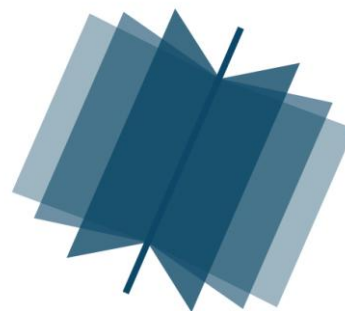


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

**ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург
2015



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,
д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

**№9 (40) 2015
Часть 2
Октябрь**

Подписано в печать 15.10.2015.
Тираж 900 экз.
Заказ 26102
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам XLIII заочной научной конференции International Research Journal.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПН № ФС 77 – 51217.**

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свиштунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.иси.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. нау, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТА «ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА».....	6
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА КАК МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТКАЗАМИ	9
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И СИНТЕЗ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ	13
ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ РАМЫ БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ПНИПУ	15
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕСТОВЫХ ЗАГОТОВОК.....	18
ПОВЫШЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ БУМАЖНО-ПРОПИТАННОЙ ИЗОЛЯЦИИ	22
ДИСТАНЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБО-КОДОВ В КАНАЛАХ С ТАЙМЕРНЫМИ СИГНАЛАМИ	24
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КОПТИЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ «ANTONIOSILVER».....	28
REQUIREMENTS DEFINITION AND IMPLEMENTATION OF THE APPARATUS FOR DATA COLLECTION FROM OPEN PACKETS OF WI-FI NETWORKS	32
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЕМ.....	33
ВЕРБЛЮЖЬЕ МЯСО – НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК БЕЛКА.....	36
БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	38
АНАЛИЗ РАБОТЫ АКСИАЛЬНЫХ ГИДРОМАШИН НА ПОНИЖЕННЫХ СКОРОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ РОТОРОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ НАГРУЗКАХ	40
ИМПУЛЬСНАЯ НАНОСЕКУНДНАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ТРУБКА С КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЛЬФРАМО-ГРАФИТОВЫМ АНОДОМ	42
ОЦЕНИВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИХОДА СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРРЕЛЯЦИИ ЗАМИРАНИЙ В ММО СИСТЕМЕ.....	45
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РЕСПЛАВОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НИТРАТА КАЛИЯ.....	48
ПОЛУЧЕНИЕ НИТРАТА КАЛИЯ ИЗ ФЛОТАЦИОННОГО ХЛОРИДА КАЛИЯ	50
ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ГЕНЕРАЦИИ РЕШЕНИЙ	53
ТЕХНОЛОГИЯ СКРЫТОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОТРУДНИКА.....	56
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ВОДОЗАБОРНО – ОЧИСТНЫХ УСТАНОВКАХ.....	60
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ МАЗУТА В КОМПОЗИТНЫХ РАСТВОРАХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	61
ВАРИАНТ УЛУЧШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНОГО ОБЪЕКТА	64
КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА КОКСОХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ АО «АРСЕЛОР МИТТАЛ ТЕМИРТАУ».....	69
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ.....	71
ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВИНОВАТЕРИАЛОВ, ИМЕЮЩИХ БОЛЕЗНИ И ПОРОКИ И СПОСОБ ИХ УСТРАНЕНИЯ	76
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАДИАТОР СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	80
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МИКРООПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ОСНОВАННЫЕ НА ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ.....	84
ANALYSIS OF PUBLIC ENCRYPTION STANDARD RUSSIAN GOST 28147-89 WITH A VIEW TO ITS INTEGRATION IN INFORMATION AND COMMUNICATION PATTERNS OF THE BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA	86

РАСЧЕТ БАЛКИ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ ТЕПЛОТРАССЫ ПРИ ИМПУЛЬСНО-СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ В УПРУГОЙ СТАДИИ	88
РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ WEB 2.0 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ LMS MOODLE	92
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ КОНФЛИКТА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕЛЕУСТРЕМЛЕННЫХ СИСТЕМ....	94
РЫЧАЖНЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ ТИПА «ВАЛ-ВТУЛКА».....	96
МОДУЛЬ E-MIND MACHINE В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА СТАНКА	100
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ НА ТЕПЛОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ.....	102
МЕТОДИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ АСТПП С PDM-СИСТЕМОЙ.....	107
НАХОЖДЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОНЕЧНЫХ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ШАГАХ ПЕРЕХОДОВ.....	110
КОНСТРУКЦИОННЫЕ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	113
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА	117

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING**Альдженди. И.Р.¹, Виноградов А.А.²**¹ Магистрант 2 курса, ² кандидат технических наук,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова .

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТА «ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ
ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА»****Аннотация**

Эта статья описывает результаты исследования по использованию контроллера нечеткой логики для выбора оптимального размещения компенсатора в радиальной электрической сети с целью уменьшения падения напряжения и снижения потерь мощности.

Ключевые слова: контроллер нечеткой логики, размещение компенсатора, снижение потери мощности.

Al'dzhendi. I.R.¹, Vinogradov A.A.²¹ Master, ² PhD in Engineering, Belograd State Technical University**USING FUZZY LOGIC FOR THE OPTIMAL PLACEMENT OF THE COMPENSATING DEVICES****Abstract**

This paper describes the results of using fuzzy logic controller to select the optimal placement of the compensator in a radial electric networks in order to reduce the voltage drop and to reduce the power loss.

Keywords: fuzzy logic controller, placement of compensator, reduce power losses.

Проблема размещения компенсатора реактивной мощности в электрической сети широко обсуждается в технической литературе, особенно с начала 1980 года. В последние годы найти решение данной проблемы пытаются с помощью методов искусственного интеллекта [5].

Нечеткая логика используется для решения проблемы оптимального размещения компенсатора и дает хорошие результаты [3].

Нечеткая логика

В [1, с. 1] дается следующее объяснение контроллера нечеткой логики: «В течение последних десятилетий нечеткая логика управления была одной из самых активных и плодотворных областей исследования в области приложения теории нечетких множеств».

Нечеткая логика управления структуры системы состоит из следующих основных частей: фаззификация; база правил; алгоритмы вывода; дефаззификация.

Определение оптимального размещения компенсатора с использованием нечеткого подхода

В данной работе нечеткая логика используется не только с целью снижения потери мощности в сети, но также для уменьшения падения напряжения. Система нечеткого вывода, содержащая набор правил, используется для определения индекса подходящего расположения компенсатора для каждого узла в распределенной системе. Компенсаторы должны размещаться в узлах с наибольшим индексом (CSI). Построим контроллер нечеткой логики в MATLAB. Функции принадлежности контроллера нечеткой логики показаны на рис.(1–3).

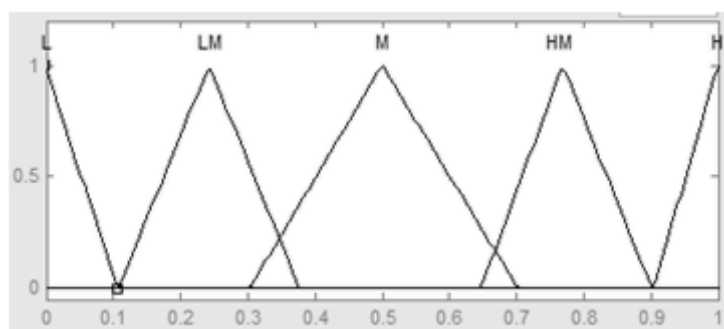


Рис. 1 – Функция принадлежности индекса снижения потерь мощности

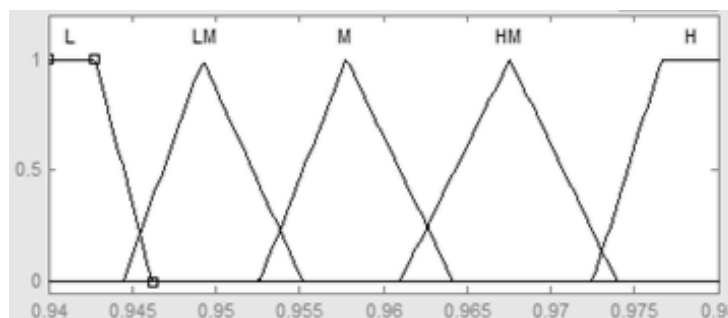


Рис. 2 – Функция принадлежности напряжения в узлах

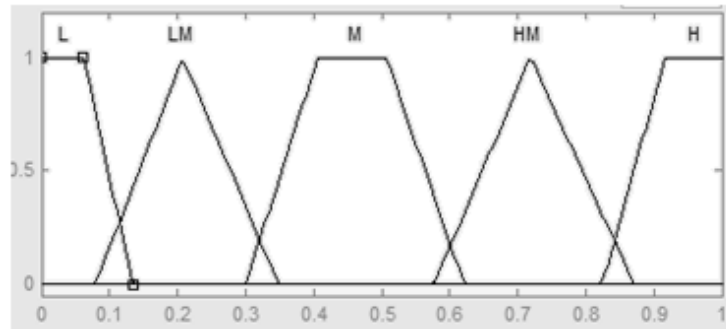


Рис. 3 – Функция принадлежности индекса подходящего местоположения компенсатора

Сначала необходимо определить величины потерь активной и реактивной мощности с помощью программы RS-3 (программа для расчета установившегося режима). Снижение потерь мощности линейно нормализуются в интервале $[0, 1]$ с наибольшим значением снижения потерь равным 1, и наименьшим значением равным 0. Индекс значения потерь получен из уравнения [4]:

$$PLI = \frac{\text{Снижение потерь (n)} - \text{Снижение потерь (min)}}{\text{Снижение потерь (max)} - \text{Снижение потерь (min)}}. \quad (1)$$

Принцип метода нечеткой логики представлен на рис. 4.

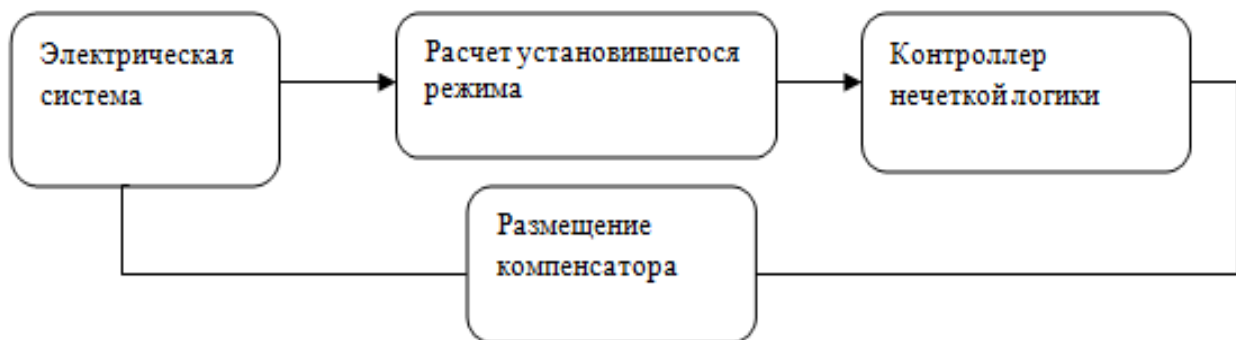


Рис. 4 – Принцип метода нечеткой логики

Индекс потери мощности (PLI) и Напряжение V для каждого узла являются входными сигналами контроллера нечеткой логики, индекс подходящего местоположения компенсатора (CSI) является выходным сигналом. Структура нечеткого регулятора показана на рис. 5.

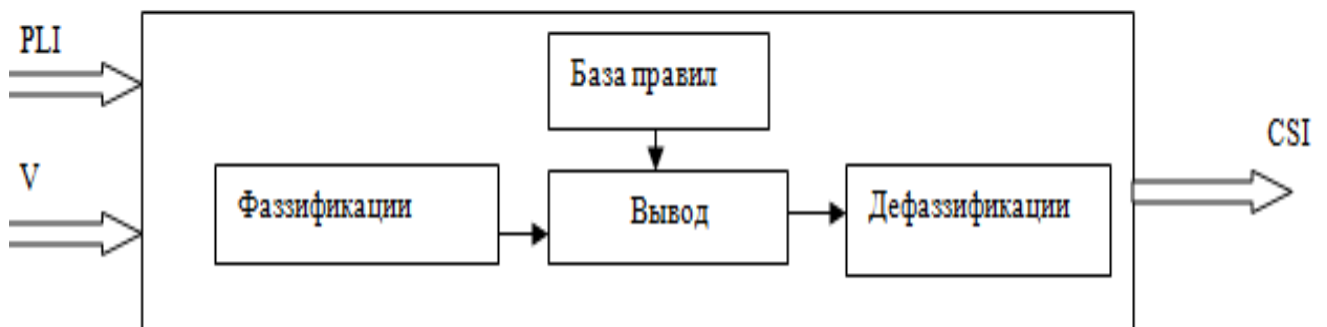


Рис. 5 – Структура нечеткого регулятора

Лингвистические переменные определены как $\{L, LM, M, H, NM\}$, где L означает малое, LM – малое среднее, M – среднее, NM – большое среднее и H – большое значение переменной. Выберем треугольные и трапециевидные функции для представления лингвистических переменных. Правила, предлагаемые для контроллера, показаны в (табл. 1).

Таблица 1 – Правила контроллера нечеткой логики

Индекс подходящего компенсатора (CSI)		Напряжения в узлах (V)				
		L	LM	M	HM	H
Индекс снижения потери мощности (PLI)	L	L	L	L	LM	LM
	LM	L	L	LM	LM	M
	M	L	L	LM	M	HM
	HM	L	LM	M	HM	HM
	H	LM	LM	M	HM	H

Моделирование электрической сети и результаты нечеткого управления

Для изучения эффективности использования нечеткого контроллера с целью определения оптимального места для размещения компенсатора реактивной мощности была выбрана сеть 10 кВ, состоящая из пяти узлов, причем в каждом узле имеется индуктивная нагрузка (рис. 6). Для расчета установившегося режима использована программа RS-3.

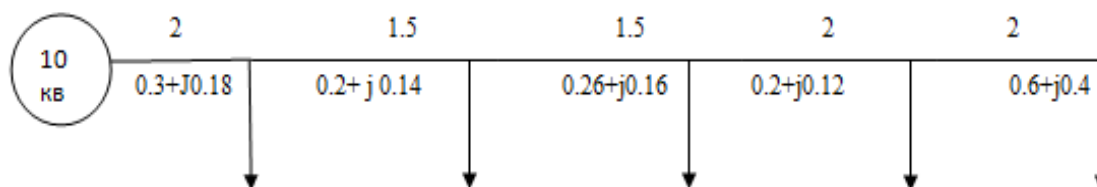


Рис. 6 – Исследуемая сеть

Все длины показаны на рисунке в км, а нагрузки в МВА. С помощью программы RS-3 получены значения потерь мощности и напряжения в каждом узле.

Получены потери мощности в сети без компенсатора. Затем установлены компенсаторы ($Q = 0,5$ МВар) в первом, втором, третьем, четвертом и пятом узлах, и рассчитаны потери в сети. В соответствии с уравнением (1) рассчитан индекс потери мощности (PLI) для каждого узла в сети. Потери мощности в сети без компенсатора составили 65,99 кВт. Результаты, полученные при размещении компенсатора во всех узлах, показаны в (табл. 2).

Таблица 2 – Расчет установившегося режима

Узел	Первый	Второй	Третий	Четвертый	Пятый
Напряжение (pu)	0,984	0,9748	0,9724	0,9674	0,9568
Потери (кВт)	59,5	54,818	52,949	50,619	49,458
Индекс потери мощности (PLI)	0	0,366	0,651	0,8836	1

Полученные результаты использованы как входные сигналы контроллера нечеткой логики. В результате мы получаем индекс подходящего расположения компенсатора (CSI). Узел, имеющий самый высокий индекс, является наилучшим местом для размещения компенсатора. Индекс подходящего месторасположения компенсатора (CSI) является выходным сигналом контроллера нечеткой логики. Результаты показаны в (табл. 3).

Таблица 3 – Значения индексов подходящего расположения компенсатора

Узел	Первый	Второй	Третий	Четвертый	Пятый
Значения индекса подходящего расположения компенсатора (CSI)	0	0,47	0,472	0,473	0,5

Из полученных результатов отметим, что лучшее место для размещения компенсатора находится в пятом узле, где значение индекса выше ($CSI = 0,5$), потери мощности наименьшие, а напряжение в узле наибольшее. На (рис. 7), показаны потери мощности в сети без компенсатора и после компенсации реактивной мощности в пятом узле.



Рис. 7 – Потери мощности в сети без компенсатора и после компенсации

Заключение

Исходя из проведенного исследования и сделанных нами выводов, мы предлагаем использовать нахождение оптимального расположения компенсатора реактивной мощности с использованием контроллера нечеткой логики не только для повышения напряжения сети и снижения потери мощности, но и для оптимального уменьшения гармоник напряжения и тока.

Литература

1. Abdel Ghani Aissaoui, Ahmed Tahour // Application of Fuzzy Logic in Control of Electrical Machines. – 2010. – С. 23.
2. Brahim GASBAOUI, Abdelkader CHAKER /Optimal Placement and Sizing of Capacitor Banks Using Fuzzy-Ant Approach in Electrical Distribution Systems. – 2010. – С. 2–5.
3. K.Sandhya, Dr.A.Jaya Laxmi, Dr.M.P.Soni / Optimal Voltage Regulators Placement in Radial Distribution System Using Fuzzy Logic. – 2013. – С. 2–6.
4. Neha Goyal, Pushpendra Singh /Optimal Placement of Capacitors in Radial Distribution System to Minimizes the Losses at Variable Load Levels. – 2014. – С. 2–4.
5. Sheeraz kirmani, Md. Farrukh Rahman, Chakresh Kumar / Loss Reduction in Distribution System Using Fuzzy Techniques. – 2010. – С. 2–4.

Баламирзоев А.Г.¹, Баламирзоева Э.Р.², Гаджиева А.М.³

¹Доктор технических наук, ^{2,3}аспирант, Махачкалинский филиал МАДИ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА КАК МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТКАЗАМИ**

Аннотация

В статье рассмотрено моделирование транспортного средства как многоканальной системы массового обслуживания с отказами. Приведен численный пример решения поставленной задачи и показан прибыль двумя способами.

Ключевые слова: моделирование, транспортное средство, пассажиропоток, маршрут.

¹Balamirzoev A.G., ²Balamirzoeva E.R., ³Gadzhieva A.M.

¹PhD in Engineering, ^{2,3}postgraduate, Makhachkala branch MADI

MODELING THE VEHICLE AS A MULTI-CHANNEL QUEUEING SYSTEMS WITH BREAKDOWNS

Abstract

The article describes the modeling of the vehicle as a multi-channel queueing systems with breakdowns. The numerical example of solving the task shown a profit in two ways.

Keywords: modeling, vehicle, passenger, route.

