv} = \sqrt{\gamma} \quad (5).$$

More accurate researches [2] shows that in case of bell-type frequency characteristic and we can find the following

$$\Delta f_{rcv} = \sqrt{(\gamma/\pi)} \quad (6).$$

So to each resetting speed γ its own optimal bandwidth Δf_{rcv} matching. Reducing searching time t_s we lose in frequency finding accuracy δf and in case of frequency finding accuracy δf increasing we should together increasing intelligence time t_s . For example if $\Delta f_{rcv} = 1 \text{ kHz}$ the maximum allowed resetting speed is equal to $\gamma_{max} = \pi 10^6 \text{ [MHz/s]}$.

Sensitivity a losses in dependence of frequency finding speed γ can be estimate with help of the following equality [1]:

$$a = (1 + 0.125(\Delta f_{res}/(T\Delta f_{rcv}^2))^2)^{-1/4} = (1 + 0.125(\gamma/(\Delta f_{rcv}^2))^2)^{-1/4} \quad (7),$$

where a is a sensitivity losses in relation to RCV null frequency finding speed γ (in dB); Δf_{res} is an intelligent frequencies range; T_s is a frequency finding period; Δf_{rcv} is a RCV bandwidth; $\gamma = \Delta f_p/T_n$ is a searching speed.

For dynamic effect decreasing it's necessary to increase resonance system bandwidth Δf_{rcv} in case of constant resetting speed γ , but it leads to RCV sensitivity a and calculation accuracy δf decreasing.

Simultaneous high resetting speed γ and high frequency resolution capability providing can be successfully achieved in RCV with impulses compression [1]. Here the same increasing resolution capability principle as in wide bandwidth RLS with inter-impulse modulation is used. Except slow and fast searching, searching with average speed (probabilistic searching) is possible to use. This frequency finding search method provides the best compromise conditions between resetting speed γ and frequency finding accuracy δf in case of defined intelligence probability.

Sources.

1. Вакин С. А., Шустов Л. Н.. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. М.: Сов. радио, 1968.
2. Мартынов В. А., Селихов Ю. И.. Панорамные приемники и анализаторы спектра / под ред. Г. Д. Заварина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Сов. радио, 1980.
3. Основной источник для адаптированного перевода. Радиоэлектронная борьба. Основы теории / А. И. Куприянов, Л. Н. Шустов. М.: Вузовская книга, 2011. – 800 с.: ил.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЖНОГО ПОКРОВА

Тюрина М.М., Семенова Е.П.

ФГБОУ ВПО КНИТУ им. А.Н. Туполева – КАИ, РФ, г. Казань

Поверхность тела человека полностью покрыта кожным покровом, являющимся самым большим органом тела. Размеры его поверхности составляют 1,5-2 м² [3]. При этом важную роль играют барьерно-защитные свойства кожи, проявляющиеся в защите организма человека от механических, физических, химических, а также и биологических воздействий, препятствуя проникновению в кровь вирусов, бактерий, грибков (рис.1). Кроме того, барьерно-защитные функции распространяются не только на внешнюю среду, но и на сам организм. Кожные покровы не дают организму нарушать свою структуру и свою форму. Кожные покровы человека неразрывно связаны с внутренними органами и по ее состоянию можно говорить о паталогических процессах, происходящих в внутри организма. В отличие от внутренних органов кожные покровы доступны для проведения внешнего осмотра и оценки вязкоупругих свойств путем пальпации.

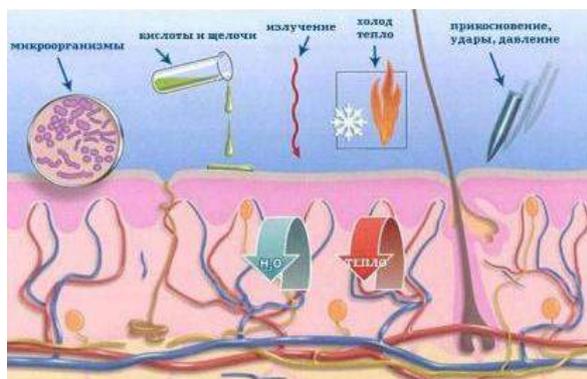


Рис. 1. Барьерно-защитные свойства кожного покрова при воздействии на нее различных факторов внешней среды

Упругость кожи является одними из основных критериев оценки биологического возраста человека и состояния его кожного покрова. Механические свойства эпидермиса определяются коллоидно-осмотическим и гидростатическим равновесием и, как следствие, липидным балансом. Кроме того, они тесно связаны с механическими свойствами компонентов дермы, которые во многом обусловлены растяжимостью ее эластиновых и коллагеновых волокон и их количественным соотношением, а также их пространственной организацией. Естественно, что у стареющей кожи при нарушении водного баланса и дезорганизации пространственной структуры соединительно-тканых волокон будут изменяться и механические свойства: кожа теряет эластичность, становится

более грубой. Поэтому упругость и эластичность кожи являются одним из основных критериев оценки старения организма.

Изменение вязкоупругих свойств в ряде случаев может быть связано с патологией внутренних органов человека [2]. Например, на определенной стадии заболевания почек, гемодинамике появляется отек кожи, а его степень и динамика развития свидетельствуют о тяжести патологии. В этих и ряде других случаях необходимо иметь объективные значения параметров, характеризующих вязкоупругие свойства, которые врач в силу своих субъективных ощущений дать не может.

Существует большое разнообразие методов исследования кожных покровов [1, 4, 5], но, не смотря на это, не существует единой методики, позволяющей объективно охарактеризовать биомеханические свойства кожи. Измерение механических свойств кожи осуществляется путем деформации с помощью фиксированной силы и последующим анализом степени деформации, которая характеризует плотность и упругость кожи, и характеристики возврата кожи в исходное состояние, что отражает эластичность. К основным методам оценки механических свойств можно отнести следующие:

- Методы поперечной деформации: баллистометрия (метод вдавливания (рис. 2, а)) и кутометрия (метод всасывания (рис.2, б)).
- Методы продольной деформации: тензометрия (метод растяжения) и торсионметрия (метод кручения).



Рис.2. Принципы взаимодействия датчика с кожным покровом:

а) вдавливание; б) всасывание

Наиболее распространенными методами поперечной деформации являются вакуумная кутометрия и метод вдавливания. Суть метода вакуумной кутометрии [4, 6] в том, что при прикладывании датчика в его полости создается отрицательное давление, и участок кожи всасывается в полость (рис. 2, а). Оптической системой регистрируется

величина деформации под воздействием вакуума, а также способность кожи возвращаться в исходное положение после снятия нагрузки. При этом показания этого датчика зависят от рельефа и толщины кожи: чем больше складчатость кожи, тем меньше ее упругость.

Сущность метода вдавливания сводится к определению способности кожи противостоять внедрению в нее твердого индентора под действием определенной силы. Было показано [7], что зависимость глубины погружения от прикладываемого усилия для индентора диаметром 0,2 мм отражает твердость рогового слоя, 0,5 мм – дермы и 1 мм – подкожного слоя. Существует ряд общих принципов при измерении механических свойств кожи методами поперечной деформации. Во-первых, измеряемые характеристики зависят от диаметра индентора или вакуумного датчика: с увеличением диаметра затрагиваются глубже лежащие слои кожи. Во-вторых, величина деформации, а также степень натяжения кожи зависят от приложенной к датчику силы: чем больше сила, тем больше натяжение, следовательно, больше и упругость кожи. При использовании метода вдавливания сила воздействия регулируется, а зависимость величины заглупления от силы дает дополнительную информацию. Но при измерениях вакуумным методом сила, приложенная к датчику, зависит от руки оператора, что вносит определенную погрешность в измерения.

Наиболее распространенными методами продольной деформации являются метод исследования растяжения кожи и метод кручения [6]. При использовании метода растяжения применяют как одноосные, так и двухосные модели. При этом методе измерения используются тензометрические датчики, воспринимающие деформации и преобразующие их в изменение напряжения на его выходе. Тензодатчики жестко фиксируются к коже при помощи биологического клея или пластыря, после чего кожа начинает растягиваться. Существует большое количество модификаций данного метода, но в конечном итоге для кожи вычисляется модуль Юнга E в соответствии с законом Гука

$$E = \frac{Fl}{S\Delta l},$$

где F – нормальная составляющая силы; S – площадь поверхности исследуемого кожного покрова, по которой распределено действие силы; l – длина деформируемого участка кожи; Δl – модуль изменения длины участка в результате упругой деформации.

Однако закон Гука не выполняется для кожи в связи с тем, что кожа неоднородна по составу и представляет собой нелинейную систему.

Датчик для метода кручения [4, 6] представляет собой круглый диск, на который наносится биологический клей. При нагружении диска постоянной крутящей силой он вместе с кожей поворачивается на угол, который зависит от механических свойств кожи.

Таким образом, анализ современных методов показал, что наиболее распространенными и доступными методами измерения биомеханических параметров кожного покрова являются методы, основанные на создании поперечной деформации. При этом методом всасывания и методом вдавливания можно провести исследования различных механических свойств кожи. Разница в принципе измерения предполагает, что методы кутометрии в большей степени определяют эластичность кожи, в то время как методы баллистометрии преимущественно позволяют измерять плотность кожного покрова. Достоинством баллистометрического метода являются малые габариты измерительного датчика, что позволяет проводить измерения на различных участках кожного покрова, обладающих свойствами, существенно отличающимися эту зону от близлежащих. Методы продольной деформации в настоящее время не получили широкого распространения в связи с неудобствами проведения измерений.