Моделирование взаимодействия участников транспортной системы требует нового подхода для развития системы городских пассажирских перевозок в России. Появляются конфликтные ситуации, так как существуют множество участников, имеющих несовпадающие интересы.

Требуется применения новых методов исследования поведения поставщиков и потребителей товаров и услуг при переходе экономики к рыночным механизмам функционирования.

Функционирование городского пассажирского транспорта (ГПТ) происходит в условиях ограничений. Изменения, которые произошли в России в 1990-е годы, связаны еще и с тем, из-за неудовлетворительной экономики государство не могло финансировать многие отрасли, в том числе ГПТ. Городской транспорт в России и в большинстве других стран является убыточным, и не всегда бюджетных средств достаточно для покрытия убытков транспортных

предприятий. Поэтому возникает задача оптимизации работы ГПТ в условиях ограничений на бюджетное финансирование. Заведомо задача сводится к обеспечению надлежащего качества транспортного обслуживания пассажиров при заданном объеме финансирования.

Крайне важно ограничение на пассажироместимость подвижного состава, так как на каждом маршруте рекомендуется эксплуатировать транспортные средства одинаковой вместимости, а решение оптимизационных задач может привести к нарушению нормативов по загрузке транспортного средства, что снизит качество обслуживания пассажиров.

Особую сложность представляет собой тот факт, что пассажиропоток и поток транспорта являются случайными процессами и избежать переполнения подвижного состава нельзя. В [3] представлена работа общественного транспорта на одном маршруте как объемная система массового обслуживания.

Наблюдается увеличение, в последнее время, количества маршрутов и интенсивности движения транспорта, в том числе и общественного.

С одной стороны, это способствует более качественному обслуживанию пассажиров (уменьшается время ожидания на остановочном пункте, появляется возможность выбора варианта передвижения и т.д.). С другой стороны, приводит к ухудшению экологической обстановки, рост интенсивности работы транспорта, повышает опасность перегрузки дорог, а увеличение количества маршрутов – к излишней конкуренции между перевозчиками за пассажиров, что снижает безопасность движения.

Так как потоки транспорта и пассажиров случайные, появляется сложность процесса перевозки пассажиров. Если движение транспорта по одному маршруту можно стабилизировать (сделать поток транспорта близким к детерминированному) с помощью диспетчерского управления, то для множества маршрутов это сделать практически невозможно. Управлять массой людей значительно сложнее, чем несколькими автобусами, так как в любом случае поток пассажиров является случайным.

Системой массового обслуживания является каждая единица подвижного состава общественного транспорта. Оно представляет собой многоканальную систему массового обслуживания без блока ожидания, если при этом рассматривать каждое транспортное средство отдельно.

Будем считать, для упрощения модели, что пассажиры, получившие отказ в обслуживании (нет свободного места в транспортном средстве), покидают остановочный пункт. Этот факт является отрицательным как для пассажира и транспортного оператора (не получившего дополнительный доход от оплаты проезда), так и для системы «город» (потому что пассажир может выбрать другой, более затратный способ перемещения).

Введем следующие параметры: c_k – максимальное количество пассажиров, которое может перевезти маршрут k . Этот параметр соответствует количеству мест в обслуживающей системе (в данном случае в единице подвижного состава, движущегося по маршруту).

Пассажиропоток распределяется пропорционально интенсивности движения транспорта на данном маршруте [1-3] тогда средняя доля маршрута k оператора k от пассажиропотока между пунктами i и j

$$\frac{A_{i,j}^{k,l} \mu_{k,l}}{\sum_{m=1}^K \sum_{r=1}^{L_m} A_{i,j}^{m,r} \mu_{m,r}}. \quad (1)$$

Общее количество пассажиров, перевезенных на маршруте k , исходя из (1) составит:

$$\Lambda_k = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k \mu_k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m}. \quad (2)$$

Интенсивность спроса на передвижение на маршруте k описывает данный показатель. Учитывая, что интенсивность обслуживания μ_k , получим коэффициент

$$\rho_k = \frac{\Lambda_k}{\mu_k} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m}.$$

Основным предположением является то, что потоки транспорта и пассажиров – пуассоновские. Следовательно, можно применить формулы для многоканальной марковской системы массового обслуживания без блока ожидания $M/M/c_k/c_k$:

$$P_k = \frac{\rho_k^{c_k}}{c_k!} \left[\sum_{m=0}^{c_k} \frac{\rho_k^m}{m!} \right]^{-1} \approx \frac{\rho_k^{c_k}}{c_k!} \exp\{-\rho_k\}, \quad (3)$$

где ρ_k – вероятность того, что в транспортном средстве будет k пассажиров.

Из условия, что $\rho_k < c_k$ (количество мест в транспортном средстве ниже среднего количества пассажиров, выбирающих данный маршрут), получена приближенная формула, т.е. транспортное средство должно хотя бы в среднем обеспечивать перемещение пассажира. На практике даже в часы пик должно выполняться соотношение [3]:

$$\frac{\rho_k}{c_k} \leq 0,78. \quad (4)$$

Проверим точность (3) на примере при выполнении равенства в формуле (4) с помощью рис. 1.

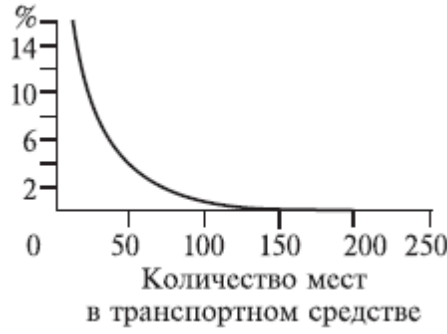


Рис. 1 – Относительная погрешность формулы (3)

Для автобусов особо малого класса формула (3) не точна, однако уже для автобусов малого класса ПАЗ-32054 при общем количестве мест 42 погрешность составляет менее 5 %, а для автобусов большого класса (Волжанин-5270) – менее 1 %.

Прибыль транспортного оператора, обслуживающего маршрут k :

$$H_k = \beta \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k \mu_k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m} [1 - P_k] - \alpha_k \mu_k \rightarrow \max_{\mu_k}.$$

При подстановке (3) получим

$$H_k = \beta \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k \mu_k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m} \times \left[1 - \frac{1}{c_k!} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m} \right)^{c_k} \exp \left\{ - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m} \right\} \right] - \alpha_k \mu_k \rightarrow \max_{\mu_k}. \quad (5)$$

Необходимо ввести показатель c_f – ущерб от отказа в обслуживании пассажира городским пассажирским транспортом для учета интересов пассажиров.

Потери системы «город» можно вычислить по формуле:

$$F = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} \gamma_{i,j}}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m} + \sum_{k=1}^K \delta_k \mu_k + c_f \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k \mu_k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m} \times \left[\frac{1}{c_k!} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m} \right)^{c_k} \exp \left\{ - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\lambda_{i,j} A_{i,j}^k}{\sum_{m=1}^K A_{i,j}^m \mu_m} \right\} \right] \rightarrow \min_{\mu_k}. \quad (6)$$

Отметим, что (5) и (6) не являются выпуклыми вверх и вниз соответственно при всех значениях параметров. Поэтому вопрос о существовании равновесия Нэша или поиска глобального максимума при решении (6) остается открытым.

Численный пример

Пусть на одном маршруте интенсивность потенциального пассажиропотока составляет λ . При отказе в обслуживании пассажир не использует данный маршрут для передвижения. Интенсивность потока транспорта на маршруте – μ . Максимальная пассажировместимость – c , себестоимость выполнения одного рейса – α , ущерб городской среде – δ за рейс.

Упростив (5), получим прибыль городского пассажирского транспорта на данном маршруте:

$$H(\mu) = \beta \lambda \left[1 - \frac{\lambda^c}{c! \mu^c} \left\{ \sum_{l=1}^c \frac{\lambda^l}{c! \mu^l} \right\}^{-1} \right] - \alpha \mu \rightarrow \max. \quad (7)$$

Потери системы «город» исходя из (6) составят

$$F(\mu) = \frac{\lambda\gamma}{\mu} + \delta\mu + c_f\lambda \frac{\lambda^c}{c!\mu^c} \left\{ \sum_{l=1}^c \frac{\lambda^l}{c!\mu^l} \right\}^{-1} \rightarrow \min. \quad (8)$$

Рассмотрим решение (7) и (8) при следующих данных: стоимость пассажиро-часа γ - 50 руб., потери пассажиров при отказе в обслуживании c_f - 50 руб., стоимость проезда β - 13 руб. Выберем три класса автобусов, обслуживающих данный маршрут, которые отличаются по пассажироместимости, транспортным расходам и ущербу городской среде (табл. 1, 2).

Результаты оптимизации показывают, что использование автобусов особо большой вместимости эффективно при данной интенсивности пассажиропотока. Это связано с тем, что у автобусов малой вместимости высока вероятность отказа в обслуживании (0,428). Отметим, что положительная прибыльность автобусов малого класса достигается при стоимости проезда более 13 руб., большого класса – при 9 руб., а особо большого – даже при 7 руб.

Таблица 1 – Параметры и решение задачи (7)

Класс автобуса	Максимальная пассажиро-вместимость	Транспортные расходы на 1 рейс, руб.	Оптимальное количество рейсов	Вероятность отказа	Прибыль маршрута, руб.
Малый	50	600	11,73	0,428	394
Большой	100	800	9,81	0,087	4021
Особо большой	150	1000	6,83	0,049	5534

Таблица 2 – Параметры и решение задачи (8)

Класс автобуса	Ущерб городской среде от 1 рейса, руб.	Оптимальное количество рейсов	Потери пассажиров при ожидании, руб.	Вероятность отказа	Потери, связанные с отказом в обслуживании, руб.	Транспортный ущерб, руб.	Общие потери системы «город», руб.
Малый	600	24,26	2061	0,0254	1271	14558	17890
Большой	800	12,23	4087	0,0061	304	9787	14178
Особо большой	1000	8,22	6080	0,0015	75	8223	14379

Для системы «город» наиболее эффективно использовать автобусы большого класса. При этом вероятность отказа значительно ниже, а количество рейсов выше, чем при решении (7). Использование же автобусов малого класса неэффективно.

Литература

1. Баламирзоев А.Г., Баламирзоева Э.Р., Курбанов К.О., Гаджиева А.М. Оптимизация одного вида общественного транспорта в городской среде// Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11 (3). – С. 499-503.
2. Семенова О.С. Проверка адекватности методики расчета оптимальной интенсивности движения городского пассажирского транспорта Междуреченска/ М.Е.Корягин, О.С.Семенова//Вестн.Кузн.техн.ун-та.-2008.-№2.-С.139-142.
3. Шульга Ю.Н. Обобщение формулы Полячека-Хинчина для объемных стохастических сетей/ Ю.Н.Шульга// Автоматика и телемеханика.- 1989.-№ 3.-С.84-98.

References

1. Balamirzoev A.G., Balamirzoeva E.R., Kurbanov K.O., Gadzhieva A.M. Optimizaciya odnogo vida obshhestvennogo transporta v gorodskoj srede//Fundamentalnye issledovaniya. – 2014. – № 11 (3). – s. 499-503.
2. Semenova o.s. Proverka adekvatnosti metodiki rascheta optimalnoj intensivnosti dvizheniya gorodskogo passazhirskogo transporta mezhdurechenska/ M.E.Koryagin, O.S.Semenova//vestn.kuzn.texn.un-ta.-2008.-№2.-s.139-142.
3. Shulga Yu.N. Obobshhenie formuly polyachecka-xinchina dlya obemnyx stoxasticheskix setej/ yu.n.shulga// avtomatika i telemexanika.- 1989.-№ 3.-s.84-98.

Бычков Ю.С.¹, Анкудинов Г. И.²¹Магистр, ²профессор, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И СИНТЕЗ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ****Аннотация**

В статье рассмотрена - возможность повышения технико-экономической эффективности технологических схем нефтепереработки на основе формализации знаний о предметной области и автоматизации задач структурного синтеза с использованием математического программирования. Практическое применение заключается в эффективном использовании сырьевых ресурсов России, а именно - повышении эффективности технологических процессов нефтепереработки и в конечном счете увеличении прибыли.

Ключевые слова: нефтепереработка, программирование, синтез.

Bychkov Y.S.¹, Ankudinov G.I.²¹Master, ²professor, National University of mineral resources "Mountain"**MATHEMATICAL PROGRAMMING AND SYNTHESIS FLOW SEQUENCE IN OIL REFINING****Abstract**

The article deals with - the ability to increase the technical and economic efficiency of technological schemes of oil refining on the basis of formalization of domain knowledge and automation problems of structural synthesis using mathematical programming. Practical application is the efficient use of natural resources of Russia, namely - improving the efficiency of technological processes of oil refining and ultimately increase profits.

Keywords: refining, programming, synthesis.

Рассмотрим применение математического аппарата целочисленного и смешанного (дискретно-непрерывного – ДНП) программирования к синтезу поточных схем технологических процессов [1, 2]. Задача ДНП может быть записана в общем виде

$$\left\{ \min f(x, y), g(x, y) \leq 0, h(x, y) = 0, x \in X \subset R^m, y \in \{0;1\}^n \right\}, \quad (1)$$

где X – вектор непрерывных параметров решения; y – вектор логических параметров решения; f – целевая функция, выражающая интегральную технико-экономическую оценку решения; X – область допустимых значений непрерывных параметров; g и h – векторы функций-ограничений, зависящих как от непрерывных, так и дискретных параметров.

Вычислительная сложность задачи (1) определяется как размерностью m и n пространств непрерывных и двоичных переменных соответственно, так и видом функций f , g и h . Каждая двоичная (псевдобулева) переменная y_i вектора-решения $y(y_1, \dots, y_n) \in \{0;1\}^n$ представляет соответствующий структурный элемент e_i из множества структурных элементов $E = \{e_1, \dots, e_n\}$ конкретной задачи.

В задачах структурно-параметрического синтеза в состав функций g входят линейные функции-ограничения $g_s(y) \geq 0$ и $h_s(y) = 0$, определяющие множество альтернативных вариантов элементного состава решений. Эти функции можно представить также в виде матричного неравенства $Ay \leq a$, где A и a – матрица и вектор коэффициентов, соответственно. Каждый альтернативный вариант – это некоторое подмножество η множества E . Предполагается, что имеется информация о входах и выходах каждого элемента множества E , позволяющая установить связи между элементами η и внешней средой.

Методы решения линейных задач дискретно-непрерывного программирования (ЛДНП)

$$\left\{ \min z = a^T y + b^T x, Ay + Bx \leq d, x \in R^m, y \in \{0;1\}^n \right\}$$

достаточно хорошо разработаны. В XX веке исследованию методов решения задач линейного и нелинейного программирования посвящены работы Е.Г. Гольдштейна, Л.В. Канторовича, Д.Б. Юдина, Г. Данцига, Е. Балаша и других авторов [3-7]. В приложении к структурно-параметрическому синтезу поточных схем задачи дискретно-непрерывного нелинейного программирования (НЛДНП) принимают вид

$$\left\{ \begin{array}{l} \min z = f(x, y), g(x, y) \leq 0, x \in X, X = \{x | x \in R^m, x^n \leq x \leq x^v, Bx \leq b\}, \\ Y = \{y | y \in \{0;1\}^n, Ay \leq a\} \end{array} \right\}.$$

Трудности «арифметизации» правил построения альтернативных вариантов на основе псевдобулевых переменных привели авторов [1, 2] к необходимости использования аппарата логики высказываний, т.е. к задачам линейного логико-непрерывного программирования (ЛЛНП) и задачам нелинейного логико-непрерывного программирования (НЛЛНП). Поскольку ограничения в задачах линейного программирования «наиболее естественно» формализуются в виде импликаций «если Y_0 , то Y_1 или Y_2 или ... или Y_n », которые можно представить в виде дизъюнкций $\bar{Y}_0 \vee Y_1 \vee Y_2 \vee \dots \vee Y_n$,

В работах [6, 7] введено понятие «дизъюнктивного программирования». Необходимость дальнейшего совершенствования методов решения задач НЛДНП и ЛЛНП привели авторов [1, 6, 7] к модели «обобщенного дизъюнктивного программирования», которая имеет вид [5]

$$\left\{ \begin{array}{l} \min z = \sum_{k \in K} c_k + f(x), \quad g(x) \leq 0, \quad x \in R^m; \\ \bigvee_{j \in J_k} \begin{bmatrix} Y_{jk} \\ h_{jk}(x) \leq 0 \\ c_k = \gamma_{jk} \end{bmatrix}, \quad k \in K, \quad Y \in \{I, L\}, \quad c \in R^n; \quad \Omega(Y) = I \end{array} \right\}.$$

В этой модели используются булевы переменные Y_{jk} ($j \in J_k$, $k \in K$), принимающие значения «истина» (И) или «ложь» (Л) и фиксирующие включение того или иного элемента множества E в искомое решение. Булева функция $\Omega(Y)$ выражает те же правила построения альтернативных вариантов, что и система псевдобулевых ограничений $Ay \leq a$. Для построения $\Omega(Y)$ знания о МАВ представляются сначала в виде обобщенной схемы (максимально-избыточной структуры [1-3], или суперструктуры). Целевая функция имеет составляющую $f(x)$, зависящую от непрерывных переменных, и составляющую $\sum_{k \in K} c_k$, где $c_k = \lfloor Y_{jk} \rfloor * \gamma_{jk}$, причем $\lfloor Y_{jk} \rfloor = 1$, если $Y_{jk} = I$, и $\lfloor Y_{jk} \rfloor = 0$, если $Y_{jk} = L$.

В [1] приведены примеры решения задач синтеза технологических схем производства этилена, очистки воды, производства цемента, схем размещения скважин добычи нефти и перерабатывающих платформ, цепей поставок и размещения многопродуктового производства.

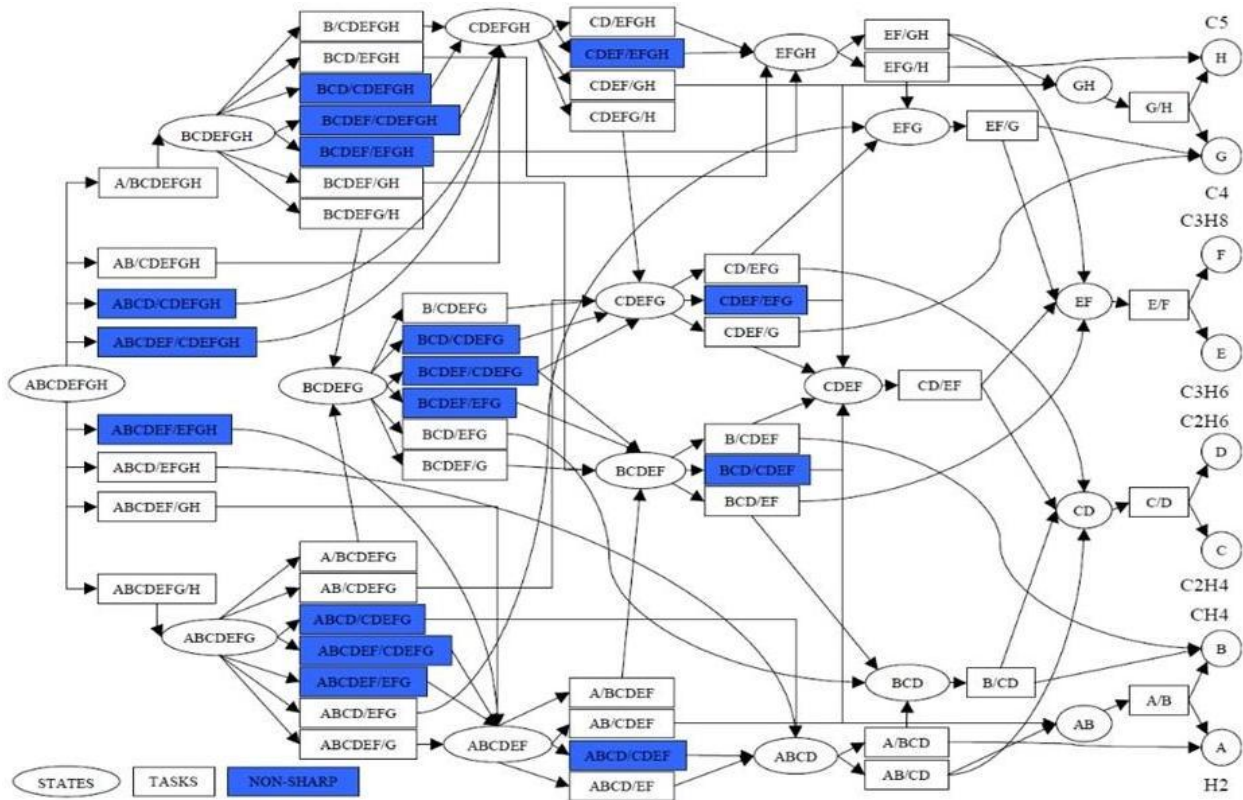


Рис. 1 – Суперструктура, представляющая множество возможных вариантов технологического процесса этиленового завода

На рис. 1 представлена суперструктура, представляющая множество возможных вариантов технологического процесса этиленового завода. Сырье на входе – это смесь водорода, метана, этана, этилена, пропана, пропилена, а также C4, C5 и C6.

Для каждой потенциальной функции разделения использованы такие блоки, дефлегматоры, мембраны, PSA, блоки физического и химического поглощения в дополнение к стандартным колонкам дистилляции и блокам охлаждения.

Суперструктура на рис. 1 содержит 53 операционных блока, включая такие блоки, как A/B – блок охлаждения; C/D – chemical absorber; E/F – сплиттер; G/H – дебутанизатор; F/G – депропанатор; D/E – деэтанатор; AB/CD – дефлегматор.

Для решения задачи синтеза в [1] использована параметрическая модель, содержащая 5800 псевдобулевых переменных и 52700 ограничений. Задача поставлена как обобщенная задача дизъюнктивного программирования и затем сформулирована как задача смешанного нелинейного программирования. Для решения этой задачи посредством пакета DICOPT (CONOPT2/CPLEX) потребовалось 3 часа процессорного времени на машине Pentium-III. Экономический эффект составил 30 миллионов долларов, главным образом за счет сокращения затрат на охлаждение.

Системное проектирование предполагает сравнение альтернативных вариантов проектных решений из множества и выбор наилучшего по критериальным показателям – критериям технического совершенства, экономичности,

эффективности, экологичности, социальной значимости и т.д. Критериальные показатели должны быть измеримыми, то есть должна быть установлены соответствующие шкалы уровней совершенства, эффективности и т.д. Количественное оценивание показателей предполагает использование соответствующей шкалы.

Литература

1. Grossmann I.E. Advances in logic-based optimization approaches to process integration and supply chain management // Chemical Engineering: Trends and Developments, M.A. Galan and E. Del Valle, Ed. West Sussex: Wiley, 2005. P. 299-322.
2. Quaglia A., Sarup B., Sin G., Gani R. Integrated Business and Engineering Framework for Synthesis and Design of Enterprise-Wide Processing Networks // Computers & Chemical Engineering, 2012. Vol. 38, P. 213-223.
3. Гольштейн Е.Г. Об одном классе нелинейных экстремальных задач // ДАН СССР, 133, 1960, №3. С. 507-510.
4. Канторович Л. В. Новый метод решения некоторых классов экстремальных задач // ДАН СССР, 28, 1940. С. 211-214.
5. Канторович Л. В. Методы оптимизации и математические модели экономик // УМН, 25:5(155), 1970. С. 107–109.
6. Balas E. Disjunctive Programming // Annals of Discrete Mathematics, 1979, Vol. 5. P. 3-51.
7. Balas E. Disjunctive Programming and a Hierarchy of Relaxations for Discrete Optimization Problems // SIAM J. Alg. Disc. Meth. 1985, Vol. 6. P. 466-486.

References

1. Grossmann I.E. Advances in logic-based optimization approaches to process integration and supply chain management // Chemical Engineering: Trends and Developments, M.A. Galan and E. Del Valle, Ed. West Sussex: Wiley, 2005. P. 299-322.
2. Quaglia A., Sarup B., Sin G., Gani R. Integrated Business and Engineering Framework for Synthesis and Design of Enterprise-Wide Processing Networks // Computers & Chemical Engineering, 2012. Vol. 38, P. 213-223.
3. Gol'shtejn E.G. Ob odnom klasse nelinejnyh jekstremal'nyh zadach // DAN SSSR, 133, 1960, №3. S. 507-510.
4. Kantorovich L. V. Novyj metod reshenija nekotoryh klassov jekstremal'nyh zadach // DAN SSSR, 28, 1940. S. 211-214.
5. Kantorovich L. V. Metody optimizacii i matematicheskie modeli jekonomik // UMN, 25:5(155), 1970. S. 107–109.
6. Balas E. Disjunctive Programming // Annals of Discrete Mathematics, 1979, Vol. 5. P. 3-51.
7. Balas E. Disjunctive Programming and a Hierarchy of Relaxations for Discrete Optimization Problems // SIAM J. Alg. Disc. Meth. 1985, Vol. 6. P. 466-486.

Головин Д.В.

Магистрант,

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ РАМЫ БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ПНИПУ

Аннотация

Работа посвящена определению прочностных характеристик пространственной трубчатой рамы спортивного автомобиля класса «Формула Студент».

Ключевые слова: FSAE, Формула Студент, пространственная трубчатая рама, Solidworks, прочность.

Golovin D.V.

Master,

Perm National Research Polytechnic University

STRENGTH ANALYSIS OF FORMULA STUDENT SPACE FRAME

Abstract

The work is dedicated to the definition of the strength characteristics of the tubular space frame for FSAE racecar.

Keywords: FSAE, Formula Student, tubular space frame, Solidworks.

Работа и ее актуальность связана с подготовкой к участию в международных соревнованиях «Формула Студент» команды Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ). Целью соревнований является разработка студентами собственного болида формульного типа с целью участия и победы в соревнованиях [1].

Несущая система болида играет основополагающую роль в его конструкции. Прочностные характеристики рамы являются самыми важными параметрами любого гоночного автомобиля, поскольку от них зависит безопасность пилота в случае аварийной ситуации. В ходе проектирования рамы разработчикам необходимо прийти к компромиссу между достаточной прочностью конструкции и ее низкой массой.

Разработка модели конструкции рамы (рисунок 1) производилась при помощи программного продукта «Solidworks 2015 Student edition»[2].

Так как основная часть соревнований «Формула Студент» посвящена динамическим испытаниям гоночных автомобилей, требования регламента в большей степени посвящены безопасности пилота во время управления болидом. Разработка конструкции рамы производилась согласно регламенту и отвечает его требованиям:

- произведен выбор материала сталь 20 [3], отвечающий требованиям регламента;
- произведена компоновка обязательных элементов силовой структуры и триангуляция их в узлы;
- соблюдены размеры основных профилей сечений элементов силовой структуры.

Несмотря на тот факт, что рама разработана согласно с основными требованиями регламента, предъявляемыми к несущим системам гоночных автомобилей данного класса, немаловажным этапом при разработке оказалась оценка

безопасности спроектированной конструкции несущей системы. В части AFR (alternative frame rules - альтернативные требования к конструкции несущей системы) регламента соревнований «Формула Студент» описана методика оценки пассивной безопасности конструкции рамы, для команд, которые разрабатывают несущую систему не в соответствии с частью T [1].

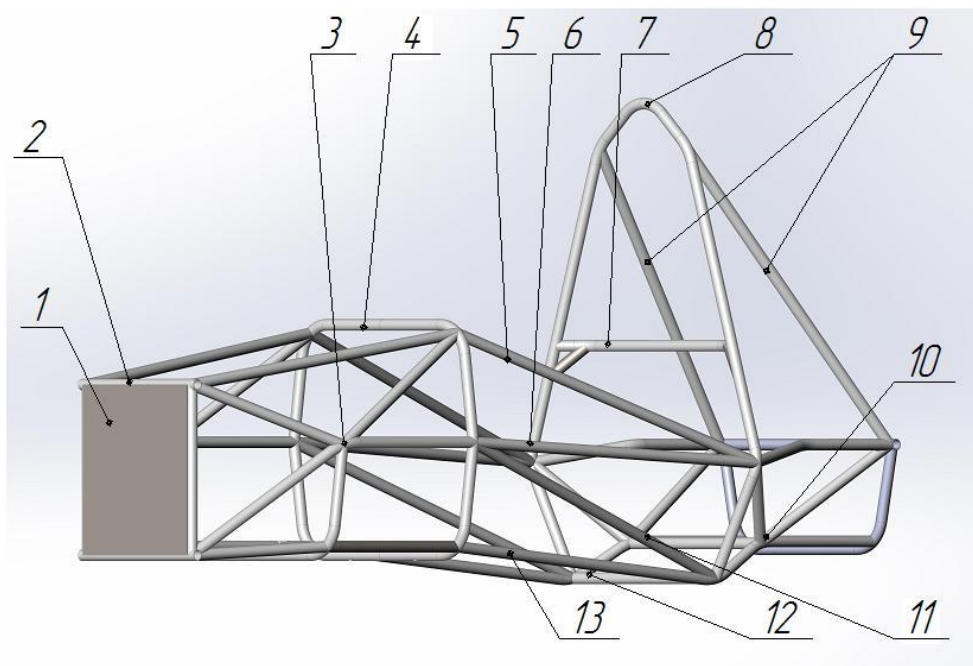


Рис. 1 – Модель разработанной рамы

1. Лист передней перегородки 2. Передняя перегородка 3. Опоры передней перегородки 4. Передняя дуга 5. Распорка передней дуги 6. Верхняя труба боковой защиты 7. Труба крепления плечевых ремней 8. Главная дуга 9. Распорки главной дуги 10. Опоры главной дуги 11. Диагональная труба боковой защиты 12. Основание главной дуги 13. Нижняя труба боковой защиты.

Согласно части AFR регламента было выбрано несколько нагрузочных режимов для оценки безопасности несущей системы:

- Нагрузка вершины передней дуги статическими силами в направлении продольной оси автомобиля - 6кН, поперечной оси - 5 кН, вертикальной оси - 9кН.
- Нагрузка вершины главной дуги статическими силами в направлении продольной оси автомобиля - 6кН, поперечной оси - 5 кН, вертикальной оси - 9кН.

Данные режимы нагружения имитируют распространенные аварийные ситуации (фронтальный удар, боковой удар, опрокидывание) и в значениях статических нагрузок учтен коэффициент динамичности. Оценка производилась по максимальному перемещению элементов - не более 25 мм, и по минимальному коэффициенту запаса прочности элементов - более 1 (разрушение нигде не должно произойти).

Оценка прочностных характеристик осуществлялась при помощи программного модуля «Solidworks Simulation» [4]. Производилась фиксация рамы в местах крепления подвески, приложение сил к элементам вершин главной и передней дуги и получение эпюр запаса прочности и перемещений [5, 6]. На рисунках 2 и 3 представлены типичные эпюры запаса прочности и перемещений элементов рамы. Для наглядности результаты расчета приведены в таблице 1. Минимальный запас прочности и максимальное перемещение элементов рамы равны 1.04 и 7.72 мм соответственно, данные значение относятся к режиму нагружения вершины главной дуги силой 5 кН вправо в направлении поперечной оси автомобиля (рисунки 2, 3).

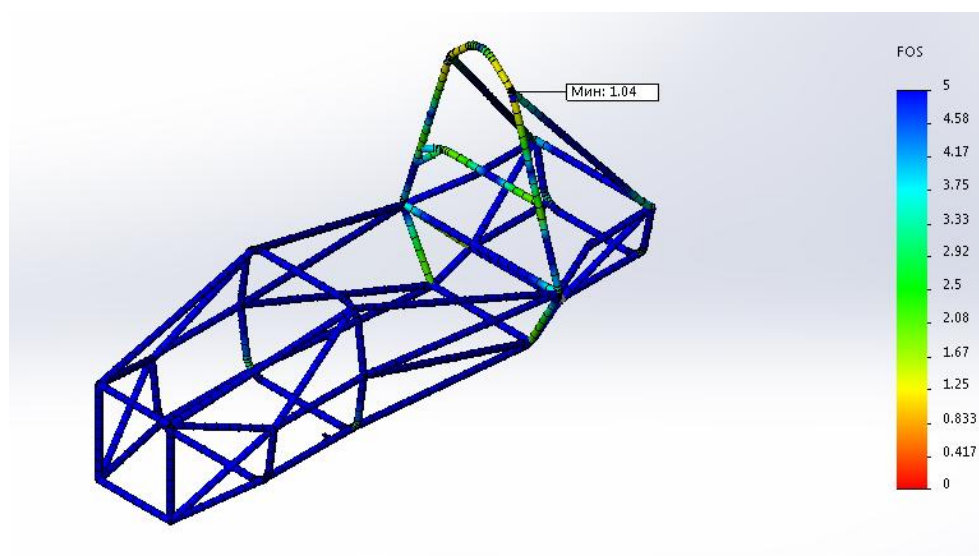


Рис. 2 – Эпюра запаса прочности при нагружении вершины главной дуги силой 5 кН в поперечном направлении

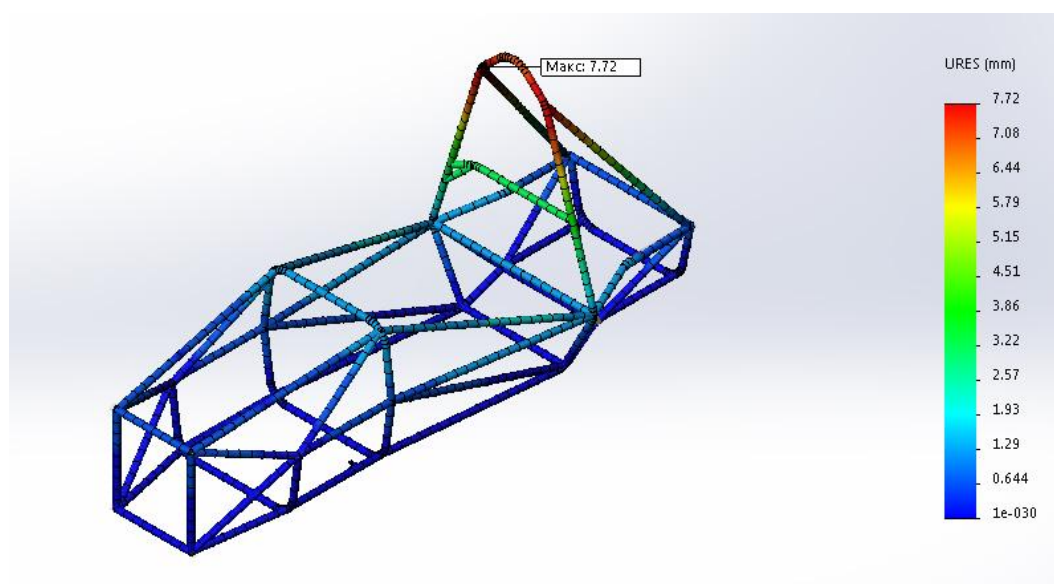


Рис. 3 – Эпюра перемещений при нагружении вершины главной дуги силой 5 кН в поперечном направлении

Таблица 1 – Результаты прочностного расчета рамы

Место приложения нагрузки	Значение силы и вектор направления	Минимальный запас прочности	Максимальное перемещение, мм
Вершина передней дуги	6 кН назад в направлении продольной оси автомобиля	1,74	1,74
Вершина передней дуги	5 кН вправо в направлении поперечной оси автомобиля	1,22	10,8
Вершина передней дуги	9 кН вниз в направлении вертикальной оси	1,11	3,33
Вершина главной дуги	6 кН назад в направлении продольной оси автомобиля	1,12	7,44
Вершина главной дуги	5 кН вправо в направлении поперечной оси автомобиля	1,04	7,72
Вершина главной дуги	9 кН вниз в направлении вертикальной оси	1,21	3,91

По результатам проведенного анализа прочностных характеристик спроектированной рамы болида класса «Формула Студент» в программном продукте Solidworks Simulation по методике, описанной в регламенте FSAE, были получены результаты в виде эпюр перемещений и запаса прочности, по которым можно судить, что спроектированная конструкция рамы в соответствии с частью Т обеспечивает безопасность пилота во время динамических испытаний на должном уровне.

Литература

1. 2015 Formula SAE Rules [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fsaeonline.com/content/2015-16%20FSAE%20Rules%20revision%2091714%20kz.pdf> (дата обращения: 15.05.2015).

2. Руководство для учащихся по изучению программного обеспечения SolidWorks. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 1995-2010; компания Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA [Электронный ресурс]. - URL: https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_RUS.pdf (дата обращения: 15.05.2015).

3. Головин Д.В., Бояршинов Д.А. Выбор материала для рамы болида «Формула Студент» // Сборник трудов III Всероссийского форума «Студенческие инженерные проекты». - М: МАДИ, 2015. – С.20.

4. An Introduction to Stress Analysis Applications with SolidWorks Simulation, Student Guide [Электронный ресурс]. - URL: http://www.solidworks.com/sw/docs/Simulation_Student_WB_2011_ENG.pdf (дата обращения: 15.05.2015).

5. William B. Riley, Albert R. George. Design, Analysis and Testing of a Formula SAE Car Chassis. Cornell University. SAE technical paper series. Motorsports Engineering. Conference & Exhibition. Indianapolis, Indiana. December 2-5, 2002

6. Гончаров К.О., Кулагин А.Л., Тумасов А.В., Орлов Л.Н. Имитация условий аварийного нагружения каркаса спортивного автомобиля класса «Формула Студент» [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/6/518.pdf> (дата обращения: 30.05.2015).