Список литературы

1. Гусев В.Г., Мустафин Т.Н. Измерительные приборы для оценки физических свойств кожного покрова человека // Вестник Уфим. гос. авиац. техн. ун-та. Выпуск № 1. Том 13, 2009. – С. 197-192.
2. Короткий Н.Г., Наринская Н.М., Бельмер С.В. Кожные проявления патологии органов пищеварения // <http://www.lvrach.ru/2014/02/15435898>.
3. Кошевенко Ю.Н. Кожа человека: В 2-х томах. Том 1. Структура, физиология и предназначение функциональных элементов кожного органа человека. М.: Медицина, 2012. – 360 с.
4. Тимофеев Г.А. Методы аппаратного исследования кожи человека // Журнал "Косметика и медицина", № 4, 2005г.
5. Яцун С.М. Диагностический комплекс для исследования упругости и эластичности кожи / Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. XV., №. С. 131-133.
6. Kajz T.M., Gartstein V. Review of the instrumental assessment of skin: Effect of cleansing products. J Soc Cosmet Chem 1991. July/August; 42: 249-271.
7. Hendriks F., Brokken M., Oomens D. Mechanical properties of different layers of human skin. Internet poster: [http:// www.mate.tue.nl/mate/pdfs/249.pdf](http://www.mate.tue.nl/mate/pdfs/249.pdf)

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ

Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М.

КГЭУ, РФ, г. Казань

Точность системы автоматического регулирования (САР) определяется формой установившегося процесса и оценивается величиной установившейся ошибки [1]. Среди типовых режимов работы САР, определяющих ее точность, простейшими являются:

1. Режим постоянных внешних воздействий

$x(t) = x_0 1(t)$, $f(t) = f_0 1(t)$, изображения которых

$$X(p) = \frac{x_0}{p}; \quad F(p) = \frac{F_0}{p}. \quad (1)$$

2. Режим при изменении внешних воздействий с постоянной скоростью

$x(t) = v_x t$, $f(t) = v_f t$, изображения которых

$$X(p) = \frac{U_x}{p^2}; \quad F(p) = \frac{U_f}{p^2}. \quad (2)$$

3. Режим равноускоренных внешних воздействий

$x(t) = \frac{a_x}{2} t^2$, $f(t) = \frac{a_f}{2} t^2$, изображения которых

$$X(p) = \frac{a_x}{p^3}, \quad F(p) = \frac{a_f}{p^3}. \quad (3)$$

Выражение для установившейся ошибки САР по задающему и возмущающему воздействиям имеют вид:

$$\varepsilon_{уст}^x = \lim_{p \rightarrow \infty} p \frac{p^v}{p^v + K} X(p), \quad (4)$$

$$\varepsilon_{уст}^f = \lim_{p \rightarrow \infty} p \frac{p^{v_1} K_f K_{II}}{p^v + K} F(p). \quad (5)$$

В выражениях (4) и (5) обозначено:

v – число интегрирующих звеньев в системе (порядок астатизма),

$v = v_1 + v_{II}$;

$$K = K_I \cdot K_{II};$$

K_I – коэффициент передачи части САР от входа до точки приложения возмущения;

K_{II} - коэффициент передачи части САР от точки приложения возмущения до выхода системы;

$$K_f = \lim_{p \rightarrow 0} W_f(p).$$

$$p \rightarrow 0$$

Для обеспечения устойчивости САР и улучшения качества регулирования в структуру САР вводятся динамические звенья, обладающие различными свойствами, которые называют корректирующими устройствами (КУ).

Повышение точности САР в установившемся режиме обеспечивается в основном тремя методами:

а) увеличением коэффициента передачи разомкнутой системы (табл.1);

б) повышением порядка астатизма САР (табл. 1)

в) применением различных способов комбинированного регулирования, когда наряду с регулированием по ошибке используется регулирование по задающему или возмущающему воздействию.

Анализ табл.1 показывает:

статические системы в режиме постоянных входных воздействий имеют ошибки не равные нулю, а начиная со скоростного режима, установившиеся ошибки неограниченно возрастают;

для астатических систем ($v \neq 0$) установившиеся ошибки зависят от числа и места включения интегрирующих звеньев.

Для обеспечения требуемых показателей качества переходного процесса используются:

а) последовательные корректирующие устройства;

б) параллельные корректирующие устройства;

в) дополнительные обратные связи.

Эти корректирующие устройства включаются в состав усилительно-преобразовательных устройств и должны так деформировать ЛЧХ разомкнутой нескорректированной системы, чтобы обеспечить заданные запасы устойчивости, а, следовательно, требуемые показатели качества переходного процесса.

Таблица 1

Воздействие			
Порядок астатизма	Постоянное	Скоростное	Равноускоренное

$v_I = v_{II} = 0$ $v_I = 0$	$\varepsilon_{ст}^x = \frac{x_0}{1+K}$ $\varepsilon_{ст}^f = \frac{K_f K_{II} F_0}{1+K}$	$\varepsilon_{ск}^x = \infty$ $\varepsilon_{ск}^f = \infty$	$\varepsilon_{уск}^x = \infty$ $\varepsilon_{уск}^f = \infty$
$v_I = 1$ $v_{II} = 0$ $v = 1$	$\varepsilon_{ст}^x = 0$ $\varepsilon_{ст}^f = 0$	$\varepsilon_{ск}^x = \frac{V_x}{K}$ $\varepsilon_{ск}^f = \frac{K_f V_f}{K_I}$	$\varepsilon_{уск}^x = \infty$ $\varepsilon_{уск}^f = \infty$
$v_I = 0$ $v_{II} = 1$ $v = 1$	$\varepsilon_{ст}^x = 0$ $\varepsilon_{ст}^f = \frac{K_f F_0}{K_I}$	$\varepsilon_{ск}^x = \frac{V_x}{K}$ $\varepsilon_{ск}^f = \infty$	$\varepsilon_{уск}^x = \infty$ $\varepsilon_{уск}^f = \infty$
$v_I = 1$ $v_{II} = 1$ $v = 2$	$\varepsilon_{ст}^x = 0$ $\varepsilon_{ст}^f = 0$	$\varepsilon_{ск} = 0$ $\varepsilon_{ск} = \frac{K_f V_f}{K_I}$	$\varepsilon_{уск}^x = \frac{2a_x}{K}$ $\varepsilon_{уск}^f = \infty$

Корректирующие устройства могут быть пассивными и активными. К пассивным относятся различные RLC – цепи, которые не содержат источников энергии и имеют мощность выходного сигнала меньше мощности входного. Активные КУ имеют собственные источники энергии и обладают еще и усилительными свойствами. В основу построения большинства активных КУ положены операционные усилители. Тахогенератор, обладающий свойствами дифференцирующего звена, также может быть отнесен к активным КУ.

Последовательная коррекция [2] предполагает включение КУ последовательно в тракт прохождения сигнала и преследует следующие цели:

- введение упреждения по фазе с помощью дифференцирующего RC -контура;
- подавление средних частот с помощью интегро-дифференцирующего RC -контура.

Параллельная коррекция осуществляется путем включения КУ параллельно одному из участков прямой цепи. Иногда прямое параллельное КУ при меньшей сложности обеспечивает нужное преобразование сигналов для обеспечения требуемого качества регулирования.

Коррекция с помощью обратных связей предусматривает охват части системы дополнительной обратной связью, в цепи которой установлено КУ. Отметим, что часто бывает проще реализовать не последовательное КУ, а дополнительную ОС. Это

объясняется тем, что на вход звена обратной связи поступает сигнал сравнительно высокого уровня, часто даже непосредственно с выхода САР или с выходного каскада усилителя. Структурная схема САР с дополнительной ОС показана на рис.1.

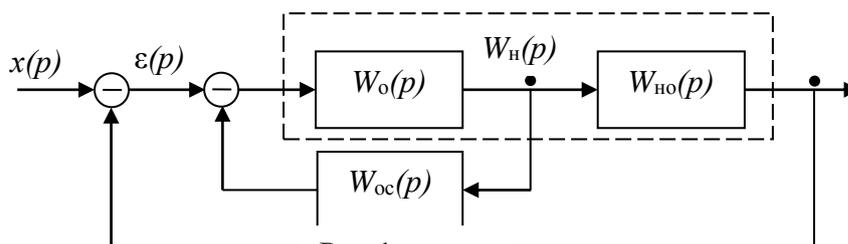


Рис.1

В отличие от главной отрицательной обратной связи, которая характерна для любой замкнутой САР, корректирующее устройство с передаточной функцией $W_{OC}(p)$ охватывает один или несколько элементов автоматического регулятора, создавая дополнительный замкнутый контур передачи воздействий или дополнительную обратную связь. При этом дополнительная ОС может быть как отрицательной, так и положительной.

На основании рис.1 переходная функция разомкнутой скорректированной САР будет иметь вид

$$W_c(p) = \frac{W_o(p)}{1 \pm W_o(p) \cdot W_{oc}(p)} \quad W_{но}(p) = \frac{W_H(p)}{1 \pm W_o(p) \cdot W_{oc}(p)} \quad (6)$$

где $W_o(p)$ - передаточная функция части САР, охваченной дополнительной обратной связью;

$W_{но}(p)$ – передаточная функция остальной части САР, которая не охвачена дополнительной ОС;

$W_H(p) = W_o(p) \cdot W_{но}(p)$ – передаточная функция разомкнутой нескорректированной САР.

Анализ выражения (6) показывает, что результат коррекции САР с передаточной функцией $W_H(p)$ зависит от вида передаточных функций $W_o(p)$ и $W_{oc}(p)$, т.е. от того, какие элементы системы охвачены дополнительной обратной связью и что представляет собой КУ, создающее дополнительную ОС. По виду передаточной функции $W_{oc}(p)$ обратные связи делятся на жесткие и гибкие. Жесткая обратная связь действует как в переходном, так и в установившемся режимах. Если в цепи обратной связи стоит дифференцирующее звено, то она называется гибкой. Она не действует при отсутствии скорости изменения выходной величины охватываемой части САР.