References

1. 2015 Formula SAE Rules, available at: <http://www.fsaeonline.com/content/2015-16%20FSAE%20Rules%20revision%2091714%20kz.pdf> (accessed 15 May 2015).

2. Rukovodstvo dlia uchashchikhsia po izucheniiu programmnogo obespecheniia SolidWorks [Guide for students to study the SolidWorks software]. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 1995-2010; kompaniia Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA, available at: https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_RUS.pdf (accessed 15 May 2015).

3. Golovin D.V., Boiarshinov D.A. Vybor materiala dlia ramy bolida «Formula Student» [Choice of material for a frame of the car Formula Student]. Sbornik trudov III Vserossiiskogo foruma «Studencheskie inzhenernye proekty». Moscow: MADI, 2015. pp. 20.

4. An Introduction to Stress Analysis Applications with SolidWorks Simulation, Student Guide available at: http://www.solidworks.com/sw/docs/Simulation_Student_WB_2011_ENG.pdf (accessed 15 May 2015).

5. William B. Riley, Albert R. George. Design, Analysis and Testing of a Formula SAE Car Chassis. Cornell University. SAE technical paper series. Motorsports Engineering. Conference & Exhibition. Indianapolis, Indiana. December 2-5, 2002.

6. Goncharov K.O., Kulagin A.L., Tumasov A.V., Orlov L.N. Imitatsiia uslovii avariinogo nagruzheniia karkasa sportivnogo avtomobilia klassa «Formula Student» [Simulated emergency loading conditions of frame of a sport car class "Formula Student"]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia, 2012, no.6, available at: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/6/518.pdf> (accessed 30 May 2015).

Ержанова М.Е.¹, Джунисбеков М.Ш.², Кейкиманова М.³

¹Кандидат технических наук, ²кандидат технических наук, профессор, ³кандидат технических наук, Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕСТОВЫХ ЗАГОТОВОК

Аннотация

Статья направлена на решение вопросов повышения качества изделий из муки и снижение энергозатрат на их производство путем непрерывного дозирования воды в зону замеса и является продолжением и развитием научного направления по исследованию процесса замеса теста.

Ключевые слова: хлебобулочная продукция, процесс перемешивания, подача воды, замес теста.

Erzhanova M.E.¹, Dzhunisbekov M.Sh.², Keikimanova M.³

¹PhD in Engineering, ²PhD in Engineering, ³PhD in Engineering, M.Kh. Dulaty Taraz State University

SOME ISSUES OF IMPROVING THE QUALITY OF DOUGH

Abstract

The article addresses the issues of improving the quality of flour products and reduction of energy consumption in their production by continuous metering of water in the mixing zone and is a continuation and development of the scientific direction for the study of the process of kneading dough.

Keywords: bakery products, the mixing process, the supply of water, kneading.

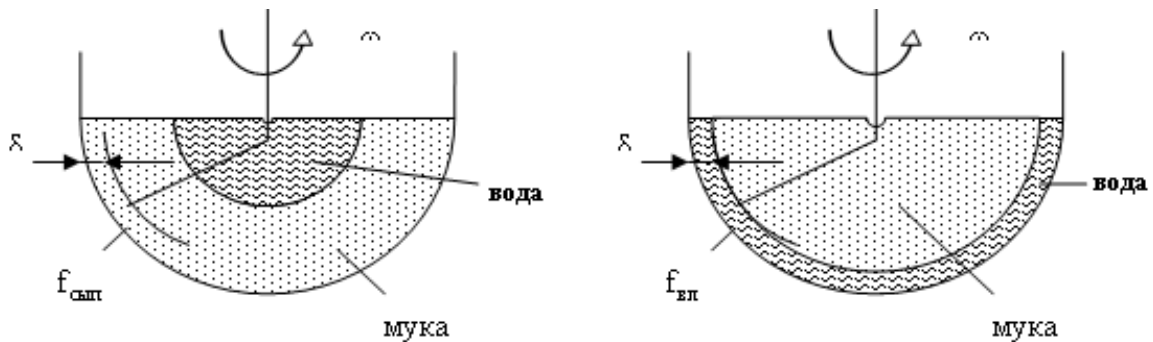
Согласно современным тенденциям науки о питании ассортимент хлебобулочной продукции должен быть расширен выпуском изделий улучшенного качества и повышенной пищевой ценности.

Производство пищевых продуктов неразрывно связано с подготовительным процессом перемешивания исходных компонентов сырья. В хлебопекарной промышленности смешение муки, воды и других ингредиентов преследует цель получения высококачественного теста. Процесс перемешивания пищевых компонентов сопровождается сложными физико-химическими, коллоидными и биохимическими процессами, происходящими с ними в рабочем объеме смесителя[1]. Поэтому перемешивание можно рассматривать как способ интенсификации этих процессов, приводящих к получению полуфабриката с заранее заданными свойствами, что необходимо для последующего его формирования.

В качестве объекта исследования в работе были использованы: мука пшеничная хлебопекарная, соль пищевая поваренная помола №1, дрожжи сухие первого сорта, вода питьевая.

С целью интенсификации процесса замеса теста, нами предложен новый способ (рисунок 1 б) замеса с подачей воды в емкость (дежу) по ее стенке (окружности) перед дозировкой муки.

Результаты экспериментов показали, что при подаче воды в зазор между диском и тестом коэффициент трения снижается в 2–3 раза в зависимости от состава теста. Коэффициенты трения теста для формового хлеба 1,35, батона и подового хлеба 0,26 и 0,22 соответственно. При подаче воды – 0,14 – 0,11 при любой нагрузке.



а)

б)

Рис. 1 – Схемы подачи воды для замеса теста

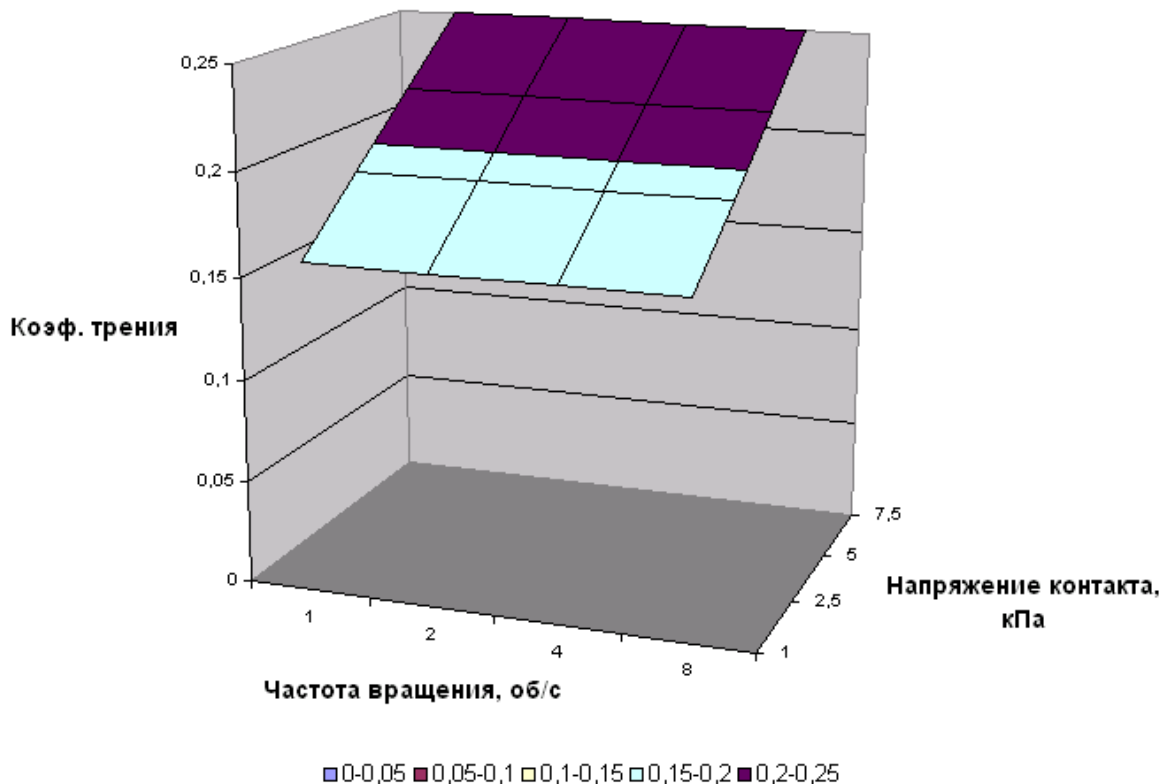


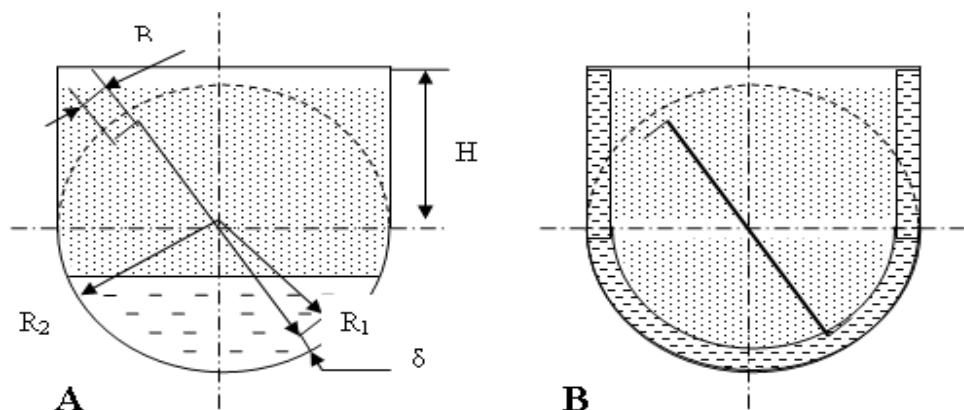
Рис. 2 – Зависимость коэффициента трения теста из пшеничной муки первого сорта для батона нарезного от величины напряжения контакта и частоты вращения диска

В работе исследовались влияния геометрических характеристик экспериментальной мешалки на процесс замеса теста. Были проведены эксперименты по изучению величины мощности, потребляемая приводом тестомесильной машины и определяющая степень обработки тестовой массы, меняется в процессе замеса следующим образом: нарастание мощности (начало смешивания), достижение пика (завершение смешивания), затем спад — механическое разрушение клейковинного каркаса тестовой массы (пластикация) [4]. Максимальное значение мощности в 1,5—2 раза превышает мощность при пластикации тестовой массы, тогда как именно в этот период необходима высокоинтенсивная механическая обработка. Это объясняется тем, что при завершении смешивания объем образовавшейся тестовой массы уменьшается и занимает не более 0,4—0,45 полезного объема месильной емкости, что вызывает уменьшение потребляемой мощности [2]. Снижения интенсивности механической обработки при пластикации массы можно избежать, изменив параметры месильной емкости (рисунок 4): увеличив степень заполнения тестом полезного объема V месильной емкости, оцениваемую коэффициентом заполнения K_3 :

$$K_3 = \frac{R_1^2}{R_2^2} \quad (1)$$

где R_1 – радиус месильного органа, м; R_2 – радиус месильной емкости, м.

Испытания показали, что эффективность замеса возрастает, уменьшается распыл муки на 20-25%, улучшаются структурно-механические свойства теста. Пористость по сравнению с контрольными замесами возрастает на 3-5%. Готовые изделия имеют высокие органолептические и вкусовые показатели. На рисунке 3(а,в) показаны схемы процесса тестоприготовления традиционным способом и с непрерывной подачей воды. В таблице 1 приведены свойства теста из пшеничной муки 1 сорта для батона нарезного и показатели качества готовых изделий.



R_1 - радиус месильного органа; R_2 - радиус месильной емкости; δ - величина зазора; B - ширина лопасти месильного органа; H - высота месильной емкости

Рис. 3 – Схема процесса тестоприготовления: А – традиционный замес, В – с непрерывной подачей воды

Таблица 1 – свойства теста и показатели качества готовых изделий из муки среднего хлебопекарного достоинства

Показатели	Замес теста	
	опытный	контроль
Вязкость теста, 10^{-3} Па·с:		
- начальная	0,91	0,98
- через 30 мин брожения	0,68	0,72
- через 60 мин брожения	0,52	0,69
- через 75 мин брожения	0,44	0,58
- через 90 мин брожения	0,41	0,52
Свойства теста после расстойки по матурографу:		
Время окончательной расстойки, мин	70	64
Уровень теста, ед. прибора	440	410
Устойчивость в брожении (стабильность), мин	4	6
Структурная прочность (упругость), ед. прибора	205	190
Свойства теста в процессе выпечки по оффентрибгерету, ед. прибора:		
- объем теста после расстойки	300	300
- объем изделия после выпечки	480	470
- подъем теста	180	170
- конечный подъем теста	70	30
Продолжительность брожения, мин	90	90
Качество батонов:		
- удельный объем, $\text{см}^3/\text{г}$:	4,85	4,76
- формоустойчивость, Н/Д	0,40	0,38
- пористость, %	85 (мелкие равномерные)	79 (неоднородные)
- сжимаемость мякиша на пенетрометре, ед. прибора: $\Delta H_{\text{ОБЩ}}$	101,4	88,0
$\Delta H_{\text{УПР}}$	28,0	21,4
$\Delta H_{\text{ПЛ}}$	73,4	66,6

Аналогичные результаты получены при опытном замесе теста для формового и подового хлеба. Анализ полученных данных показал, что повысились такие показатели, как структурная прочность теста на 7,8%; конечный подъем теста более чем в 2 раза; удельный объем хлеба на 1,5 – 2,5%; формоустойчивость на 5,2%; пористость на 6%; а также сжимаемость мякиша.

Было определено что время замеса при экспериментальном замесе теста сократилось с 6 до 3 минут. Это привело к сокращению расхода электроэнергии на замес теста, которое составляет: $4,5 \text{ кВт} \cdot 3/60 \text{ мин} = 0,09 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$. При выходе

батона нарезного 133%, формового хлеба 148%, подового хлеба 144%. Экономия электроэнергии составит $1000/(200 \cdot 1,33) = 3,76$ кВт*ч на тонну батонов нарезных, $1000/(200 \cdot 1,48) = 3,39$ кВт*ч на тонну формового и $1000/(200 \cdot 1,44) = 3,47$ кВт*ч на тонну подового хлеба.

Выводы:

1. Постоянное дозирование заданного количества воды на стенку месильной камеры на протяжении всего процесса позволит увеличить степень механической проработки, повысив скорость протекающих реакций, степень перемешивания, его интенсивность.

2. Определены поверхностные свойства теста при предлагаемом способе замеса. Величина напряжения адгезии теста из пшеничной муки 1 сорта для формового, подового хлеба и батона нарезного увеличивается при росте напряжения и продолжительности предварительного напряжения контакта.

При подаче воды в зазор между диском и тестом коэффициент трения снижается в 2 – 3 раза в зависимости от состава теста. Коэффициенты трения для формового хлеба 1,35, батона и подового теста 0,26 и 0,22 соответственно. При подаче воды 0,14 – 0,11 при любой нагрузке.

3. При непрерывном дозировании воды в зону замеса максимальная мощность достигается позже и ее значение ниже, чем при традиционном замесе. Снижается общая работа процесса. Зависимость потребляемой мощности от частоты вращения рабочего органа мешалки $N = a + bn$. Коэффициенты уравнения зависят от геометрических параметров.

Величина удельной работы и интенсивности замеса зависит от коэффициента заполнения месильной камеры и величины зазора между стенкой и рабочим органом мешалки. Установлено, что оптимальное значение коэффициента заполнения лежит в пределах 0,85 – 0,9.

4. Промышленные испытания предложенного способа замеса теста из пшеничной муки 1 сорта подтвердили эффективность предложенного способа замеса. Продолжительность замеса сократилась с 6 до 3 минут, повысилось качество теста и готовых изделий: структурная прочность теста на 7,8%; конечный подъем теста более чем в 2 раза; удельный объем хлеба на 1,5 – 2,5%; формоустойчивость на 5,2%; пористость на 6%; а также сжимаемость мякиша.

5. Внедрение экспериментального процесса замеса теста позволило только за счет сокращения времени замеса снизить затраты электроэнергии на замес теста на 3,76 кВт*ч на тонну батонов нарезных, 3,39 кВт*ч на тонну формового и 3,47 кВт*ч на тонну подового хлеба.

Литература

1. Еркебаев М.Ж., Ержанова М.Е., Медведков Е.Б., Исабекова Л.С. Поверхностные свойства теста при замесе с непрерывной подачей воды // Пищевая технология и сервис. – 2008. - №4. - С. 10-13.
2. Современные способы механической обработки пищевых масс./М.Ж.Еркебаев, С.А. Мачихин, Е.Б. Медведков, А.В. Попелюшко.- Алматы, 1998. -140с.
3. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – 8-ое изд.; переработан и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. -416с.
4. Берман Г.К., Абрамов Н.И., Мачихин С.А. Критерий перемешивания при замесе теста// Хлебопекарная и кондитерская промышленность. –1976. – №5. - С. 29-31

References

1. Erkebayev M.Zh., Erzhanova M.E., Medvedkov E.B., Isabekova L.S. Poverhnostnyye svoystva testa pri zamese s nepreryvnoi podachei vody// Pishhevaya tehnologiya i servis.-2008.- №4. - s. 10-13.
2. Sovremennyye sposoby mekhanicheskoi obrabotki pishhevyyh mass./ Erkebayev M.Zh., Machihin S.A., Medvedkov E.B., Popelyushko A.B.-Almaty, 1998.-140 s
3. Auerman L.Y. Tehnologiya hlebopekarnogo proizvodstva/-8-oe izd; pererabotan i dop.-M.: Legkaya i pishhevaya promyshlennost, 1984.-416s.
4. Berman G.K., Abramov N.I., Machihin S.A. kriterii peremeshivaniya pri zamese testa// Hlebopekarnaya i konditerskaya promyshlennost.- 1976.- №5. - s. 29-31

DOAJ

Все материалы, опубликованные в Международном научно-исследовательском журнале, размещаются в депозитарии научных изданий Университета Лунда.

DOAJ (Лунд, Швеция) [<http://www.doaj.org/>].

Таким образом, публикации наших авторов доступны еще большему кругу исследователей, что повышает их статус и увеличивает возможность цитирования.

Журавлева Н.М.¹, Кизеветтер Д.В.², Смирнова Е.Г.³, Резник А.С.⁴, Панин Н.С.⁵¹Кандидат технических наук, ²доктор технических наук, ⁴инженер ⁵магистр

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого,

³доктор технических наук Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени Кирова**ПОВЫШЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ БУМАЖНО-ПРОПИТАННОЙ ИЗОЛЯЦИИ****Аннотация**

В статье рассмотрены возможности повышения срока службы бумажно-пропитанной изоляции в силовых трансформаторах с помощью модификации целлюлозного компонента, а также с помощью внедрения непрерывного мониторинга состояния масла.

Ключевые слова: целлюлоза сосны, биополимеры, бумажно-пропитанная изоляция, мониторинг, силовой трансформатор.

Zhuravleva N.M.¹, Kisevetter D.V.², Smirnova E.G.³, Reznik A.S.⁴, Panin N.S.⁵¹PhD in Engineering, ¹PhD in Engineering, ²PhD in Engineering, ⁴engineer, ⁵master,

Saint-Petersburg Polytechnical University of the Great Peter

¹PhD in Engineering, Saint Petersburg State Forest Technical University**THE INCREASE OF THE LIFETIME OF PAPER-IMPREGNATED INSULATION****Abstract**

In the article are considered the possibilities of increasing the lifetime of paper-impregnated insulation of power transformers by modifying insulating paper with biopolymer and by monitoring of its state during the exploitation.

Keywords: pine cellulose, biopolymers, paper-impregnated insulation, monitoring, biopolymer, power transformer.

Современная электроэнергетика квалифицируется, как фундаментальная отрасль развития человечества [1]. От бесперебойного электроснабжения потребителей различного уровня ответственности (которое, вполне очевидно, связано со стабильной работой силовых трансформаторов - СТ), без преувеличения, зависит жизнедеятельность человека. Поэтому проблема повышения надежности и работоспособности СТ является несомненно актуальной и имеет важнейшее значение для практики. Основной причиной отказов указанного энергетического оборудования (которые зачастую сопровождаются авариями и пожарами) признано старение электрической изоляции на основе пропитанной целлюлозной бумаги (ЦБ), в настоящее время не имеющей для данной отрасли высоковольтной техники конкурентоспособных аналогов. Ресурс СТ определяется состоянием целлюлозного компонента, так как пропитывающий жидкий диэлектрик (менее устойчивый к воздействию эксплуатационных факторов) можно и нужно своевременно заменять. Однако принятый мониторинг параметров масла требует остановки СТ и проводится редко (раз в 5 лет, если трансформатор снабжен фильтрами), а контролируемые показатели не в полной мере отражают реальную ситуацию. Действительно, коагуляция продуктов старения компонентов бумажно-пропитанной изоляции (БПИ) и механических примесей приводит к образованию и осаждению шлама (в том числе – на обмотках трансформатора [2], что чревато ростом электропроводности твердой изоляции), в то время как значение диэлектрических потерь масла оказывается заниженным. В этих условиях достоверный прогноз срок службы СТ весьма затруднен, тем более, что их ресурс, как известно [1], определяется не столько временем, сколько режимом эксплуатации, который в большей степени непредсказуем. Следовательно, для повышения срока штатного функционирования одного из основных (и дорогостоящих) элементов энергосистем – силовых трансформаторов необходим непрерывный мониторинг пропитывающей среды и совершенствование электрофизических свойств трансформаторной бумаги.

Решению первой задачи может способствовать применение непрерывного оптического контроля, в том числе – на базе предлагаемого нами метода с использованием волоконно-оптического осветителя [3]. Что касается целлюлозного компонента, то его уникальной отличительной особенностью является тот, хорошо известный, факт, что основные электрические характеристики электроизоляционной бумаги (ЭИБ) в процессе эксплуатации практически не изменяются. Однако целлюлоза имеет низкую нагревостойкость: термоокислительная деструкция ЭИБ приводит к снижению средней степени полимеризации макромолекул целлюлозы и механической прочности материала (вплоть до его физического разрушения). Следовательно, необходим поиск путей повышения устойчивости бумаги к длительному воздействию повышенных температур, одним из которых может являться модификация целлюлозной основы структурообразующими компонентами.

Достаточно давно известен способ структурирования целлюлозной основы ЭИБ биополимером хитозан (Ch) – полным структурным аналогом целлюлозы, получаемым в основном из хитина панцирей ракообразных [4]. Однако эффективность композита, как диэлектрика, существенно зависит от технологии введения Ch. Результаты исследований, представленные в настоящей публикации, посвящены новому виду модификации. Предлагается технология получения электроизоляционной бумаги [5], при которой полотно ЭИБ формируется двумя видами целлюлозы: традиционной растительной – РЦ (а именно, хвойной электроизоляционной целлюлозой сульфатной варки) и бактериальной (БЦ), синтезируемой в виде нано-гель-пленки особыми бактериями (в нашем случае – *Acetobacter Xylinum*) на субстратах, содержащих источники углерода, азота, витаминов и воду. Таким образом, целлюлозная основа ЭИБ состоит из волокон, характеризующихся не просто сродством, а являющихся химически идентичными компонентами различного природного происхождения. В настоящее время БЦ эффективно используется, в частности, в медицине и отличается от РЦ: высокой упорядоченностью структуры (вследствие прямолинейного движения бактерий в питательной среде); предельной малой толщиной волокна (0,01 – 0,1 мкм); тончайшей пористостью; повышенной химической чистотой, степенью кристалличности и механической прочностью. Вследствие перечисленных особенностей биополимера можно было ожидать и более высокую термостабильность модифицированной электроизоляционной бумаги по сравнению с прототипом традиционного исполнения.

При проведении сравнительных испытаний на устойчивость бумажно-пропитанной композиции к длительному воздействию повышенной температуры в качестве прототипа (образец №1) была выбрана ЭИБ промышленного изготовления из электроизоляционной целлюлозы сосны сульфатной варки (РЦ). Одновременно испытывались опытные виды бумаги, изготовленные в ЛТА:

№2 – из 100% БЦ; №3 – из 90 % РЦ + 10 % БЦ.

Для указанных видов бумаги оценивалась кратковременная электрическая прочность – $E_{пр}$ в системе электродов шар (диаметром 6 мм) – плоскость (диаметром 20 мм) – рисунок 1. Одновременно проводилось термостарение при температуре 140°C в воздушной среде (в ходе которого оценивался предел механической прочности на разрыв – σ_p) и в среде трансформаторного масла марки ГК в условиях каталитического влияния меди (рис.2). На рисунке 3 представлены микрофотографии фрагментов рассматриваемых видов ЭИБ после 220 часов старения.

Приведенные результаты наглядно иллюстрируют перспективность предлагаемого вида модификации, так как обеспечивают повышение как электрической, так и механической прочности ЭИБ

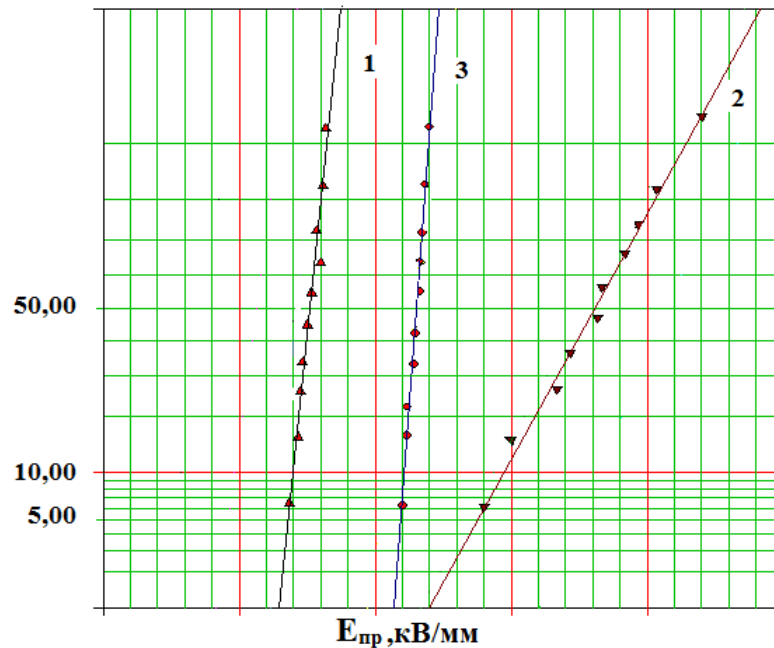


Рис. 1 – Функции нормального распределения $E_{пр}$

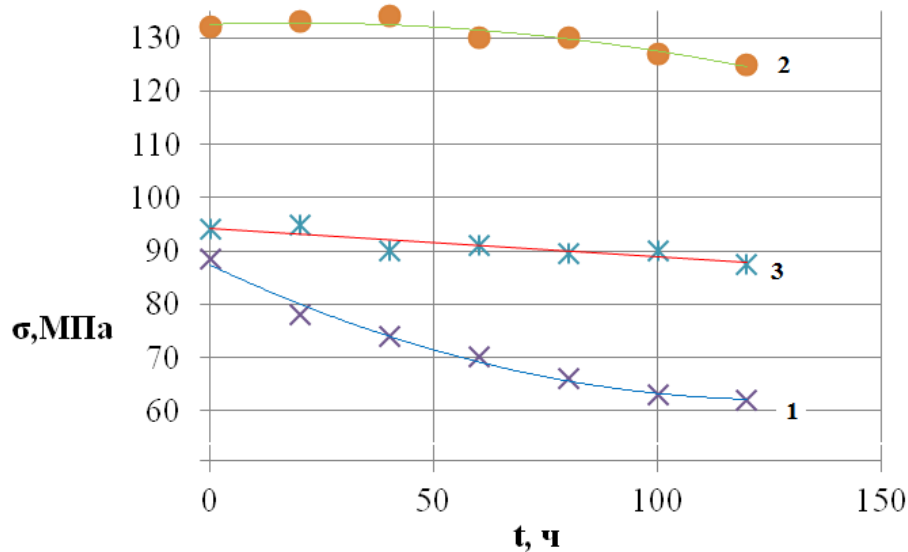


Рис. 2 – Зависимости предела механической прочности на разрыв образцов ЭИБ от времени термостарения

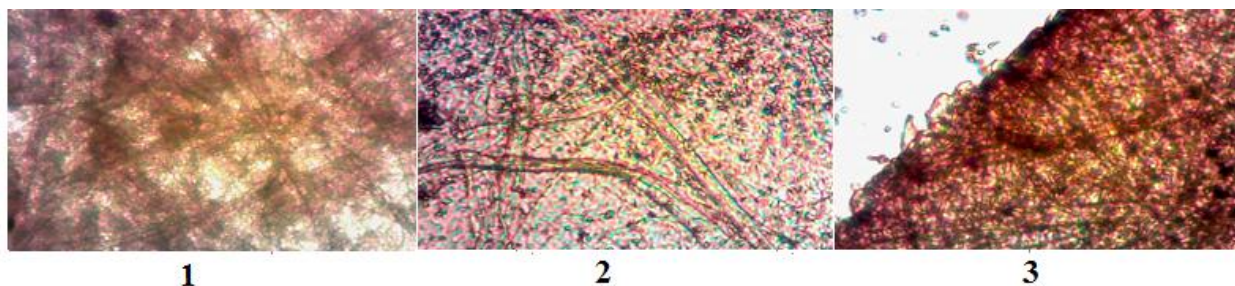


Рис. 3 – Микрофотографии (х 400) фрагментов ЭИБ состава:
1 – 100% ЭИЦ; 2 – 100 % БЦ; 3 – 90 % ЭИЦ + 10 % БЦ

Литература

1. А. Лоханин. Обзор докладов, представленных на 43 сессии международной конференции СИГРЭ по тематике исследовательского комитета А2 "Трансформаторы" // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2010. – №3.
2. Васин, В.П. Ресурс изоляции силовых маслонаполненных трансформаторов / В.П. Васин, А.П. Долин // Электро. – 2008. – № 3. – С. 12–17
3. К вопросу о диагностике состояния трансформаторного масла в процессе эксплуатации / А.Ю. Савина, Д.В. Кизеветтер, Н.М. Журавлева, А.В. Воробьев // НТВ СПбГПУ: Издво Политехн. ун-та. – 2013. – Т.3 (178). – С.118 – 125.
4. Способ изготовления электроизоляционной бумаги и картона /М.Н. Морозова, Н.М. Журавлева, Н.П. Осипова, Г.В. Михайлова, Д.М. Фляте, В.И. Ратников// АС № 1067114 от 15.01.84. Бюл. №2.
5. Способ получения электроизоляционной бумаги: пат. 2415221 Российская Федерация: МПК D 21 N 27/12/ Н.М. Журавлева, Б.И. Сажин, Е.Г. Смирнова, А.К. Хрипунов, Т.В. Ткаченко. – заявл. 30.04.2010.; опубл. 27.03.2011.

References

1. A. Lohanin. Obzor dokladov, predstavlenykh na 43 sessii mezhdunarodnoj konferencii SIGRJe po tematike issledovatel'skogo komiteta A2 "Transformatory" // Jelektrojenergija. Peredacha i raspredelenie. – 2010. – №3.
2. Vasin, V.P. Resurs izoljacji silovyh maslonaplnennyh transformatorov / V.P. Vasin, A.P. Dolin // Jelektro. – 2008. – № 3. – S. 12–17
3. K voprosu o diagnostike sostojanija transformatornogo masla v processe jekspluatacii / A.Ju. Savina, D.V. Kizevetter, N.M. Zhuravleva, A.V. Vorob'ev // NTV SPbGPU: Izdvo Politehn. un-ta. – 2013. – T.3 (178). – S.118 – 125.
4. Sposob izgotovlenija jelektroizoljacionnoj bumagi i kartona /M.N. Morozova, N.M. Zhuravleva, N.P. Osipova, G.V. Mihajlova, D.M. Fljate, V.I. Ratnikov// AS № 1067114 ot 15.01.84. Bjul. №2.
5. Sposob poluchenija jelektroizoljacionnoj bumagi: pat. 2415221 Rossijskaja Federacija: MPK D 21 N 27/12/ N.M. Zhuravleva, B.I. Sazhin, E.G. Smirnova, A.K. Hripunov, T.V. Tkachenko. – zajavl. 30.04.2010.; opubl. 27.03.2011.

Захарченко Н.В.¹, Бектурсунов Д.Н.², Горохов Ю.С.³, Талакевич Д.В.⁴

¹Доктор технических наук, ²аспирант, ³аспирант, ⁴аспирант,

Одесская национальная академия связи;

ДИСТАНЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБО-КОДОВ В КАНАЛАХ С ТАЙМЕРНЫМИ СИГНАЛАМИ

Аннотация

На базе турбо-кодов проведен анализ основных параметров непрерывных наиболее полно отражающих свойства сверточных кодов.

Ключевые слова: турбо-коды, сверточные коды, компонентные коды.

Zakharchenko N.V.¹, Bektursunov D.N.², Gorohov Y.S.³, Talakaevich D.V.⁴

¹PhD in Engineering, ²postgraduate, ³postgraduate, ⁴postgraduate,

Odessa National Academy of Telecommunications;

REMOTE DATA TURBO-CODES IN CHANNELS WITH TIMING SIGNALS

Abstract

On the basis of the turbo-code analyzes the basic parameters of continuous fully reflects the properties of convolution codes.

Keywords: turbo codes, convolutional codes, component codes.

Оценим эффективность непрерывных методов кодирования на примере турбо-кодов. Так как в качестве компонентных кодов в турбо-кодах используются сверточные коды [1], то остановимся на определении их характеристик помехоустойчивости для каналов с таймерными сигналами. Одной из таких характеристик является понятие свободного расстояния сверточного кода d_{free} , определяемое как минимальное кодовое расстояние между нулевым кодовым словом и всеми остальными кодовыми словами. Свободное расстояние используется для предварительного выбора сверточного кода и для оценки помехоустойчивости системы в целом [2].

Наиболее полное представление о дистанционных свойствах сверточных кодов даёт порождающая функция сверточного кода. В общем виде порождающая функция $T(D, N, L)$ описывает полное множество путей, которые начинаются и заканчиваются в нулевом состоянии кода [3]

$$T(D, N, L) = \sum_{w=d_{free}}^{\infty} \sum_{i_w} \sum_{l_w} c_{w,i_w,l_w} D^w N^{i_w} L^{l_w}, \quad (1)$$

где степень w при формальной переменной D равна весу Хемминга данного пути; степень i_w при формальной переменной N равна весу информационной последовательности, породившей этот путь; степень l_w при формальной переменной L соответствует длине данного пути в тактовых интервалах; а коэффициент c_{w,i_w,l_w} – соответствует количеству существующих путей с указанными параметрами, которые начинаются и заканчиваются в нулевом состоянии.

Порождающая функция позволяет рассчитать верхнюю границу вероятности ошибочного декодирования бита по критерию максимума правдоподобия. Поскольку при расчётах характеристик помехоустойчивости сверточного кода длина ошибочного пути не учитывается, то вместе с функцией $T(D, N, L)$, применяется функция

$$T(D, N) = T(D, N, L)|_{L=1} = \sum_{w=d_{free}}^{\infty} \sum_{i_w} c_{w,i_w} D^w N^{i_w}, \quad (2)$$

где C_{w,i_w} – число путей с общим весом w и информационным весом i_w . Набор коэффициентов $c_w = \sum_{i_w} c_{w,i_w}$, где $w \geq d_{free}$ называется спектром расстояний свёрточного кода.

Важной характеристикой так же является спектр информационных весов $a_w = \sum_{i_w} c_{w,i_w} \times i_w$, где $w \in [d_{free}, \infty)$. Он показывает суммарное количество ошибок, на выходе декодера максимального правдоподобия, когда вместо передаваемого пути выбирается ошибочный, находящийся от него на расстоянии $w = d$.

Расчёт вероятности ошибки производится на основании предположения, что ошибочные события случаются редко, что позволяет воспользоваться аддитивной верхней границей. Поскольку верхняя граница определяется выражением [3]

$$P = \sum_{w=d_{free}}^{\infty} a_w P(d_{err} > \frac{w-1}{2}) \text{ – для жесткого решения,}$$

$$P = \sum_{w=d_{free}}^{\infty} a_w P(d_{err} > \frac{w}{2}) \text{ – для мягкого решения,}$$

$$h = \frac{U_S}{U_N} \Rightarrow h^2 = \frac{W_S}{TN_0} \text{ – для ФМ и } h^2 = \frac{W_S}{2TN_0} \text{ для ЧМ – отношение сигнал-шум в канале, где: } U_S \text{ – напряжение}$$

сигнала в канале; U_N – среднее значение напряжения шума в канале; W_S – мощность сигнала в канале (Вт); T – минимальная длительность импульса в канале (интервал Найквиста); N_0 – односторонняя спектральная плотность мощности шума; $\sigma = \frac{1}{4}h$ – СКЗ величины краевых искажений; $\Delta = \frac{T}{S}$ – интервал времени между двумя соседними

ЗММ.