Список литературы

1. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Медведев Г.М. Основные этапы проектирования электроприводов // Развитие технических наук в современном мире: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. – г.Воронеж, 2015. – с.180-183.
2. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Павлов С.В. Стандартные настройки и их применение // Актуальные вопросы науки и техники: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. – г.Самара, 2016. – с.141-144.

ЗАМЕНА ИНДУКТИВНОСТИ

Скобелев Д.П.

Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ),
г. Владивосток

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен один способ эквивалентной замены индуктивности.

Необходимость улучшить характеристики обычных RLC -схем с помощью безындуктивных цепей обусловлена рядом причин, из которых первостепенной является стремление уменьшить размеры изделия.

Для реализации катушки индуктивности с достаточной добротностью необходим ферритовый сердечник и операция намотки, что в сравнении с резистором или ёмкостью даёт весьма громоздкий и тяжёлый элемент. Отсюда возникает необходимость в безындуктивных схемах.

Из всех элементов активной RC -схемы только конденсатор обеспечивает дифференциальную зависимость между напряжением и током, а также запасает энергию. Следовательно, имитирующая индуктивность схема должна содержать по меньшей мере один конденсатор.

С другой стороны, зависимость между напряжением и током на любой паре зажимов RC -цепи, содержащей n конденсаторов, определяется дифференциальным уравнением n -го порядка. Уменьшить его порядок возможно только путём введения в схему некоторой компенсации, соответствующей сокращающим множителям в функции

полного сопротивления. Обычно такая процедура нежелательна, так как затрудняет настройку и увеличивает чувствительность схемы к погрешностям элементов. Отсюда можно заключить, что оптимальная имитирующая индуктивность схема должна содержать именно один конденсатор.

Исходя из этого, имитирующая схема в общем виде показана на рисунке 1. Она представляет собой частотно-независимый четырёхполюсник, который состоит только из резисторов и активных приборов. Этот четырёхполюсник нагружен на конденсатор и обеспечивает на входных зажимах заданную характеристику индуктивности. Проанализируем его свойства.

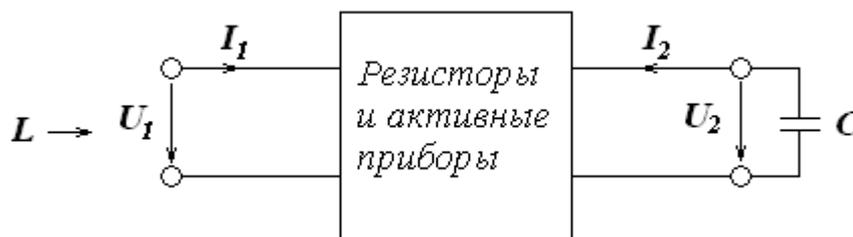


Рисунок 1 – Общая схема имитации индуктивности.

Напряжение и ток на входных зажимах связаны соотношением

$$U_1 = L \frac{dI_1}{dt} \quad (1)$$

Ток на выходных зажимах связан с напряжением U_2

$$I_2 = -C \frac{dU_2}{dt} \quad (2)$$

Эти токи и напряжения связаны также алгебраическими уравнениями четырёхполюсника

$$U_1 = R_{11}I_1 + R_{12}I_2 \quad (3)$$

$$U_2 = R_{21}I_1 + R_{22}I_2 \quad (4)$$

Дифференцируя уравнение (4) и подставляя в (3) с учётом уравнения (2), получим

$$U_1 = R_{11}I_1 - CR_{12}R_{21} \frac{dI_1}{dt} - CR_{12}R_{22} \frac{dI_2}{dt} \quad (5)$$

Из сравнения этого выражения с (1) видно, что четырёхполюсник должен удовлетворять следующим условиям:

$$R_{11} = R_{12} = 0 \quad (6)$$

$$R_{12}R_{21} = -\frac{L}{C} \quad (7)$$

Если принять, что положительная индуктивность соответствует положительной ёмкости, то, согласно (7), один из двух множителей R_{12} и R_{21} должен быть

положительным, а другой – отрицательным. Следовательно, R_{12} и R_{21} не могут быть равными, поэтому схема должна быть невзаимной.

Для упрощения системы обозначений перенумеруем зажимы таким образом, чтобы отрицательное значение было связано с R_{12} , а затем примем $R_1 = -R_{12}$, $R_2 = R_{21}$, т.е. значения R_1 и R_2 положительны.

В результате матрица уравнений (3) и (4) записывается следующим образом:

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -R_1 \\ R_2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Такая схема в полной мере обладает общими свойствами инверсии полного сопротивления, показанной на рисунке 2. Как видно из (8),

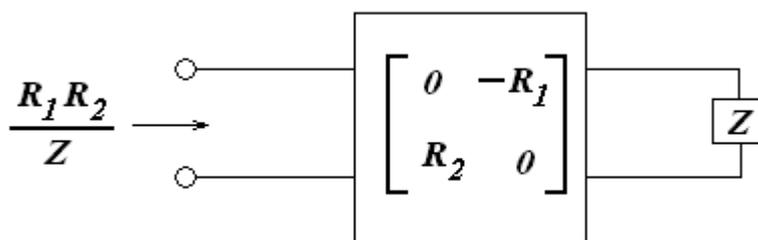


Рисунок 2 – Схема инверсии полного сопротивления.

подключение сопротивления Z обеспечивает на других зажимах входное сопротивление $\frac{R_1 R_2}{Z}$.

Будучи невзаимной, эта схема, кроме того, является в общем случае также активной, в чём можно убедиться, анализируя выражение

$$U_1 I_1 + U_2 I_2 = I_1 I_2 (R_2 - R_1) \quad (9)$$

характеризующее энергетический баланс на её зажимах. При условии $R_1 - R_2 \neq 0$ всегда можно выбрать знаки I_1 и I_2 так, что рассеиваемая мощность будет отрицательной. Иначе говоря, всегда можно найти условия, при которых схема может отдать мощность в подключённую нагрузку.

При использовании схемы в качестве простого имитатора индуктивности (рисунок 1) её свойства как активного прибора проявляются слабо, поскольку здесь напряжения и токи на зажимах ограничены условием равенства входной и выходной мощностей. Однако в некоторых случаях желательно подавить это активное свойство.[1, с.127-130]

Список литературы

1. Хьюлсман Л.П. Активные фильтры. – М.: МИР, 1972.

**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)**

**СВОБОДНОЕ МЕАНДРИРОВАНИЕ РУСЛА И ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
ПОТОКА В НИЖНЕЙ КУРЕ**

Гараева Б.А., Алиев В.А.

НИИ Водных Проблем, ОАО Мелиорации и Водного Хозяйства Азербайджана

Русловые процессы в реках непрерывны. Русловые процессы возникают при сочетании таких условий, от которых зависят водность рек и их режим, продольный уклон, крупность и концентрация наносов, податливость эрозии пород, слагающих коренное их ложе, т.е. все основные элементы, определяющие интенсивность и особенности развития русловых процессов [1]. Отсюда следует, что русловые процессы зависят от географической среды, от конкретных особенностей, характеризующих ландшафт водосбора. Климатические факторы формирования стока, геоморфологическое строение территории и характер слагающих пород, почвенно-растительный покров, современные тектонические движения и колебания отметок базисов эрозии – таковы основные естественные факторы русловых процессов, определяющие различия в их формах, интенсивности и направленности проявления.

При прочих равных условиях, чем больше относительная величина изменений стока, тем выше нестабильность рельефа речного русла. В многоводные годы интенсивность русловых деформаций увеличивается. Поток половодья перерабатывает формы руслового рельефа, созданные в межень, а меженный поток – формы, созданные в половодье.

Река Кура - главная водная артерия Азербайджана, и всего Южного Кавказа - отличается широкопойменными руслами на верхнем течении до Мингечаурского водохранилища, и извилистыми (меандрирующими) руслами на нижнем течении, от нижнего бьефа Варваринской плотины до Каспия. В данной работе нами представлены результаты изучения особенностей русловых процессов в нижней Кура. Актуальность

этих исследований продиктованы сильными наводнениями и разрушениями береговых дамб на нижнем течении Куры, весной 2010 года.

Излучины (меандры) русла представляют собой одну из наиболее распространенных разновидностей форм речного русла Куры. По нашим предварительным оценкам, длина излучин Куры на ее нижнем течении составляет около 70% от общей длины.

Исторически нижнее течение Куры была широкопойменная. Однако, в Советские годы постепенно проводился целенаправленное сужение поймы в результате расширения и развития сельскохозяйственной деятельности вдоль реки. В сужениях долин создавались искусственные береговые дамбы на расстоянии сотни километров. В сужениях долин вершины излучин касаются коренных берегов или уступов надпойменных искусственных террас. Поэтому, возникающая при свободном меандрировании структура потока активно воздействует на русло, обуславливая его постоянные переформирования и разрушения береговых дамб, наводнения. В 60-тые годы прошлого столетия крутые меандры частично были выпрямлены на территории Евлахского и Агдашского районов.

В настоящее время конкурируют около 30 объяснений причин меандрирования рек: общая денудация земной поверхности, неотектоника, геология, кориолисово ускорение, наличие случайных препятствий, принцип минимума диссипации энергии, концепция энтропии, структурная турбулентность, поперечная циркуляция, блуждание динамической оси потока, «свойство потока меандрировать» и др. Ни одна из этих гипотез полностью не подтверждена [2].