Выражения [4]

$$P_{ош} = \left(\operatorname{erf} \left(\frac{\Delta}{2\sigma} \right) \right)^i, \quad \sigma = \frac{U_{сигн}}{4U_{шум}} \text{ – для каналов с ФМ-2 или ЧМ-2,}$$

где $\operatorname{erf}(x) = \frac{1}{2\pi} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$ – интеграл ошибок, i – среднее число ЗММ в кодовом слове, описывающая

вероятность ошибки ТСК. Однако, связь между количеством таймерных сигналов, принятых с ошибкой, и количеством полученных ошибочных битов на выходе преобразователя ТСК в РЦК в общем случае не является однозначной. Вероятность ошибки битов зависит ещё и от манипуляционного кода, который используется такой СКК. Самый оптимальный случай построения МК для ТСК можно охарактеризовать тем, что ошибка в приёме одного ЗММ на интервал времени Δ приведёт к ошибке в одном бите РЦК, на интервал времени 2Δ приведёт к ошибке в двух битах РЦК и т.д. При этом однократная ошибка произойдет, если отклонение ЗММ превысит $\Delta/2$, двойная ошибка произойдет, если отклонение ЗММ превысит $3\Delta/2$, тройная ошибка произойдет, если отклонение ЗММ превысит $5\Delta/2$. В таком случае вероятность ошибки бита на выходе демодулятора ТСК с оптимальным МК можно описать выражением

$$P_b = 2 \left(\begin{aligned} & \left(\operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{\Delta^2}{4\sigma^2}} \right) - \operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{(3\Delta)^2}{4\sigma^2}} \right) + 2 \left(\operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{(3\Delta)^2}{4\sigma^2}} \right) - \operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{(5\Delta)^2}{4\sigma^2}} \right) \right) + \right. \\ & \left. + 3 \left(\operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{(5\Delta)^2}{4\sigma^2}} \right) - \operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{(7\Delta)^2}{4\sigma^2}} \right) \right) + \dots \right) = \end{aligned} \right. \quad (3)$$

$$= 2 \sum_{i=1}^{Er_b} \left(\operatorname{erf} \left((2i-1) \sqrt{\frac{\Delta^2}{4\sigma^2}} \right) \right)$$

где Er_b – наибольшая кратность ошибки РЦК. При $\Delta/\sigma=2$ подкоренное выражение в интеграле ошибок равно 1. При этом вероятность однократной ошибки из-за смещения одного ЗММ составит 0,31, двукратной составит 0,0054, трёхкратной – $1,72 \cdot 10^{-6}$, четырёхкратной – $2,06 \cdot 10^{-11}$. Таким образом, однократные ошибки в этом случае составляют 98,33%, двукратные из-за смещения одного ЗММ составляют 1,67%, остальные – пренебрежимо малы.

При этом ошибка при анализе быстро уменьшается с ростом отношения Δ/σ . Уже при $\Delta/\sigma = 3$ вероятность однократной ошибки 0,133, а двукратной $1,36 \cdot 10^{-5}$, что составляет около 99,99% и 0,01% от всех ошибок соответственно.

Кроме собственно компонентных кодов, в качестве которых в составе турбо-кода используются рекурсивные систематические свёрточные коды, в составе турбо кода также используется перемежитель. В этой связи полезным для анализа является понятие равномерного перемежителя [2]. Равномерный перемежитель, это абстрактное устройство, которое с вероятностью $1/C_N^i$ отображает входную последовательность длины N символов веса i в выходную последовательность того же веса. Здесь в знаменателе дроби число сочетаний из N по i

$$C_N^i = \frac{N!}{i!(N-i)!}.$$

Дистанционные свойства и характеристики декодирования турбо-кода с использованием равномерного перемежителя являются математическим ожиданием характеристик полного ансамбля турбо-кодов с длиной блока N [3] (полное число кодов с длиной блока N равно $N!$). При этом характеристики турбо кода с детерминированным перемежителем могут быть, как лучше, так и значительно хуже характеристик кода с равномерным перемежителем.

В этом случае аддитивная верхняя граница вероятности ошибки бита в ТСК защищённой помехоустойчивым кодом выражается следующим образом

$$P_b \leq \frac{2}{N} \operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{2d_{free_eff} R \Delta^2}{4\sigma^2}} \right) B_{free_eff},$$

где N – глубина перемежения; B_{free_eff} – эффективное количество ошибочных битов, возникающих на выходе турбо-декодера в результате действия помехи (в лучшем случае 1 бит); d_{free_eff} – эффективное свободное расстояние турбо-кода.

Полный вес Хемминга d какой-либо последовательности на выходе турбо-кода можно представить в виде трёх компонентов

$$d = w + z_1 + z_2,$$

где w – вес последовательности на систематическом выходе, а z_1 и z_2 веса последовательностей на выходе первого и второго компонентных кодов соответственно. Минимальный вес на выходе каждого компонентного кода не превышает величины

$$z_{\min} \leq 2^{v-1} + 2.$$

Следовательно, эффективное свободное расстояние кода вычисляется следующим образом:

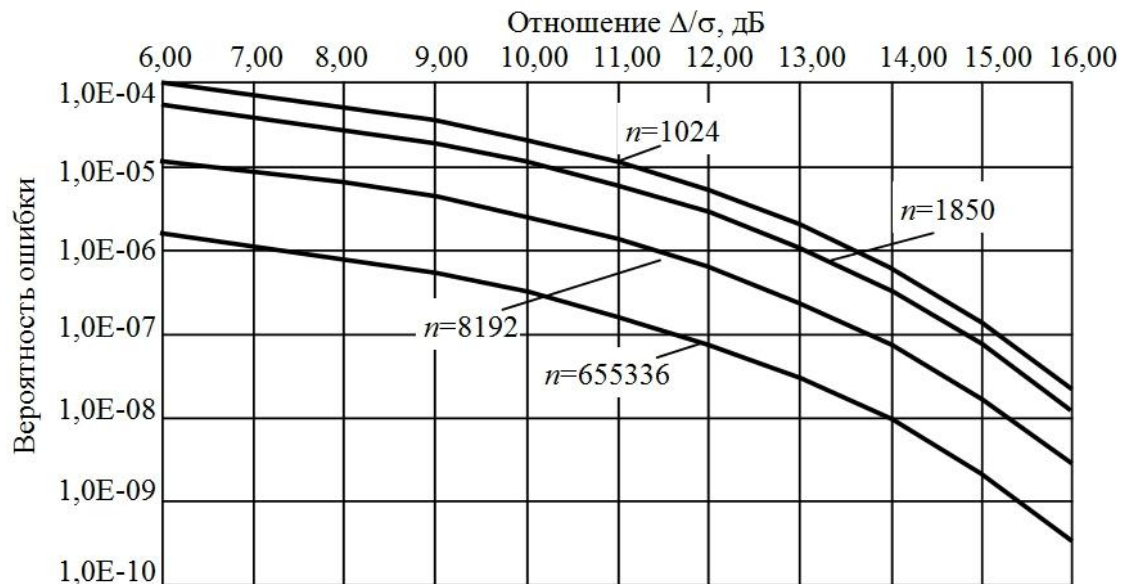
$$d_{free_eff} = 2z_{\min} + 2 = 2^v + 6.$$

Если в составе ТК используются перфорированные компонентные коды, то и перфорации подвергаются только соответствующие выходы компонентных кодов, что вызывает уменьшение d_{free_eff} , вследствие уменьшения величины z_{\min} . В табл. 1 ниже указаны предельные величины d_{free_eff} в зависимости от относительной скорости турбо-кода и длины кодового ограничения его компонентных кодов.

Таблица 1 – Зависимость эффективного свободного расстояния турбо-кода от его относительной скорости и длины компонентных кодов

Относительная скорость кода R_{TK}	1/3	1/2	2/3	3/4
$v=2, d_{free_eff}$	10	6	5	4
$v=3, d_{free_eff}$	14	8	6	5
$v=4, d_{free_eff}$	22	12	9	7
$v=5, d_{free_eff}$	38	20	14	11

Для примера на рис. 1 построена зависимость верхнего предела ошибки для $v=2$ $R_{TK1} = 1/3$ и $R_{TK2} = 1/2$ как функция отношения Δ/σ .

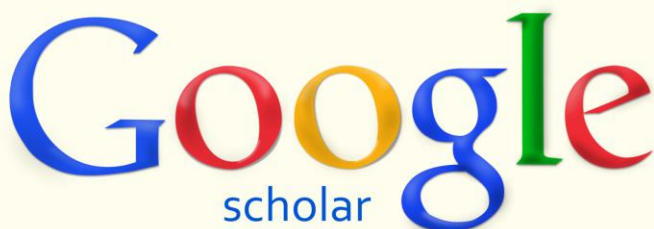
Рис. 1 – Верхний предел вероятности ошибки для $v=2$ $R_{TK} = 1/3$

Литература

1. Варгаузин В.А., Протопопов Л.Н. Турбо-коды и итеративное декодирование: принципы, свойства, применение // ТелеМультиМедиа №4, 2000, С. 33-45
2. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации. / А.Г. Зюко, А.И. Фалько, И.П. Панфилов, В.Л. Банкет, П.В. Иващенко; Под ред. А.Г. Зюко. – М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.
3. Басов В.Е. Эффективность совместного использования многопозиционных сигналов и свёрточных кодов. – Дис. канд. техн. наук.: 05.12.02 Одесса, 2006, 208 с.
4. Захарченко Н.В. Басов В.Е. Эффективность компенсации избыточности кода при использовании таймерных сигналов // 36. наук. пр. Моделювання та інформаційні технології: – Випуск 31. – Київ, 2005. – С. 6-13.

References

1. Vargauzin V.A., Protopopov L.N. Turbo codes and iterative decoding: principles, properties, application // TeleMultiMedia №4, 2000, p.33-45
2. Immunity and effectiveness of information transfer. / A.G. Zyuko, A.I. Falco, I.P. Panfilov, V.L. Banket, P.V. Ivashchenko; Ed. A.G. Zyuko. - M.: Radio and Communications, 1985. - 272 p.
3. Basov V.E. The effectiveness of the sharing of multi-position signals and convolutional codes. - Dis. cand. tehn. Sciences.: 05.12.02 Odessa, 2006, 208 p.
4. Zakharchenko N.V. Basov V.E. The effectiveness of compensation redundancy code using the timing signals // ST. Sciences. pr. Modeling and Information Technologies – Issue 31. - Kiev, 2005. - p. 6-13.



Международный научно-исследовательский журнал включен в базу научного цитирования **Google Scholar**.

Google Scholar – поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин. Наличие статей в **Google Scholar** увеличивает возможность цитируемости, не только в России, но и за рубежом.

Иваней А.А.¹, Никонова А.С.²

¹Кандидат технических наук, ²соискатель,

ФГБОУ ВПО «Мурманский Государственный Технический Университет»

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ
КОПТИЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ «ANTONIOSILVER»**

Аннотация

В данной работе рассматриваются вопросы получения высококачественной коптильной жидкости с применением ультразвука. Представлены данные о влиянии ультразвуковых колебаний различного уровня звукового давления на интенсивность протекания коагуляционных процессов в аэродисперсной системе «дымовые газы и акустически генерируемый водный аэрозоль».

Ключевые слова: жидкость для копчения, ультразвук, коагуляционные процессы, аэродисперсная система.

Ivaney A.A.¹, Nikonova A.S.²

¹PhD in Engineering, ²postgraduate student,

FGBOU VPO "Murmansk State Technical University"

**INVESTIGATION OF COAGULATION PROCESSES UNDER RECEPTION
OF LIQUID FOR SMOKING «ANTONIOSILVER»**

Abstract

In the given report questions of reception of a high-quality liquid for smoking with ultrasound application are considered. Data on influence ultrasonic oscillations of different sound pressure level on intensity of course of coagulation processes in aerodisperse system «smoke gases and acoustically generated water aerosol are provided».

Keywords: liquid for smoking, ultrasound, coagulation processes, aerodisperse system.

Исследования, направленные на разработку способов получения безопасных и эффективных в технологическом отношении бездымных коптильных сред (БКС), могут быть отнесены к ряду приоритетных направлений развития отечественной пищевой промышленности [1].

На российском рынке ощущается дефицит бездымных агентов, важна популяризация среди потребителей продукции, изготовленной с применением БКС. В свете этого особое значение приобретают исследования, направленные на разработку способов получения бездымных агентов, способных сообщать пищевому продукту аромат, вкус копчености, увеличивать срок его хранения, но при этом не содержащих веществ, вызывающих гигиеническую тревогу. Перспективным научно-техническим направлением в настоящее время является применение физических способов воздействия на аэродисперсные системы, в частности, с целью интенсификации коагуляционных процессов.

При экспериментальном исследовании процесса получения коптильной жидкости «AntonioSilver» (КЖ «AS») производилась генерация специфической аэродисперсной системы за счет смешения в абсорбере дымовых газов, получаемых в дымогенераторе с инфракрасным энергоподводом, и акустически генерируемого водного аэрозоля [2, 3]. Для обеспечения эффективного взаимодействия аэрозольных частиц указанной системы, приводящего к быстрому их слиянию, во внутреннее пространство камеры смешения производилось направленное распространение ультразвуковых (УЗ) колебаний различного уровня звукового давления [3, 4]. Также для интенсификации процессов каплеобразования при получении КЖ «AS» (в целях запуска процессов конденсации) применялся отвод тепла от аэродисперсной системы «дымовые газы и акустически генерируемый аэрозоль» [3]. На рисунке 1 представлены изображения i-d-диаграммы с нанесенными на них процессами смешения акустически генерируемого водного аэрозоля (т. А) и дымовой среды (т. D) при совместном или разрозненном воздействии указанных выше методов интенсификации каплеобразования в рассматриваемой аэродисперсной системе.

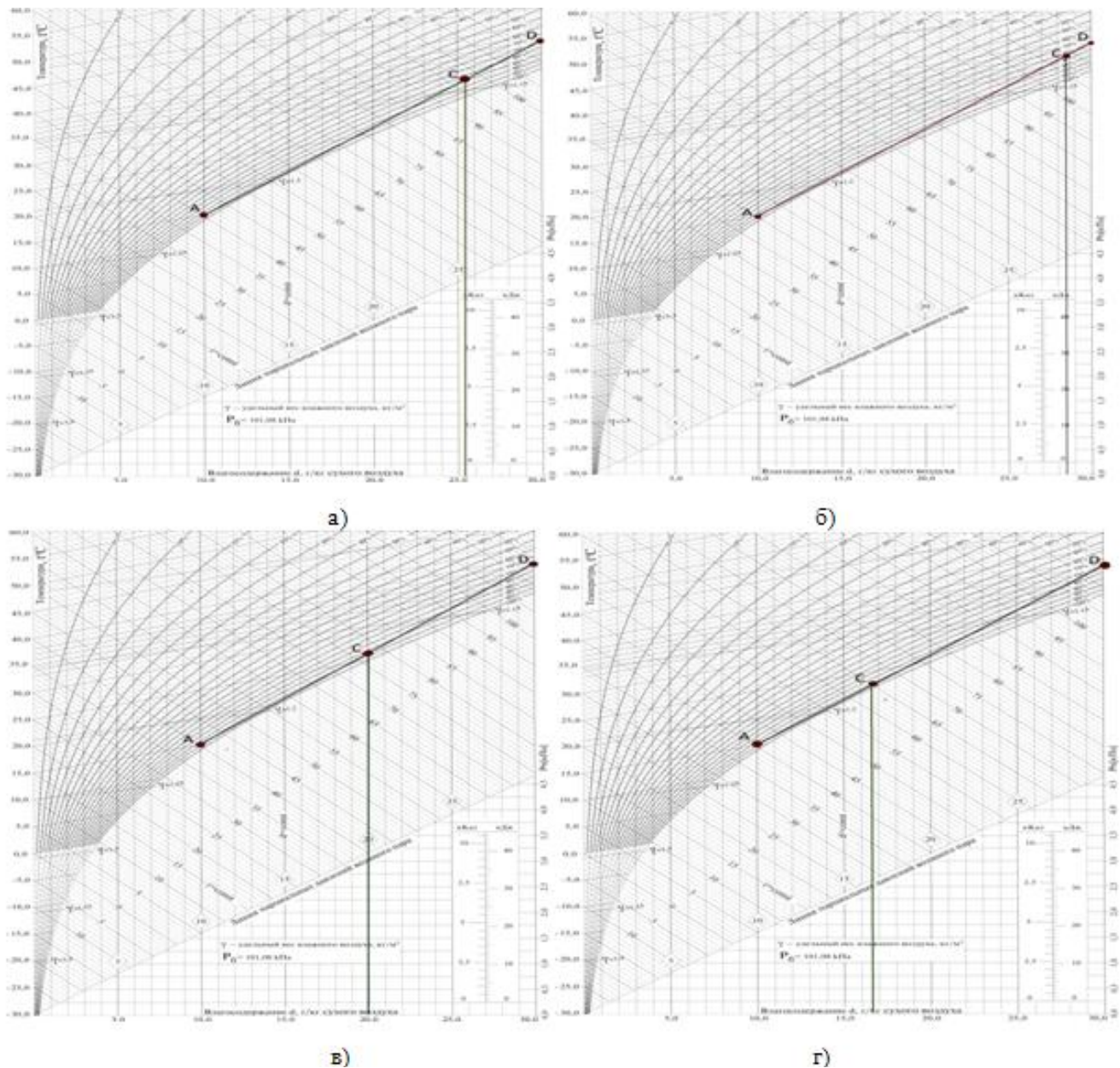


Рис. 1 – Процессы смешения водного аэрозоля (т. А) и дымовых газов (т. D): а) отсутствие озвучивания, температура ХН минус 26 °С (влажность в т. С 25,5 г/кг); б) отсутствие озвучивания, температура ХН плюс 4 °С (влажность в т. С 28,5 г/кг); в) применение УЗ-колебаний, отвод тепла отсутствует (влажность в т. С 20 г/кг); г) применение УЗ-колебаний, температура ХН минус 26 °С (влажность в т. С 16,5 г/кг)

Применение обоих предложенных методов воздействия на аэродисперсную систему целесообразно, т. к. дает импульс к началу процесса каплеобразования. При понижении температуры хладоносителя (ХН), циркулирующего в системе охлаждения установки, процесс каплеобразования начинается при меньшем влагосодержании аэродисперсной системы в камере смешения (см. рисунок 1 а), б). Распространение УЗ-колебаний значительно уменьшает уровень влагосодержания аэродисперсной системы, при котором возможно каплеобразование (см. рисунки 1 а) и г). По результатам анализа процессов, изображенных на рисунке 1, делаем вывод, что УЗ-воздействие на аэродисперсную систему «дымные газы и акустически генерируемый аэрозоль» является более эффективным инструментом, чем отвод тепла от указанной системы.

Степень интенсификации коагуляционных процессов при внешнем озвучивании изучаемой аэродисперсной системы иллюстрируется также зависимостью между производительностью экспериментальной установки по КЖ и уровнем звукового давления колебаний, распространяемых во внутреннее пространство камеры смешения (площадь теплообменной поверхности 2,00 м², количество сжигаемого топлива 3 кг/ч, температура ХН минус 26 °С), представленной на рисунке 2.

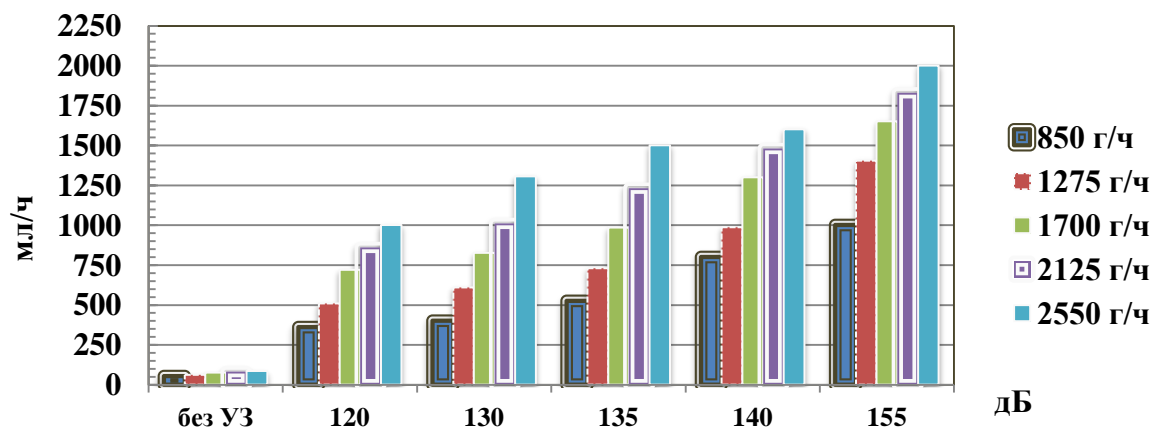


Рис. 2 – Зависимость производительности установки по КЖ от уровня звукового давления колебаний при варьировании производительности генератора аэрозоля

С увеличением уровня звукового давления колебаний в диапазоне от 120 до 155 дБ производительность установки по КЖ значительно возрастает - количество получаемой жидкости увеличивается по сравнению с ситуацией получения КЖ при отсутствии озвучивания более чем в 20 раз. Чем выше уровень звукового давления колебаний, распространяемых во внутреннее пространство камеры смешения, тем эффективнее действует данный инструмент.

Экспериментальное исследование макропроцесса акустической коагуляции проводилось по оценке величины отношения текущей счетной концентрации к начальной N/N_0 в функции от параметров звукового поля. В связи с тем, что величина N/N_0 характеризует эффективность процесса коагуляции, в дальнейшем для ее обозначения будем применять термин «степень акустической коагуляции».

Для получения микрофотографий использовали оптический микроскоп МИКРОМЕД С-12 и общепринятые методы отбора проб. В процессе исследования кинетики процесса акустической коагуляции отбор проб производили на чистое неподвижное предметное стекло, помещенное в камеру смешения перпендикулярно потоку аэродисперсной системы с выдержкой в 10, 20, 35 и 45 сек при озвучивании системы на варьируемых уровнях звукового давления колебаний (120, 130, 135, 140 и 155 дБ). Съемку вели при увеличении $100\times$. По микрофотографиям производился подсчет частиц аэрозоля, приходящихся на единицу площади предметного стекла, данный параметр пропорционален счетной концентрации аэрозоля.

Микрофотографии приведены на рисунке 3. Применялся дымогенератор с инфракрасным энергоподводом ДГ ИК [5], количество древесного сырья влажностью $70,0 \pm 5,0\%$, сжигаемого в процессе дымогенерации в данной серии экспериментов, – 3 кг/ч, производительность генератора водного аэрозоля была зафиксирована на уровне 2550 г/ч.

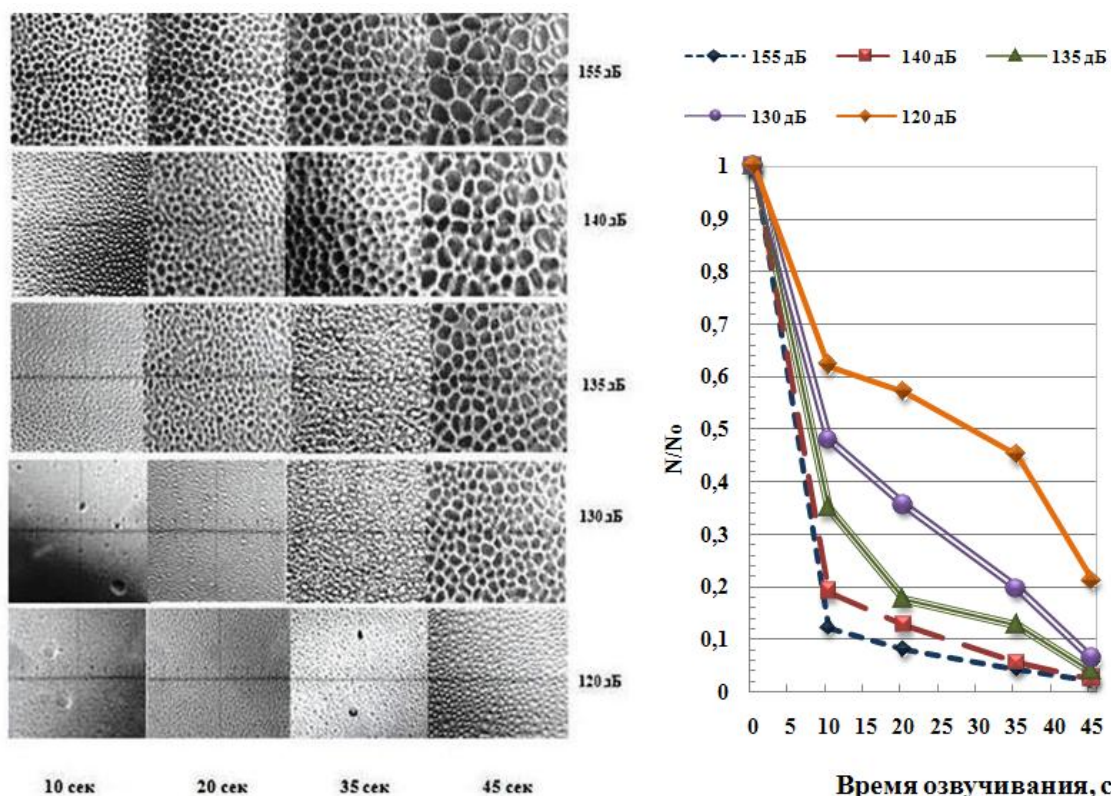


Рис. 3 – а) Микрофотографии частиц аэрозольной системы при варьировании времени озвучивания и уровня звукового давления УЗ-колебаний в камере; б) зависимость степени акустической коагуляции от времени озвучивания при изменении уровня звукового давления УЗ-колебаний в камере

Графические зависимости, представленные на рисунке 3 (б), иллюстрируют изменение степени акустической коагуляции при варьировании времени выдержки при разных уровнях звукового давления колебаний в камере смешения: при повышении уровня звукового давления колебаний, распространяемых во внутреннее пространство камеры смешения, скорость коагуляции растет. Увеличение уровня звукового давления от 120 до 155 дБ позволяет сократить время коагуляции изучаемой аэродисперсной системы «дымовые газы и акустически генерируемый аэрозоль» более чем в 4 раза.

Микрофотографии частиц исследуемой аэродисперсной системы позволяют сделать вывод о том, что повышение уровня озвучивания аэродисперсной системы в рассматриваемых пределах (от 120 до 155 дБ при частоте колебаний от 20 до 70 кГц) способствует более интенсивному протеканию коагуляционных процессов.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р «О стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г.» [Электронный ресурс] URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828/#ixzz3mf4le7ng> (дата обращения 24.09.2015).
2. Пат. 101617 Российская Федерация, МПК A23B 4/044. Устройство получения копильной жидкости [Текст] / Иваней А. А., Никонова А. С., Голубева О. А.; заявитель и патентообладатель ФГОУВПО «Мурм. гос. техн. ун-т». - № 2010135229/13 ; заявл. 23.08.10 ; опубл. 27.01.11, Бюл. № 3. – 3 с. : ил.
3. Никонова, А. С. Совершенствование процесса получения копильной жидкости с применением ультразвука в целях интенсификации абсорбционных и коагуляционных процессов [Текст] / А. С. Никонова // Науч. журн. НИУ ИТМО. Сер. «Холодильн. техника и кондиционирование». – 2015. - № 2. – С. 90–97.
4. Пат. 142505 Российская Федерация, МПК A23B4/044. Устройство для получения копильного препарата с использованием ультразвука [Текст] / Иваней А. А., Никонова А. С.; заявитель и патентообладатель ФГОУВПО «Мурм. гос. техн. ун-т» - № 2013151555/13; заявл. 19.11.2013 ; опубл. 27.06.2014, Бюл. № 18. – 3 с. : ил.
5. Пат. 2280367 Российская Федерация, МПК A23B4/052. Устройство для получения копильного дыма с использованием энергии ИК-излучения [Текст] / Ершов А. М., Шокина Ю. В., Обухов А. Ю. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Мурм. гос. техн. ун-т». - № 2004118474/13 ; заявл. 18.06.04 ; опубл. 27.07.06, Бюл. № 13. – 3 с. : ил.

References

1. Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 17 aprelja 2012 g. N 559-r «O strategii razvitija pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti RF na period do 2020 g.» [Elektronnyj resurs] URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828/#ixzz3mf4le7ng> (data obrashhenija 24.09.2015).
2. Pat. 101617 Rossijskaja Federacija, MPK A23V 4/044. Ustrojstvo poluchenija koptil'noj zhidkosti [Tekst] / Ivanej A. A., Nikonova A. S., Golubeva O. A.; zjavitel' i patentoobladatel' FGOUVPO «Murm. gos. tehn. un-t». - № 2010135229/13 ; zjavl. 23.08.10 ; opubl. 27.01.11, Bjul. № 3. – 3 s. : il.
3. Nikonova, A. S. Sovershenstvovanie processa poluchenija koptil'noj zhidkosti s primeneniem ul'trazvuka v celjah intensifikacii absorbcionnyh i koaguljacionnyh processov [Tekst] / A. S. Nikonova // Nauch. zhurn. NIU ITMO. Ser. «Holodil. tehnika i kondicionirovanie». – 2015. - № 2. – S. 90–97.
4. Pat. 142505 Rossijskaja Federacija, MPK A23V4/044. Ustrojstvo dlja poluchenija koptil'nogo preparata s ispol'zovaniem ul'trazvuka [Tekst] / Ivanej A. A., Nikonova A. S.; zjavitel' i patentoobladatel' FGOUVPO «Murm. gos. tehn. un-t» - № 2013151555/13; zjavl. 19.11.2013 ; opubl. 27.06.2014, Bjul. № 18. – 3 s. : il.
5. Pat. 2280367 Rossijskaja Federacija, MPK A23V4/052. Ustrojstvo dlja poluchenija koptil'nogo dyma s ispol'zovaniem jenergii IK-izluchenija [Tekst] / Ershov A. M., Shokina Ju. V., Obuhov A. Ju. ; zjavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO «Murm. gos. tehn. un-t». - № 2004118474/13 ; zjavl. 18.06.04 ; opubl. 27.07.06, Bjul. № 13. – 3 s. : il.

Иванов Д.А.¹, Иванов А.Л.², Суровцова Т.Г.³

¹ООО «ФинВан», ²Филиал «Российской телевизионной и радиовещательной сети (РТРС)»
«РТРС Республики Карелия», ³Кандидат технических наук, Петрозаводский государственный университет
Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития
Петрозаводского государственного университета на 2012–2016 гг.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ И СОЗДАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ ИЗ ОТКРЫТЫХ ПАКЕТОВ WI-FI-СЕТИ

Аннотация

Мобильные устройства активно используют Wi-Fi-сети для выхода в Интернет. Необходимы бюджетные точки доступа, которые позволили бы осуществлять сбор данных из открытых пакетов Wi-Fi-сетей. Подобные устройства являются составной частью аппаратно-программных комплексов, осуществляющих наблюдение в радиоэфире за разнообразными мобильными устройствами.

Ключевые слова: Wi-Fi локация, Wi-Fi сеть, сбор и анализ данных, точка доступа, мобильное устройство.

Ivanov D.A.¹, Ivanov A.L.², Surovtsova T.G.³

¹ThinOne Ltd, ²Branch of Russian Television and Radio Broadcasting Network (RTRS) «RTBC Republic of Karelia»,
³PhD in Engineering, Petrozavodsk State University

REQUIREMENTS DEFINITION AND IMPLEMENTATION OF THE APPARATUS FOR DATA COLLECTION FROM OPEN PACKETS OF WI-FI NETWORKS

Abstract

Mobile devices actively use Wi-Fi for Internet connectivity. Low cost access points are required to allow data collection from open packets of the Wi-Fi networks. These access points are part of hardware and software based solution that monitors radio of the various mobile devices.

Keywords: Wi-Fi location, Wi-Fi network, mobile device, data collection and processing, access point.

For the past years number of mobile devices have increased significantly due to smart phones and wearables. These mobile devices use Wi-Fi networks to access Internet services. Even if available Wi-Fi network is not present, the devices use broadcast packets when searching for network to connect. It is possible to monitor radio transmission of the Wi-Fi frequencies (IEEE 802.11 a/b/g/n) to collect and process data about known devices [1].

The data collected can be used to offer various services that analyze behavior of the devices of Wi-Fi network. Subscribers can also be identified by devices [2].

We have analyzed of existing access points available on the marked by their features. The result can be found in the Table 1.

Since none of existing access points satisfy requirements, we decided to develop our own access point for domestic production however using some foreign components.

Table 1 – Comparison of the technical parameters of products

	Mikrotik	TP-Link	CPReader
OS	Proprietary OS	OS can be replaced with open source	Open Source OS, OpenWRT
Data collection speed	1 min	1-10 sec	1-10 sec
Cab transmit	No, needs separate transmitter	Yes	Yes
Data collection radius	100 m	50 m	150 m
External antenna	Yes	No	Yes
Available USB	No	Yes	Optional
Presence PoE	Yes, but no IEEE 802.3af	No	Yes, IEEE 802.3af
Flash memory	64 MB	4 MB	16 MB
Memory	32 MB	32 MB	64 MB
CPU	Atheros AR7241	Atheros AR7240	Atheros AR9331
Price (rub)	2 112	1500	2000

As a result we have formulated requirements for our own device, CPReader, that collects information from open packets of Wi-Fi networks, as follows:

- compactness and minimal number of components;
- components have to be easily replaceable for quick serviceability, low operation costs;
- use open source software;
- can use various power sources including PoE as well as backup power source must be supported;
- sufficient internal memory for custom scripts and local data collection, if real time data transmission is not possible;
- ability to control radio interface;
- can be easily prototyped and then produced at marginal cost.

We have been able to implement all of these requirements quickly and produced motherboard for CPReader, see table above, with following features:

- can collect data about mobile devices form their broadcast packets of Wi-Fi networks, MAC address, signal strength and timestamp, latter used to time synchronize data for location;
- internal storage to collect data;
- interface that supports various antennas;

- supports PoE;
- can be put in dust and waterproof enclosure for outdoor use;
- assembled domestically.

All the components that CPReader is built from are used within recommended manufacturer's parameters that addresses potential compatibility and reliability questions. We have used several improvements of our own to achieve better performance.

CPReader's based solution have good scalability and flexible enough to support additional requirements with minimal effort.

We have successfully tested CPReader on several exhibitions and public events and demonstrated that it can be used to collect data from Wi-Fi network, for example for background control of attendance [2].

CPReader's software was developed to collect data packets. Packets are processed and sent to the cloud, where data can be used to create location, visualization and aggregation services. Special attention was paid data buffering. In the case of a lack of communication, data is stored on the device and sent only in the event of connection. If a large number of subscribers is fixed, then the volume of data collected with access point is increasing. Number of records can reach several million. Special procedures are required to send and load such a large amount of data in the database. Importantly, in the case of mobile devices location is need to use several access points, which are synchronized in time.

Conclusion

Even though all initial requirements have been met, we are constantly improving CPReader's software and hardware using field test data. Any problems that have been found do not impact main function of the device and will be used for possible future versions of this solution.

References

1. Srinivasan K., Philip L. RSSI Is Under-Appreciated. // In Proceedings of the Third Workshop on Embedded Networked Sensors (EmNets), 2006. URL: <https://sing.stanford.edu/site/publications/emnets2006srinivasan.pdf>.
2. Ivanov D. A., Surovtsova T. G., Tyahiti E. A. Analiz aktivnosti v besprovodnyh setjah kak innovacionnyj metod izuchenija povedenija pokupatelej v trgovyih centrakh // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU, 2013. № 183 (2). P. 271–275.

Кабалдин Ю.Г.¹, Желонкин М.В.², Головин А.А.³

¹Доктор технических наук, профессор; ²магистр; ³магистр,

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЕМ

Аннотация

Рассмотрены принципы сборки наноструктур на основе информационной модели межэлектронного обменного взаимодействия атомов. Информационное содержание атомов и нанокластеров характеризует их фрактальная размерность. Информационная модель атомной сборки реализована на примере осаждения нано-структурных покрытий для режущего инструмента.

Ключевые слова: модель атома, атомная сборка, наноструктуры, режущий инструмент.

Kabaldin Yu.G.¹, Zhelonkin M.V.², Golovin A.A.³

¹PhD in Engineering, professor; ²master; ³master, Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev

MATHEMATICAL MODELING AND RESEARCH PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED A COATED CUTTING TOOL

Abstract

Objective: To develop a model of the atomic assembly of nanostructured states of tool materials, using the principles of quantum mechanics.

Methods: The principles of the assembly of nanostructures based on information model of the electron-electron exchange interaction between atoms. The information content of atoms and nanoclusters characterize their fractal dimension. Computer model of the atomic assembly is implemented by the example of deposition of nanostructured coatings for cutting tools.

Keywords: atomic model, atomic assembly, nanostructures, cutting tool.

Как показывает анализ, получение наноматериалов проводится экспериментальным путем, так как отсутствует научно обоснованная теория наноструктурирования. Анализ состояния проблемы синтеза наноматериалов показывает, что в настоящее время разработка теоретических основ нанотехнологий базируется на фундаментальных положениях квантовой механики, химии и физики. Причина в том, что свойства веществ начинают изменяться при размерах, составляющих десятые доли микрометра. За этой чертой начинается область, подчиняющаяся квантовым законам. В этой области уже не работают законы классических технологий. И с этой точки зрения нанотехнологии являются квантовыми. При разработке наноструктурированного режущего инструмента с требуемыми функциональными свойствами используют упрочняющие нанопокрывтия для достижения прочностных, демпфирующих, адгезионных, температурных свойств. При моделировании инструмента, в частности, твердосплавной режущей пластины с многослойными нанопокрывтиями использовались подходы квантовой механики.