В представленной нами работе впервые сделана попытка объяснения причин наводнений в нижнем течении Куры процессами эрозии берега и аккумуляции наносов в русле реки. Аналогичные проблемы имеют место в таких трансграничных реках как Тисца (Румыния, Венгрия, Словакия, Украина, Сербия и Черногория), Меридж (Болгария, Турция и Греция), Днестр (Молдова и Украина), Нистру и Прут (Молдова, Румыния и Украина) и Северный Дон (Россия и Украина) [3].

На нижнем бьефе Варваринской плотины (N 40° 40' 40"; E 47° 5' 30") высота русла Куры над уровнем моря составляет $H = +19\text{м}$, на территории села Юхары Гархун Евлахского района (N 40° 37' 24"; E 47° 11' 23") составляет $H = +17\text{м}$, а на территории устья $H = -27\text{м}$ (Каспийское море). Таким образом, разница высот от Варвары до устья составляет всего $\Delta H = 44\text{м}$, т.е. средний продольный уклон на нижнем течении составляет около 0,1%. Это значение на верхнем течении Куры в Азербайджане (выше верхнего бьефа Мингечаурской дамбы), Грузии и Турции $>2\%$, т.е. 20 раз больше. Ничтожное значение уклона приводит к тому, что скорость течения оказывается очень низкой и в результате происходит сильное осаждение и аккумуляция наносов. В период

минимального стока и высокой мутности реки происходит заиление дна русла. Чем ближе к устью реки, тем больше заиление дна русла приводит к заторному процессу на Нефтечалинском участке реки, который в какой-то мере напоминает ледовые заторы в реках Сибири. Параллельно происходит подъем уровня грунтовых вод. В итоге, весной 2010 года произошли крупномасштабные разрушения береговых дамб и сильные наводнения на территории Сабирабадского, Саатлинского, Имишлинского, Аджикабульского, Сальянского, Нефтечалинского районов и в пределах города Ширван.

Список литературы

1. Знаменская Н.С. Русловые процессы и определяющие их факторы. – Водные ресурсы, 2001, т.28, № 6, с.711-717.
2. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков. – Известия АН России, серия географическая, 2000, № 4, с.42-44.
3. Koronkevich N. Hydroecological problems of big river basins: origins and possible solutions. In.: Restoration of degraded rivers: challenges, issues and experiences. London: Kluwer Acad.Publishers, 1998, pp.173-178.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РЕИНЖИНИРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССА РАБОТЫ ВОЛОНТЕРСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Давлеткиреева Л.З., Ролина К.М., Мусин Р.Ф.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»

Аннотация: в статье рассмотрена возможность реинжиниринга бизнес-процессов волонтерского центра «По зову сердца» для устранения недостатков работы при формировании добровольцев на различные мероприятия. Проведение оценки результативности и эффективности реализации проекта было обосновано с применением системы сбалансированных показателей и стратегической карты.

Ключевые слова: доброволец, волонтер, сайт, реинжиниринг, моделирование, техническое задание, электронная книжка.

Согласно Концепции содействия развитию благотворительной деятельности и добровольчества в Российской Федерации основной целью государственной политики в области содействия развитию благотворительной и добровольческой деятельности является активизация потенциала благотворительности и добровольчества как ресурса развития общества, способствующего формированию и распространению инновационной практики социальной деятельности, позволяющего дополнить бюджетные источники для решения социальных проблем внебюджетными средствами и привлечь в социальную сферу трудовые ресурсы добровольцев [4].

Преимущества предлагаемого решения в том, что каждый участник может вести историю своей волонтерской деятельности, выбирать только те мероприятия, в которых он заинтересован. Преимущества руководителей центра «По зову сердца» работы с электронной базой данных в том, что они могут сформировать список участников по каждому проекту/мероприятию, что в несколько раз упростит поиск добровольцев. Просмотреть страницу заинтересовавшего волонтера, а также вывести на экран всех участников, зарегистрировавшихся в электронной книжке [10].

Для обоснования проведения изменений в бизнес-процессах волонтерской организации был применена система сбалансированных показателей (ССП).

Построение СПП в компании реализуется в несколько этапов. На первом этапе формулируется стратегия развития компании. На втором этапе компания определяет ключевые факторы успеха. На третьем этапе должны быть определены конкретные мероприятия по реализации стратегии и ключевые показатели эффективности, описывающие степень реализации поставленных целей. Четвертый этап предполагает непосредственную разработку и оценку СПП [4-6].

Для того чтобы разработать систему сбалансированных показателей существует пошаговая методика, хорошо отработанная на многих проектах.

После анализа построенной функциональной модели были определены стратегические цели (табл. 1). Основная цель организации – повысить эффективность деятельности волонтерского центра «По зову сердца».

Для получения хороших результатов на этом этапе были соблюдены правила формулирования целей: цель представлена в виде глагола, стоящего в повелительном наклонении; цель имеет стратегическое значение и конкретна.

Таблица 1 Стратегические цели центра

Направление	Цели
Финансы	Повысить эффективность деятельности волонтерского центра «По зову сердца»

Волонтеры	Повысить качество обслуживания волонтеров Привлечь новых добровольцев в социальные проекты Обеспечить сохранение клиентской базы
Бизнес-процессы	Обеспечить учет количества часов, отработанных студентами ВУЗа в качестве волонтеров Повышение трудовой дисциплины работников центра
Сотрудники	Повысить квалификацию сотрудников Обеспечить высокую мотивацию участников волонтерского центра

В завершение данного этапа были задокументированы цели (табл. 2), включенные в систему сбалансированных показателей. Кроме наименования целей, итоговый документ содержит их развернутые определения, поясняющие смысл формулировок, а также обоснование целей.

Тщательное документирование целей и результатов работы команды было необходимо, для того чтобы зафиксировать достигнутое командой согласие по определению стратегических целей и передать понимание стратегических целей менеджерам среднего звена, которые будут вовлечены в дальнейшую работу по реализации стратегии [7, 8].

Таблица 2 Документирование целей

Цель	Проекция	Определение цели	Обоснование цели	Исполнитель
Повысить эффективность деятельности волонтерского центра «По зову сердца»	Финансы	Достижение предполагает значительное снижение временных затрат на обработку данных и поиск волонтеров	Достижение этой цели должно повысить презентабельность организации	Директора проектов
Повысить качество обслуживания волонтеров	Волонтеры	Достижение цели позволит формировать долгосрочные отношения с уже имеющимися добровольцами	Достижение этой цели должно повысить презентабельность организации	Директора проектов
Привлечь новых добровольцев в социальные проекты	Волонтеры	Достижение цели предполагает увеличение количества новых социальных проектов	Достижение этой цели должно повысить презентабельность организации	Директора проектов
Обеспечить сохранение клиентской базы	Волонтеры	Достижение цели предполагает снижение временных затрат на обработку, сохранение и получение данных о волонтерах	Автоматизированный процесс получения и сохранения данных о волонтерах	Директора проектов

Обеспечить учет количества часов, отработанных студентами	Бизнес - процессы	Достижение цели предполагает формирование списка волонтеров с количеством отработанных часов	Автоматизированный процесс учета количества часов, отработанных студентами ВУЗа	Директора проектов
Повышение трудовой дисциплины работников центра	Бизнес - процессы	Достижение цели предполагает формирование совокупности норм и правил поведения работников	Достижение этой цели должно повысить трудовую дисциплину работников	Директора проектов
Повысить квалификацию сотрудников	Сотрудники	Достижение цели предполагает формирование курсов и программ повышения квалификации	Достижение этой цели должно повысить квалификацию сотрудников	Директора проектов
Обеспечить высокую мотивацию участников волонтерского центра	Сотрудники	Достижение цели возможно с помощью морального стимулирования сотрудников	Достижение этой цели должно повысить мотивацию сотрудников центра	Директора проектов

Неотъемлемой частью является разработка анализа решений (табл.3) по достижению целей, которая разрабатывается для осуществления необходимых изменений на наиболее проблемных участках деятельности компании.

Таблица 3 Анализ решений

Проекция	Текущее состояние организации	Желаемый результат	цель	Способ осуществления цели
Финансы	Не автоматизирован процесс подачи заявлений	Автоматизированный процесс подачи заявлений на участие в мероприятиях	Повысить эффективность деятельности волонтерского центра «По зову сердца»	Создание электронной книжки волонтера на сайте «СПАСИбо» для записи на мероприятия
Волонтеры	Не автоматизирован процесс получения информации от центра	Автоматизирован процесс получения информации от центра волонтерам	Повысить качество обслуживания волонтеров	Создание онлайн - помощника на сайте «СПАСИбо»
Волонтеры	Добровольцы - студенты МГТУ	Добровольцы – жители города Магнитогорска	Привлечь новых добровольцев в социальные	Создание сайта волонтерской помощи

			проекты	
Волонтеры	База волонтеров в печатном виде	Электронная база данных волонтеров	Обеспечить сохранение клиентской базы	Создание электронной книжки волонтера на сайте «СПАСИБО»
Бизнес - процессы	Нет учета количества часов, отработанных студентами ВУЗа	Автоматизированный процесс учета количества часов	Обеспечить учет количества часов, отработанных студентами ВУЗа	формирование списка волонтеров с количеством отработанных часов на сайте
Бизнес - процессы	Средняя дисциплинированность сотрудников отдела	Высокая дисциплинированность сотрудников отдела	Повышение трудовой дисциплины работников центра	формирование совокупности норм и правил поведения работников в процессе коллективного труда
Сотрудники	Низкий уровень квалификации и новых сотрудников	Низкий уровень квалификации новых сотрудников центра	Повысить квалификацию сотрудников	Проведение обучения повышения квалификации
Сотрудники	Низкая мотивация участников волонтерского центра	Высокая мотивация участников волонтерского центра	Обеспечить высокую мотивацию сотрудников	Поощрение сотрудников центра, индивидуальный подход к каждому сотруднику

Важным шагом является создание стратегической карты (рис. 1) для определения перспектив, целей и показателей, а также причинно-следственных связей между ними. Стратегическая карта позволяет донести до отдельных подразделений и сотрудников организации их роль в реализации стратегии.

Правильно составленная сбалансированная система должна быть неким комплексом показателей результатов и факторов, способствующих их достижению. Без указания этих факторов невозможно понять, какие были достигнуты итоги. Кроме того, с помощью только показателей невозможно оценить на ранних этапах, насколько успешно осуществляется стратегия компании. И наоборот, такие факторы, как продолжительность временного цикла или процент брака, без показателей результатов могут способствовать достижению кратковременных операционных улучшений, но не отражают их влияние на состояние клиентской базы и соответственно, на финансовые результаты.

Применение стратегической карты в управлении организации определяет следующие:

- анализ причинно-следственных зависимостей среди прочих факторов в качестве необходимого условия, а также стратегическое видение в качестве основы выбора направления движения;
- систематическое обсуждение достижения поставленных в стратегической карте целей, которое может заменить традиционные методы планирования и контроля;
- единое понимание стратегии;
- содействие налаживания сотрудничества между сотрудниками.

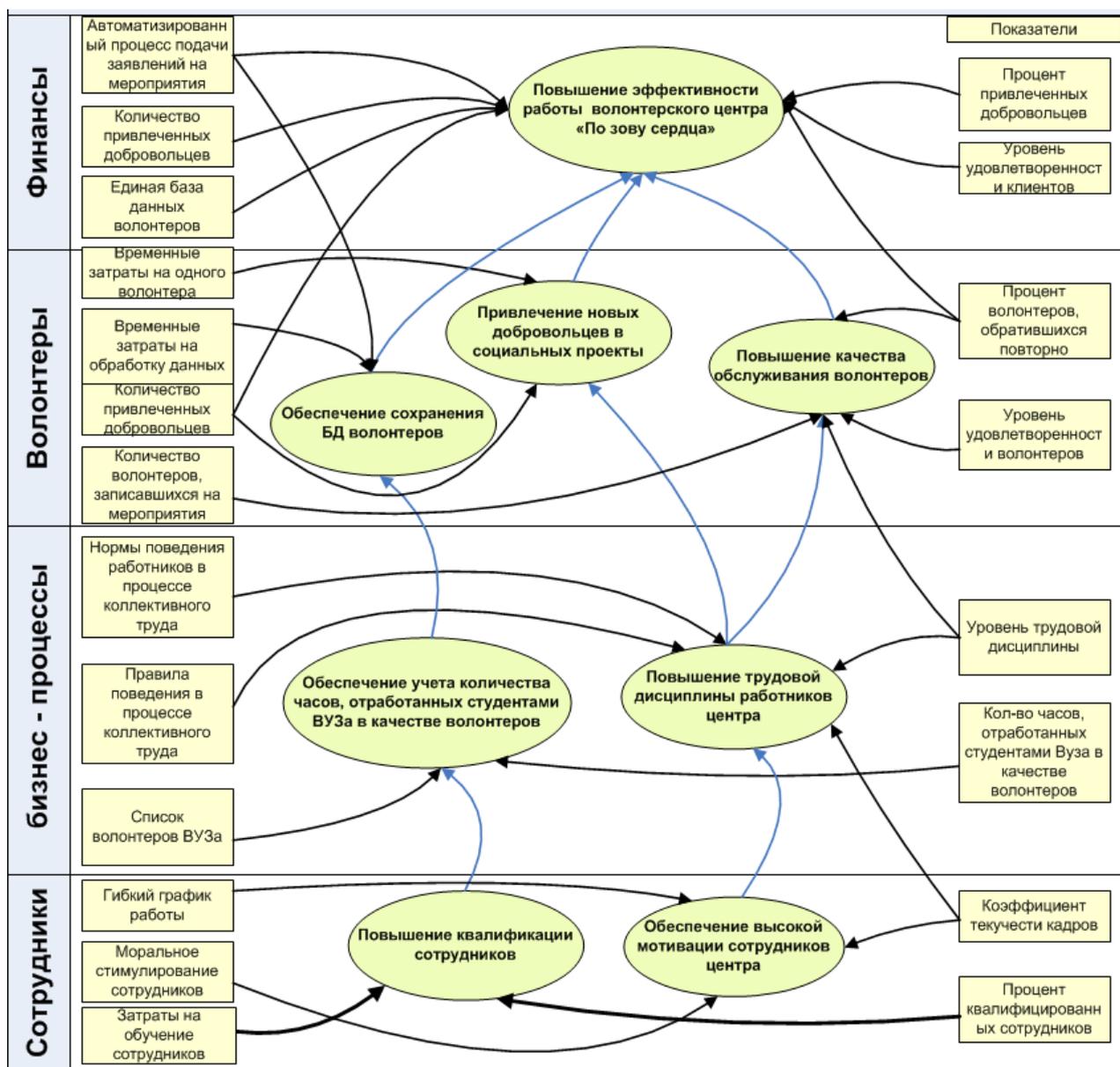


Рисунок 1. Стратегическая карта волонтерского центра «По зову сердца»

Главной целью развития организации является повышение эффективности деятельности волонтерского центра «По зову сердца». Стратегическая карта показывает, каких промежуточных целей следует достичь для этого. Каждая из целей получает свой набор показателей, которых и следует добиваться в процессе развития.

После выбора решений по устранению недостатков в существующих бизнес-процессах, а также с их совершенствованием и оптимизацией была построена модель (рис.2), в графической среде Visio 2010 [1, 9, 11].

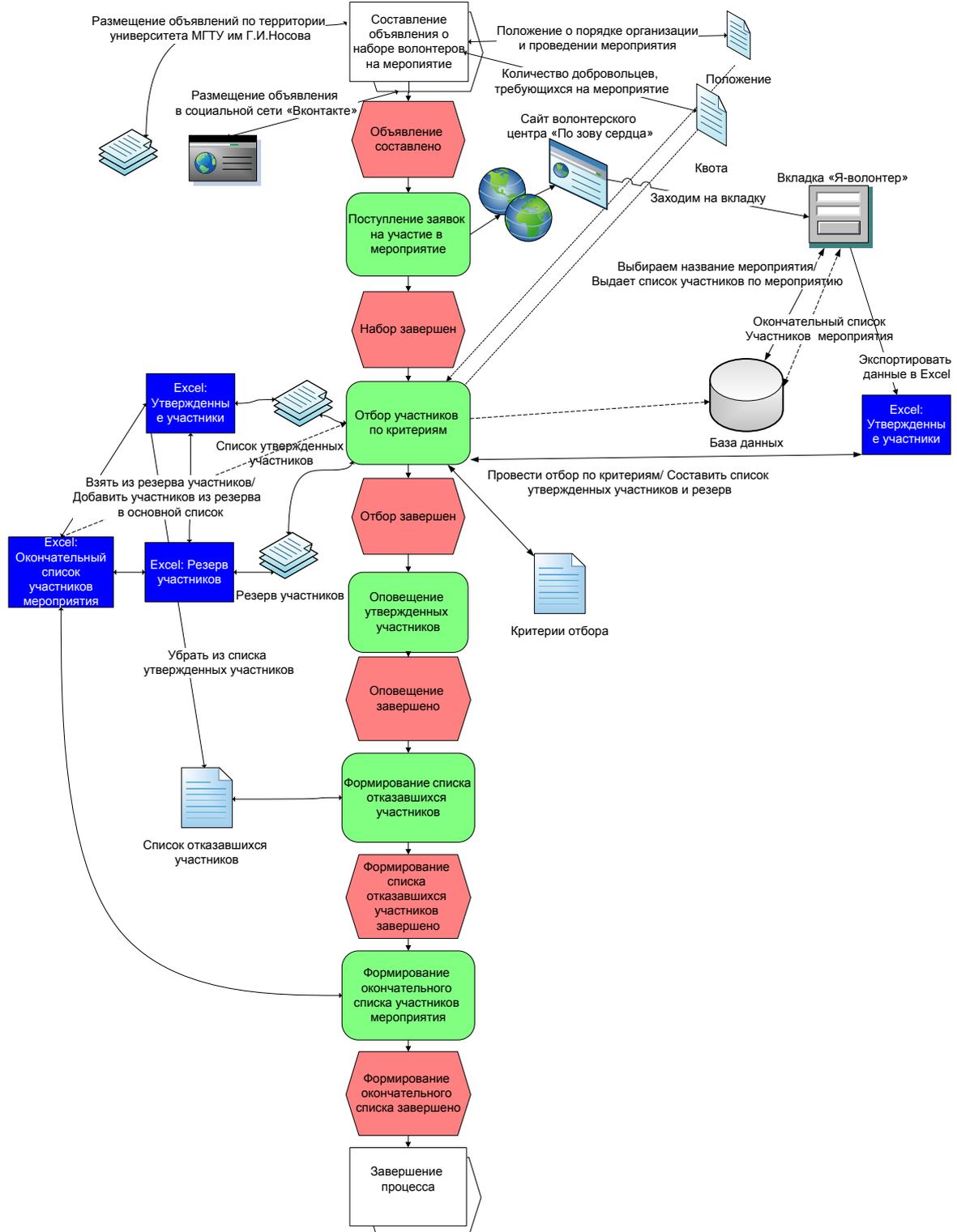


Рисунок 2. Моделирование бизнес-процесса по набору добровольцев

Данная модель показывает нам, что теперь процесс получения заявок от волонтеров автоматизирован. Достигнута основная цель ИТ - проекта – повышение эффективности деятельности волонтерского центра.

Кроме достижения основной цели проекта, волонтерский центр планирует повышение основных показателей за счет работы с сайтом (табл.4) за год по следующим значениям:

- Повышение количества добровольцев;
- Повышение штата сотрудников;
- Сокращение затрат на сбор информации от волонтеров.

Таблица 4 Повышение основных показателей

Задача	Фактическое значение	Будущий результат	Пояснение
Повышение количества добровольцев	300 человек	884 человека	Увеличение количества добровольцев на 584 человека (за год).
Повышение штата сотрудников	9 человек	18 человек	В случае увеличения добровольцев, организация планирует повысить штат сотрудников вдвое
Сокращение временные затрат на сбор информации от волонтеров (ФИО, телефон и т.д)	Затраты на сбор информации около 2 часов в день	Затраты на сбор информации около 1 часов в день	В случае создания единой электронной базы планируется значительно сократить временные затраты на сбор информации. Теперь на сбор и обработку данных о волонтерах требуется в два раза меньше времени.

Среднее число посетителей в рабочий день, при условии проведения мероприятий по продвижению сайта составляет 30-50 человек в день (Число базовых html страниц - 30). По статистике 4-5% от общего числа посетителей становятся будущими добровольцами. Количество человек, привлеченных в волонтерское движение можно просчитать по следующей формуле:

Кол-во привлеченных волонтеров = $40 * 0,04 * 365 = 584$ добровольца можно привлечь с помощью сайта.

В итоге реинжиниринг бизнес-процессов волонтерского центра позволит:

- автоматизировать процесс получения информация от волонтерского центра;
- привлечь новых волонтеров;
- повысить презентабельность организации;
- значительно сократить временные затраты на сбор информации.
- автоматизировать процесс сбора добровольцев на различные мероприятия и проекта.

Таким образом, был рассмотрен алгоритм разработки системы сбалансированных показателей и проведена оценка результативности и эффективности реализации проекта на основе ССП. Главной целью развития организации является повышение эффективности деятельности волонтерского центра. Стратегическая карта показала, каких промежуточных целей следует достичь для этого.

Список литература

1. Матвеев В.А., Конькова Д.С., Комиссарова О.Р., Новикова Т.Б., Мусин Р.Ф. Документооборот при оказании услуг перевозки груза и его графическое отображение на примере нотации eEPS // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 11 (55). С. 89-94.
2. Махмутова М.В. Интеграция традиционной и дистанционной технологий обучения в образовательной среде подготовки специалиста в университете / Электротехнические системы и комплексы. 2015. № 1 (26). С. 43-47.
3. Назарова О.Б., Новикова Т.Б., Петеляк В.Е. К вопросу разработки диаграммы «архитектура системы - ASD» // В сборнике: Современная наука: теоретический и практический взгляд Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2015. С. 75-77.
4. Назарова О.Б., Ткачук В.К., Новикова Е.Е. Моделирование бизнес-процессов управления социальной защиты населения по учету обращений граждан/О.Б. Назарова, В.К. Ткачук, Е.Е. Новикова//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 12 (56). С. 361-366.
5. Назарова О.Б., Колодкина Е.А. Использование референтной модели процессов для управления качеством телекоммуникационных услуг//Экономика и менеджмент инновационных технологий. -Июнь 2014. -№ 6 . URL:<http://ekonomika.snauka.ru/2014/06/5261>
6. Назарова, О.Б. Реализация процессов проекта жизненного цикла системы в соответствии со стандартами ISO/IES 15288:2008 и ISO/IES 12207:2008 //Научные труды SWorld Т. 3/О.Б. Назарова, А.Е. Андрианова. -2010, № 2. -С. 62-66.
7. Назарова, О.Б., Масленникова, О.Е. Разработка реляционных баз данных с использованием CASE-средства ALL FusionDataModeler: учеб.пособие/О.Б. Назарова, О.Е. Масленникова. -Москва: Изд-во «ФЛИНТА», 2013. -74 с.
8. Новикова Т.Б., Гусева Т.Ф., Вахрушев В.И., Седнева Д.А., Климов П.А., Иванченко А.Е., Игнатова Т.А. Опыт моделирования диаграмм OD, FTA, VAD, EEPС для

- постановки задач управления в социальных и экономических системах // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 1 (57). С. 67-72.
9. Новикова Т.Б., Скарлыгина Н.В., Игнатова Т.А., Иванченко А.Е. Аналитические аспекты разработки автоматизированной информационной системы по формированию отчетности для отдела мультимедийных обучающих систем // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 2 (58). С. 185-195.
 10. Официальная страница волонтерского центра МГТУ «По зову сердца» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://vk.com/volunteersmgtu>
 11. Сапегина В.С., Назарова О.Б. Использование диаграмм ОС, ЕЕРС, Исикавы, Дерево узлов, IDEF0, IDEF3 для анализа предметной области «Кредитование физических и юридических лиц»/В.С. Сапегина, О.Б. Назарова//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 11 (55). С. 218-228.

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЧАЯ

Белова Е. А., Анисимов Э.А., Носова А.Н.

ФГБОУ ВО «ПГТУ» Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола

Чай является одним из наиболее распространенных напитков, вошедших в обиход нескольких тысячелетий тому назад. Он тонизирует, благотворно воздействует на сердечнососудистую, нервную и пищеварительную системы, снимает усталость, повышает работоспособность. Неверными представлениями потребителей о крепости и цвете чая пользовались, да и по сегодняшнее время пользуются фальсификаторы. Угождая вкусу покупателя, они подкрашивают плохие чаи, добавляя к ним различные примеси, что дает столь ценимую потребителем густую окраску чая.

Цель работы – исследование качества чая.

Задачами работы являются: проведение социологического опроса; изучение видов чая; органолептическая оценка качества чая.

В ходе социологического исследования было опрошено 30 респондентов. Представленные ниже вопросы касались качества чая.

На вопрос: «Какой Вы чай покупаете?», 23 респондента ответили, что пакетированный. Более наглядно это можно увидеть на рисунке 1.

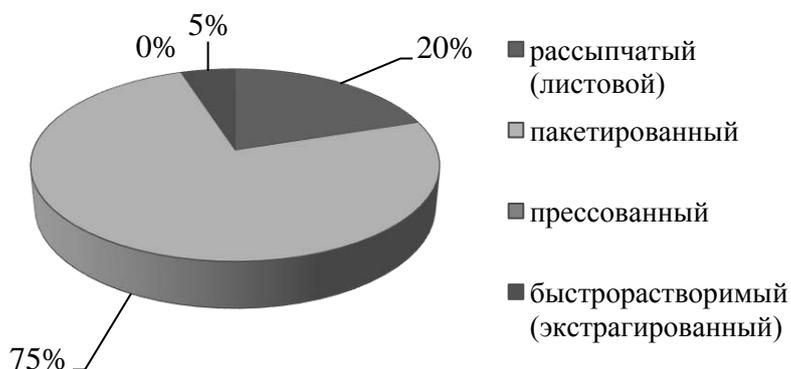


Рис.1. Ответы респондентов на вопрос: «Какой Вы чай покупаете?»

Кроме того, респондентам было предложено указать, на что они ориентируются при покупке чая. Выявлено, что в основном, обращают внимание на цену (45%), затем марка, качество (оба – 25 %). Лишь 14 % обращают внимание на рекламу.

Большинство покупателей обращают внимание при заваривании чая на вкус и аромат (55%), остальные – на цвет настоя (45%).

Был задан вопрос: «Просматриваете ли Вы после заваривания чая, качество чаинок?», большинство респондентов (65%) не обращают на это внимание.

И еще респондентам предлагалось указать, как они оценивают качество чая, это можно увидеть на рис.2.

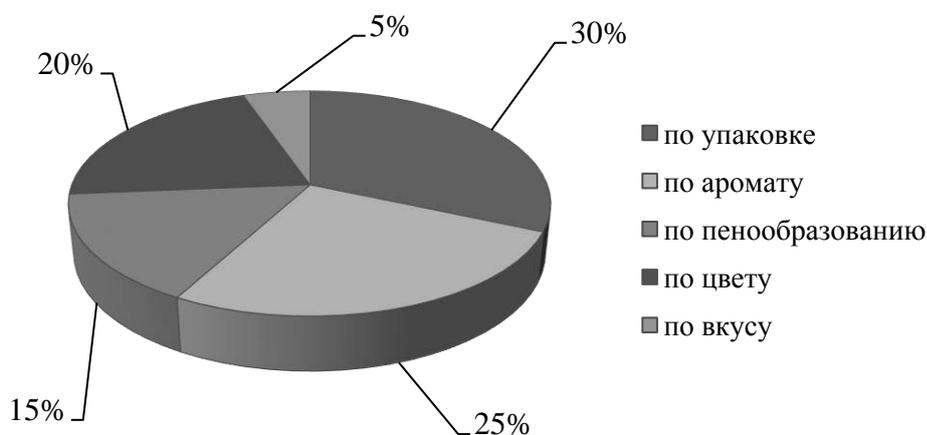


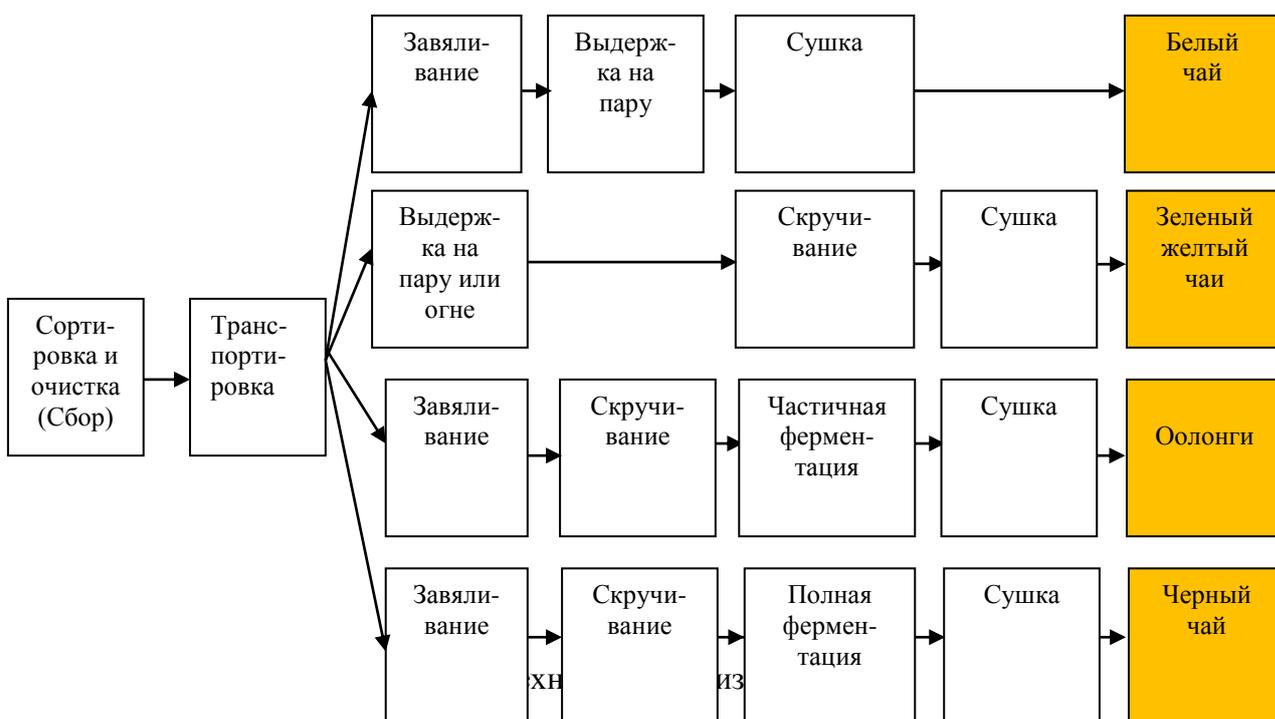
Рис.2. Результаты на вопрос: «Как Вы оцениваете качество чая?»

Как видно, у большинства респондентов, основными критериями являются: упаковка (30%), далее – аромат, цвет. Еще одним критерием оказалось пенообразование (15%). Однако следует отметить, что данный критерий не регламентирован в стандарте.

Одним из немаловажных вопросов в настоящее время является правильное распознавание видов чая.

Вид чая зависит от его технологии производства. Процесс производства чая состоит из следующих этапов (рис. 3):

- сбор;
- транспортировка;
- завяливание;
- скручивание листьев;
- ферментация;
- сушка.



Ферментация – самый сложный и важный процесс в технологической схеме. Это основной этап обработки чайного листа, когда ферменты чая начинают процесс окисления, является кульминацией биохимических процессов, происходящих при завяливании и скручивании, и наиболее важным процессом при производстве чая. Ферментация состоит из прожарки и окисления воздухом. При ферментации под воздействием кислорода в чайном листе происходят сложные химические

преобразования. Окислению и брожению подвергается сок чайных листьев, а сам может проходить несколько часов. Именно на основе ферментации чай получает свой «цвет».

По степени ферментации различают следующие чаи:

- неферментированные чаи – белые;
- слабоферментированные – зеленые, желтые;
- полуферментированные – оолонги (красные, синие, фиолетовые);
- ферментированные – черные.

Чем меньше времени пройдет между запуском бродильных процессов и их остановкой, тем менее ферментированным будет считаться чай.

В товароведении выделяют помимо чая и чайные напитки. Ошибочно большинство потребителей считают чайные напитки чаем (например, каркаде – «красный чай»). Чайный напиток – это купаж какого-то сорта чая с травами, фруктами или ягодами. Также к чайным напиткам причисляют и просто смеси сушеных листьев, цветов и т.д.

Из выше представленного материала можно сделать следующие выводы:

1) Информация на упаковке чая должна быть полной. На пачке с импортным чаем ставится английская аббревиатура, содержащая полную информацию о качестве чая.

К примеру, Р (Рекое) – крупный чай, мало скрученный, с открытыми пластинами. ОР (OrangeРекое) – крупный чай, скрученный, однородный, без типсов.

2) Хороший чай упаковывают в фольгу. Однако, следует сказать, что самый лучший чай – это чай, который продается на развес. При покупке его надо пощупать, понюхать, встряхнуть, обратить внимание на размеры и внешний вид чайнок.

3) Цвет должен быть ровным и однородным. Тусклым обычно бывает старый чай.

4) Следует различать чай и чайные напитки. Вид чая зависит от процесса ферментации.

Таким образом, при покупке чая нужно обращать внимание на идентификацию чая по наименованию и показатели его качества.

Список литературы

1. ГОСТ 32574-2013 Чай зеленый. Технические условия. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартиформ, 2014
2. ГОСТ 32573-2013 Чай черный. Технические условия. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартиформ, 2014
3. Куликова, Н.Р. Товароведение и экспертиза чая и кофе: учебное пособие/ Н.Р.Куликова. – М.: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2010.

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА В СВАРОЧНОЙ ВАННЕ НА ОСНОВАНИИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ФАЗОВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ РАВНОВЕСИЙ*

Коберник Н.В.¹⁾, Панкратов А.С.¹⁾, Михеев Р.С.²⁾, Линник А.А.²⁾

1) ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана», РФ, г. Москва

2) ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана (НИУ)», РФ, г. Москва

3)

**Работа выполнена при финансовой поддержке прикладных научных исследований и экспериментальных разработок Министерства образования и науки Российской Федерации (уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57816X0216)*

Растущие объемы строительства опасных и ответственных сварных металлоконструкций в условиях низких температур накладывают дополнительные требования на механические характеристики сварных соединений, в частности ударную вязкость металла шва и стабильность ее значений. Традиционным подходом к повышению значений ударной вязкости металла шва является легирование такими элементами, как, например, титан и никель [5]. Однако, применение таких элементов в сварочных материалах может вызвать их существенное удорожание.

Альтернативным способом воздействия на металл шва является его модифицирование. Модифицирование – это измельчение структуры металлов и сплавов при помощи примесей, специально вводимых в расплав или формирующихся в нем под влиянием добавок. Количество вводимых элементов не более 0,1 мас. %. При этом модифицирование влияет исключительно на размер фаз, не воздействуя на фазовый

состав сплавов [2]. Применение модификаторов может не вызывать существенного удорожания сварочных материалов.

Из всех типов модификаторов основной интерес представляют тугоплавкие частицы, которые выступают в качестве центров кристаллизации. При этом для этого они должны обладать кристаллической решеткой, схожей с решеткой основного расплава. Температура плавления таких частиц должна быть также выше, чем у расплава и они должны быть равномерно распределены по объему расплава. Обычно, для получения тугоплавких частиц в расплаве в него вводят различные элементы, например, титан, для получения в нем карбидов, нитридов и т.д. [3].

Альтернативным способом модифицирования тугоплавкими частицами – это введение их в готовом виде в расплав. Однако, для этого их размер должен быть достаточно мал (до 100 нм). Только с развитием нанотехнологий появилась возможность реализовать этот процесс. При использовании наноразмерных порошков тугоплавких соединений в качестве модификаторов необходимо учитывать их физико-химические особенности, такие как: низкая смачиваемость, высокая химическая активность и начало процессов окисления при сравнительно низких температурах, что может привести к деактивации частиц при нахождении в высокотемпературной зоне сварочной ванны.

Одним из типов тугоплавких соединений, хорошо показавшим себя при модифицировании металла шва при сварке и удовлетворяющим требованиям для их выступления в роли центров кристаллизации, является карбид вольфрама (WC) [6]. Также, это соединение обладает высокой температурой плавления (2870 °C). Однако, для определения поведения этих частиц в условиях расплава сварочной ванны необходимо провести термодинамический расчет взаимодействия соединения с расплавом сварочной ванны. Также необходимо установить температурный диапазон, в котором соединение является устойчивым, с последующим выбором схемы ввода его в сварочную ванну.

Для оценки возможности протекания реакции в сложных многокомпонентных системах необходимо решать большое количество уравнений термодинамики, что является сложной задачей. Однако, на сегодняшний день есть возможность проведения таких расчетов путем моделирования на компьютере.

Моделирование поведения наноразмерных частиц WC в сварочной ванне на основании термодинамического расчета фазовых и химических равновесий было проведено при помощи разработанного в МГТУ им. Н.Э. Баумана программного комплекса «Терра».

В сварочной ванне можно выделить две основные температурные зоны:

–1500 – 3500 К – «головная» часть сварочной ванны [4];

–1500 – 2500 К – «хвостовая» часть сварочной ванны [4].

При введении наноразмерных частиц через электродную проволоку они претерпевают нагрев в дуговом промежутке. Поэтому необходимо рассмотреть еще один диапазон температур:

–4000 – 6000 К.

При проведении моделирования были приняты следующие граничные условия и допущения:

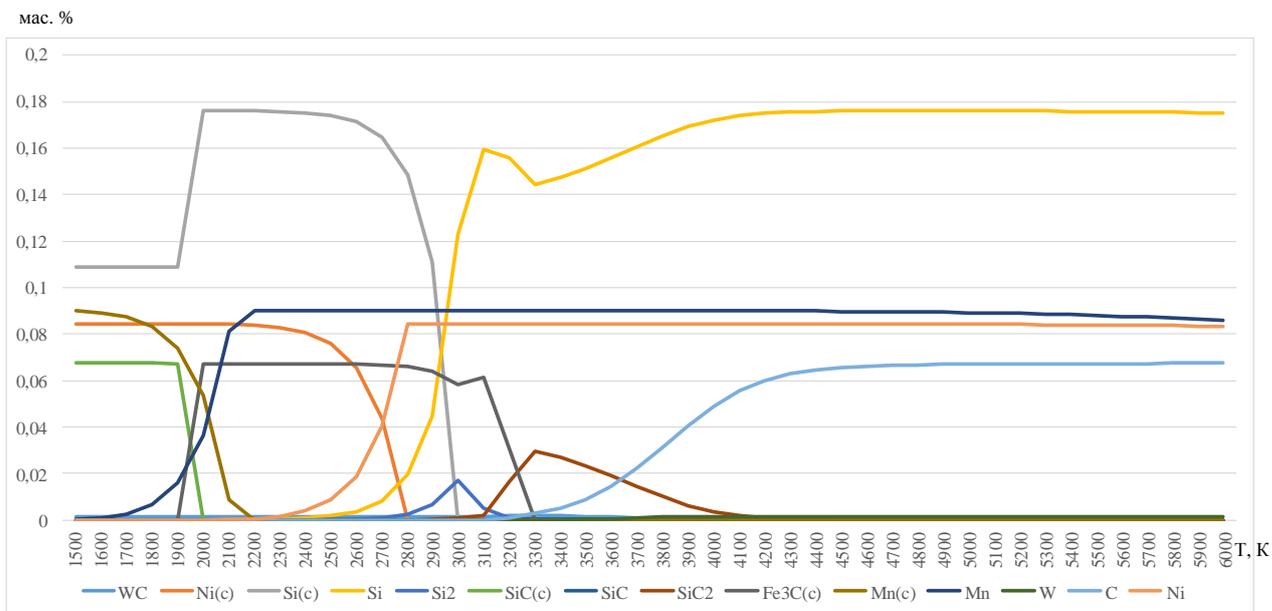
–Температурный диапазон: от 1500 К до 6000 К;

–Давление в расчетах принято равным атмосферному: 0,1 МПа;

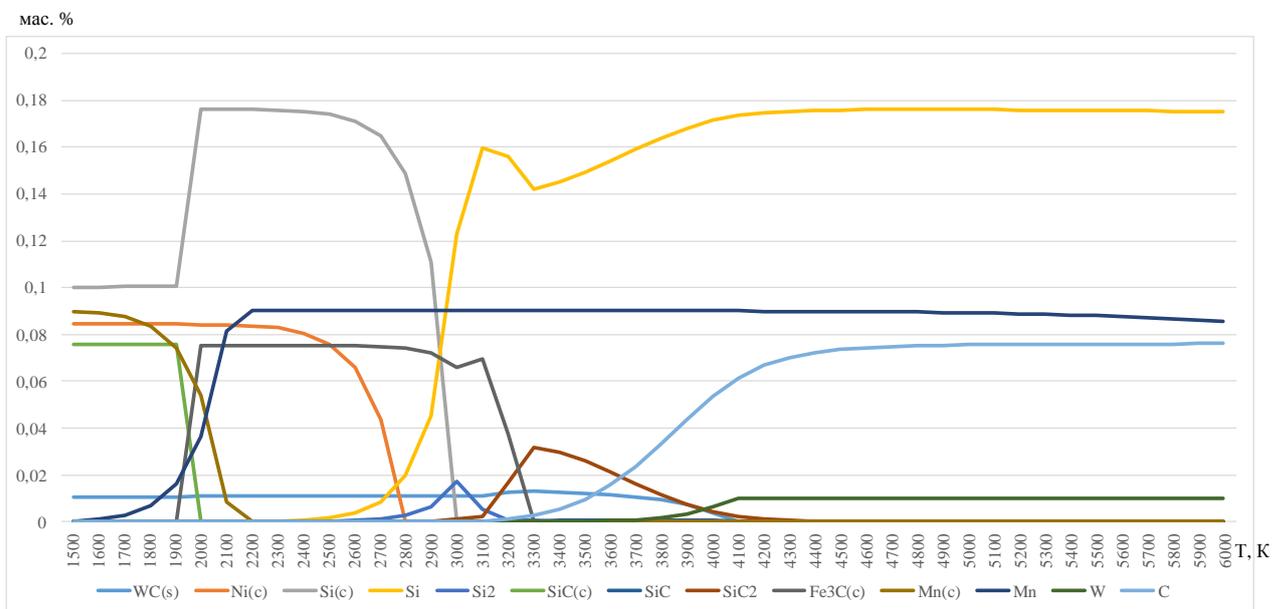
–Расчет выполнялся в равновесных условиях (неограниченное время протекания реакции).

Исходный химический состав основного расплава выбран для сталей низкоуглеродистого низколегированного класса (углерод 0,08..0,2 мас. %, кремний 0,5..1,0 мас. %, марганец 0,5..2,0 мас. %). Также было учтено, что ввод наноразмерных частиц в свободном виде затруднен. Поэтому для их введения применяются композиционные гранулы (КГ). КГ представляет собой механическую смесь наноразмерной частицы порошка-модификатора и транспортирующей частицы макроразмера. В качестве транспортирующей частицы чаще всего используют частицы никеля (Ni), [1]. Поэтому, в расчете учитывается содержание Ni в диапазоне 0,5..1,5 мас. %. Количество WC варьировалось в диапазон 0,03..0,2 мас. %.

На первом этапе определялось влияние никеля на протекание химических реакций. Расчет показал (рис. 1), что никель не взаимодействует с другими компонентами расплава и не влияет на протекание других реакций. Поэтому, в дальнейших расчетах наличие Ni не учитывалось.



а)



б)

Рисунок 1 – Результаты моделирования: а) $C=0,08$, $Si=0,5$, $Mn=0,5$, $Ni=0,5$, $WC=0,03$ б) $C=0,08$, $Si=0,5$, $Mn=0,5$, $Ni=1,5$, $WC=0,03$

Дальнейшее моделирование выполнялось с целью определения поведения WC при заданных условиях. Результаты моделирования показали, что WC проявляет стойкость до температур 3700 – 4000 К. При этом чем меньше исходное содержание частиц в расплаве, тем ниже температура. При больших температурах соединение разлагается с выделением углерода и вольфрама.

При введении через дуговой промежуток есть риск того, что частицы соединения деградирует с образование вольфрама (W) и углерода (C). При этом при охлаждении W и

С могут образовывать WC, но эти частицы могут выпасть в виде крупных карбидов, что приведет к охрупчиванию металла шва.

Расчет показал, что при введении в сварочную ванну WC может оставаться стабильным во всем диапазоне температур, характерных для нее. При прохождении дугового промежутка появляется опасность деградации частиц WC. Таким образом, целесообразно вводить частицы WC по схемам, при которых частицы не попадают в дуговой промежуток

Список литературы

1. Анучкин С.Н. Взаимодействие наноразмерных частиц Al_2O_3 и TiN с ПАВ в расплаве на основе никеля / С.Н. Анучкин, В.Т. Бурцев, А.В. Самохин, Г.В. Серов//Физика и химия обработки материалов. – 2009. - №6. – с. 78-85
2. Гольдштейн Я. Е., Мизин В.Г. Инокулирование железоуглеродистых сплавов. - // М: Metallurgy, 1993. – 416 с.
3. Е.А. Кривоносова Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук «Модифицирование и формирование структуры металла сварных швов низкоуглеродистых сталей».
4. Сварочные материалы для дуговой сварки: Справочное пособие: В 2-х т. Т. 1. Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев, С.А. Курланов, Н.Н. Потапов и др.; Под общ. ред. Н.Н. Потапова. – М.: Машиностроение, 1989. 544 с.
5. Походня И.К. Влияние никеля на структуру и механические свойства шва, выполненного электродами с основным покрытием / И.К. Походня, В.Д. Макаренко, А.О. Карсун, С.С, Милеченко // Автоматическая сварка. – 1986. – №2 – С. 1-5.
6. Трошков А. С. Структура и свойства низкоуглеродистого металла, наплавленного под керамическим флюсом, содержащим композиционные микрогранулы Ni-нанодисперсный WC. / А. С. Трошков, Г. Н. Соколов, С. С. Сычева, В. И. Лысак // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. - 2012. - № 9(96). – С. 187-190.

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД

Январь 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2016г.

Февраль 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2016г.

Март 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2016г.

Апрель 2016г.

III Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2016г.

Май 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2016г.

Июнь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2016г.

Июль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития технических наук»**, г. Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2016г.

Август 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Технические науки в мире: от теории к практике», г. Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2016г.

Сентябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Современный взгляд на проблемы технических наук», г. Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2016г.

Октябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития», г. Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2016г.

Ноябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Новые технологии и проблемы технических наук», г. Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2016г.

Декабрь 2016г.

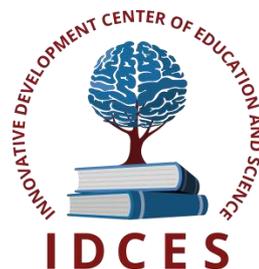
III Международная научно-практическая конференция **«Развитие технических наук в современном мире», г. Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2017г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

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



Новые технологии и проблемы технических наук

Выпуск III

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

г. Красноярск

2016 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.11.2016.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 18,6.
Тираж 250 экз. Заказ № 113.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.