В ряде работ отмечается, что свойства наноструктур обуславливаются расположением всех атомов, их размерами, а также их формой. Не выявлены механизмы формирования таких структур и не ясно, какое число атомов может составлять определенную молекулярную структуру. Исследования в области синтеза и применения нано-структурных систем в значительной степени сдерживаются тем, что до сих пор неизвестны механизмы межатомного

взаимодействия и объединения атомов таких структур, что не позволяет выработать стратегию получения новых функциональных характеристик [2]. В настоящее время эта задача решается с помощью математического моделирования (*ab initio*) на основе квантово-механических расчётов.

Природа нанотехнологий требует квантово-механического способа описания свойств веществ и проходящих с ними процессов и реакций. До недавнего времени для нанообъектов размером более нескольких ангстрем это считалось невозможным. Сейчас границы области квантовой теории существенно расширились, и, прежде всего, в области квантового (волнового) хаоса. Так что сегодня квантово-механическому анализу подвластны нанообъекты с размером до нескольких нанометров, состоящие из нескольких тысяч атомов. Из-за стремительного роста прогресса в вычислительной и компьютерной технике, на основе расчёта эффективных энергетических состояний становится возможным прогнозировать функциональные свойства наноструктур. Поэтому, особый интерес представляют исследования наноматериалов, обладающих рядом специфических и функциональных свойств. В частности, особое значение приобретает получение устойчивых металлических наноструктур при атомной сборке.

На данный момент используются методы моделирования сложных наноструктур на основе теории функционала электронной плотности (ТФП). В соответствии с этой теорией, из электронной плотности, без знания волновых функций, могут быть получены все электронные свойства системы, включая энергию.

В программном пакете *ab-initio* расчетов FHI, используется реализация теории функционала плотности (ТФП) [3] на основе метода псевдо-потенциала, позволяющего заменить базисные функции на некоторый эффективный потенциал. Такая замена производится при расчёте автоматически. От пользователя требуется выбрать псевдопотенциал нужного типа. В работе использоваться псевдопотенциалы предлагаемые по умолчанию в пакете FHI98pseudo.

Было проведено *ab-initio* исследование влияние переходных металлов на электронную структуру и упругие свойства интерметаллидов TiAl и Ti3Al, широко используемых как упрочняющие нанопокртия. В суперячейке, вместо атома Al или атома Ti вводился атом примеси (Cr, Ta, Mn, Mo, V, Zr, Nb), задаваемой при математическом моделировании структуры интерметаллида.

Далее ставилась задача провести исследования применительно к нанопокртию, его адгезии к твердосплавной пластине, его прочностных свойств, а затем экспериментально удостовериться в правильности расчетов. Исследовались покрытия на основе AlN при взаимодействии с твердосплавной режущей пластинки из WC-Co (зерна карбида вольфрама в кобальтовой связке взаимодействуют с алюминием).

Теоретические расчеты основаны на теории функционала электронной плотности в приближении обобщенного градиента (GGA), совмещенного с методом псевдопотенциалов и базисе плоских волн. Для расчетов использовался программный пакет FHI96md, позволяющий оптимизировать атомную конфигурацию системы и находить ее полную энергию. Пакет представляет собой эффективный инструмент для проведения энергетических расчетов многоатомных систем (молекулы, кристаллы, дефекты, поверхности).

Псевдопотенциалы для алюминия, кобальта и углерода были сконструированы по схеме Труллера-Мартинса. Для вольфрама s- и p- компоненты находились по методике Хамана [7], а d- компонента по схеме Труллера-Мартинса.

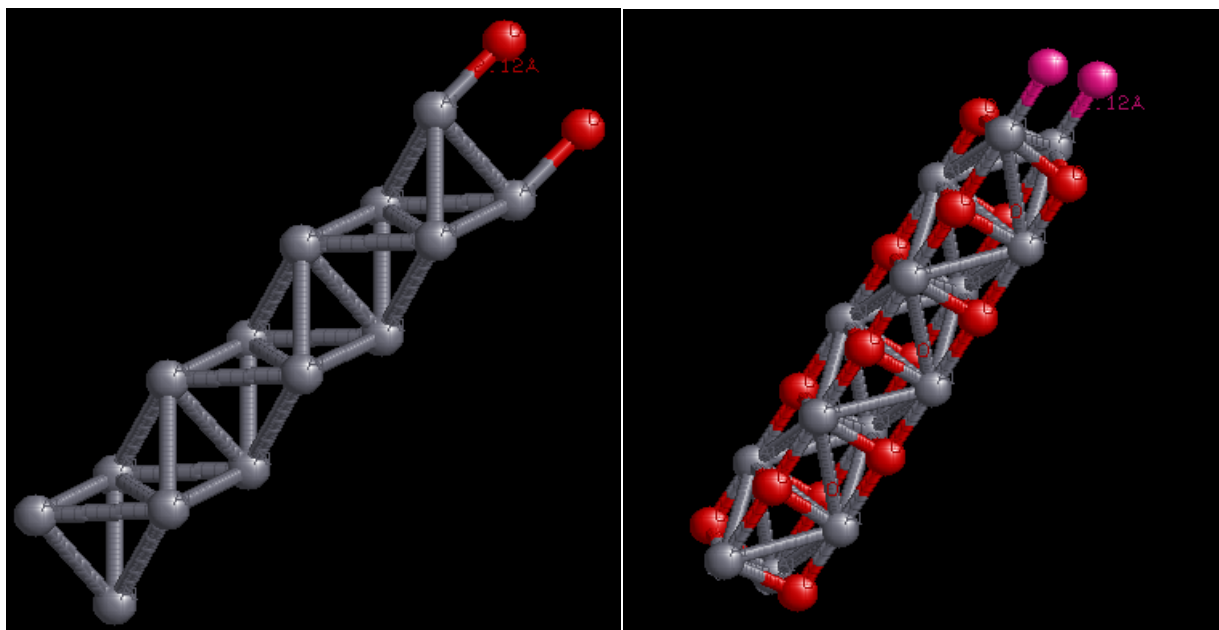


Рис. 1 – Моделирование взаимодействий нанопокртия с компонентами твердосплавной подложки инструмента: Al и Co (слева), Al и WC (справа).

В качестве базиса были выбраны плоские волны, энергия обрезания в расчетах составила 40 ридберг. В качестве k- точки использовалась Г- точка зоны Бриллюэна. Для вычисления обменной и корреляционной энергии использовалось градиентное приближение в форме, предложенной Педью и Вэнгом (Perdew, Wang).

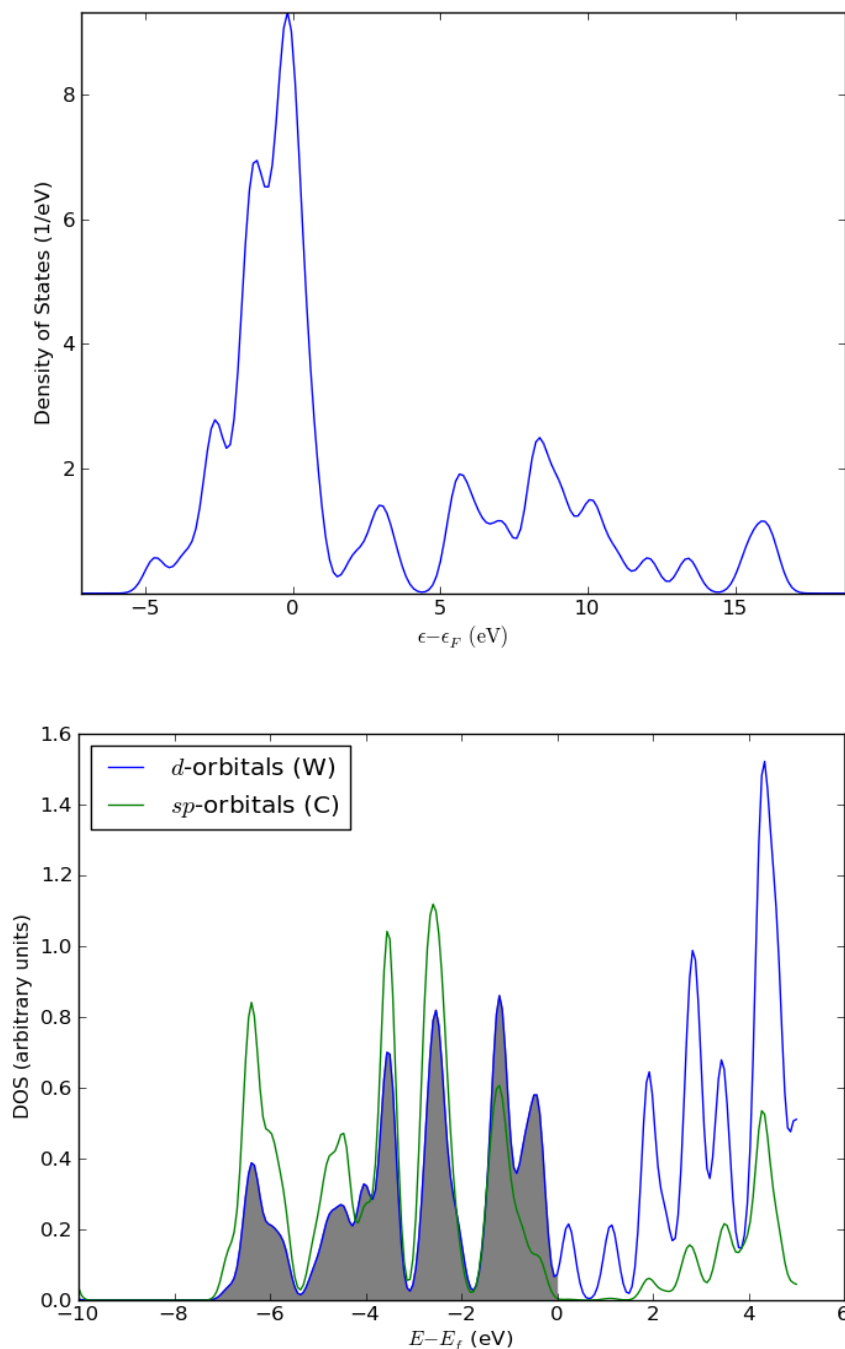


Рис. 2 – Приведено распределение электронной плотности на поверхности кобальта, и на поверхности карбида вольфрама

Псевдопотенциалы вычислялись с помощью пакета FHI98pp, они были испытаны на отсутствие ложных состояний и проверены на способность воспроизвести основные решеточные характеристики объемных материалов (постоянную решетки и модуль упругости). Анализ результатов показывает, что прочность нанесенного покрытия с основой обеспечивается связями Al-Co, а не Al-WC. Таким образом, нанопокрывтие взаимодействует с кобальтовой связкой твердосплавной пластинки режущего инструмента, а не с зернами карбида вольфрама.

На рис.2 приведены результаты квантово-механических расчетов электронных плотностей кобальта и карбида вольфрама. Из рисунков видно, что кобальт имеет уровень Ферми выше, чем карбид вольфрама, за счет взаимодействия частиц покрытия с кобальтом, а не с карбидом вольфрама. Следовательно прочность сцепления покрытия с основой из твёрдого сплава определяется межатомными связями элементов покрытия с кобальтом и зависит от их электронной структуры. В частности, на прочность межатомных связей в переходных металлах большое влияние оказывают *d* и *s* электроны. Прочные металлические связи устанавливаются за счет перекрытия валентных электронов *d* и *s* орбиталей, в результате ядра атомов стягиваются [1].

Литература

1. Кабалдин, Ю.Г. Информационные модели наносборки наносистем и наноструктурирования материалов при внешнем механическом воздействии / Ю.Г. Кабалдин [и др.]. – Комсомольск – на – Амуре: КнАГТУ, 2009. – 212 с.
2. Уолвертон, М. Большая проблема малого // В мире науки и техники. 2009. №2. С. 14.

3. P. Hohenberg and W. Kohn, Phys. Rev. 136, B864, 1964.
4. F. Birch, J. Geophys. Res. 83, 1257, 1978.
5. M. J. Mehl, J. E. Osburn, D. A. Papaconstantopoulos, and B. M. Klein, Phys. Rev. B 41, 10311, 1990.
6. Jochen M. Schneider. Effect of transition metal additives on electronic structure and elastic properties of TiAl and Ti3Al. Phys. Rev. B 74, 174110, 2006.
7. D.r. hamann. phys. rev. b 40, 2980 (1989).

References

1. Kabaldin, yu.g. informacionnye modeli nanosborki nanosistem i nanostrukturirovaniya materialov pri vneshnem mekhanicheskom vozbuzhdenii / yu.g. kabaldin [i dr.]. – komsomolsk– na – amure: knagtu, 2009. – 212 s.
2. Uolverton, m. bolshaya problema malogo // v mire nauki i tekhniki. 2009. №2. s. 14.
3. P. hohlenberg and w. kohn, phys. rev. 136, b864, 1964.
4. F. birch, j. geophys. res. 83, 1257, 1978.
5. M. j. mehl, j. e. osburn, d. a. papaconstantopoulos, and b. m. klein, phys. rev. b 41, 10311, 1990.
6. Jochen m. schneider. effect of transition metal additives on electronic structure and elastic properties of tial and ti3al. phys. rev. b 74, 174110, 2006.
7. D.r. hamann. phys. rev. b 40, 2980 (1989).

Кененбай Ш.Ы.¹, Адилбек А.²

¹Кандидат технических наук, доцент, Алматинский Технологический Университет; ²магистрант 1 курса, Казахский Национальный Аграрный Университет, г.Алматы, РК

ВЕРБЛЮЖЬЕ МЯСО – НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК БЕЛКА

Аннотация

В статье рассмотрено – комплексное использование регионального мясного сырья, являющегося источником полноценного животного белка. В этой связи рациональное использование верблюжьего мяса, приобретает существенное значение.

Ключевые слова: верблюжье мясо, региональное сырье, белок.

Kenenbay S.¹, Adilbek A.²

¹PhD in Engineering, associate professor, Almaty Technological University; ²master, Kazakh National Agrarian University, Almaty, RK

CAMEL MEAT IS A NATIONAL SOURCE OF PROTEIN

Abstract

The article considers - the integrated use of regional raw meat, which is a source of full-fledged animal protein. In this regard rational use of camel meat, gains essential value.

Keywords: camel meat, regional raw stuff, protein.

В Республике Казахстан большое внимание уделяется совершенствованию национальных технологий продуктов питания, сочетающих в себе повышенную биологическую и пищевую ценность. Одним из таких источников регионального сырья для мясной промышленности РК является верблюжье мясо.

Верблюдоводством в Казахстане занимаются с древнейших времён, и это отрасль экономики является чрезвычайно прибыльной, потому что, это позволяет в условиях полупустынного климата обеспечивать потребности населения в мясе, молоке и шерсти. Недостаточно уделяется внимания мясу верблюжатины, как сырью для производства мясных продуктов. Хотя Казахстан считается крупной верблюдоводческой республикой, обладающей большим научным практическим опытом его выращивания. За последние годы численность верблюдов в республике не только стабилизировалось, но и имеет тенденцию к росту [1].

Повышенное внимание к данной проблеме обусловлено рядом причин:

- нерациональное использование верблюжьего мяса;
- относительно невысокая стоимость мяса.

Продукция верблюдоводства регулярно растет, но эта тенденция в основном связана с повышением численности поголовья и частотой забоев (для мяса) или пропорцией дойных животных (для молока) Однако данных о получении от этих животных мясной продукции, сохранению полезных первоначальных свойств, факторов, влияющих на качество мяса и его пищевую ценность, очень мало. Отсюда вытекает задача более глубокого изучения особенностей верблюжьего мяса, его химического состава, физико-химических и технологических свойств в целях улучшения технологии переработки этого вида мясного сырья, и разработки новых видов изделий с высокими пищевыми и биологическими свойствами [2].

Убойный выход мяса верблюдов в зависимости от их упитанности и возраста варьирует в больших пределах. У животных вышесредней упитанности он составляет 59%, средней – 51%, ниже средней – 47%, а у тощих – 44%. У самцов в возрасте двух лет убойный выход составляет около 50%, у трех и четырехлетних кастратов – 49%, пятилетних – 51%. Содержание воды колеблется в пределах 73-77%, белков -17-22%, жира – 6-20%, золы – 0,6-1,1%. Энергетическая ценность: 160ккалории или 670кДж [1].

Диаметр мышечного волокна у туркменских дромедаров колеблется в пределах 18-107мкм. Отложение жира в мышцах в основном по ходу сосудов и между мышечными пучками [2].

Верблюжье мясо можно потреблять в пищу, подвергая таким тепловым способам обработки, как отваривание, жарение, тушение и вяление. Способ кулинарной обработки зависит от того, из какой части туши животного оно было

взято, а также от его возраста. Наиболее хорошими гастрономическими качествами, а также простотой в приготовлении отличается мясо с горба верблюда. Благодаря минимальному содержанию грубых мышечных и соединительных тканей оно обладает наименьшей жесткостью, что, в свою очередь, снимает большинство ограничений в выборе и использовании тех или иных способов кулинарной обработки. В основном из горба верблюда готовят жареные и отварные блюда.

Питательная ценность мяса двугорбых верблюдов сопоставим с показателями питательной ценности мяса других видов сельскохозяйственных животных. Особенно это характерно для молодняка, мясо которого отличается низкой жирностью и низким содержанием холестерина.

В мышцах двугорбых верблюдов содержится высокий уровень моно- и полиненасыщенных жирных кислот, таких как олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты, а также низкое содержание холестерина, по сравнению с другими видами мяса.

Для изучения технологических свойств верблюжьего мяса определяли величину потерь и продолжительность тепловой обработки при варке и жарении. Потери верблюжьего мяса при варке варьируют в пределах (40,5-41,9)% (в среднем 41,2%). При жарении верблюжье мясо теряет в весе (35,6-36,3)% (в среднем 35,95%). При варке мясо верблюжатины теряет до (48,1-48,5)% влаги, а при жарении от (48,4-48,9) % ее первоначального количества в мясе.

Потери жира (переход в бульон) при варке верблюжьего мяса равны (12,80-18,30)% от ее первоначального количества в мясе. Причем, чем больше жира содержится в мясе, тем относительно большая часть его переходит в бульон. При жарении мяса происходит впитывание части жира, на котором жарятся изделия. Наибольшее количество растворимых веществ извлекается из мяса при варке. Так, потери белка при варке верблюжьего мяса составляют (7,6-9,8)%, а при жарении (5,0-6,0)% от исходного содержания, то есть потери при варке больше (2,6-3,8)%, чем при жарении за счет перехода в бульон части растворимых белков. В значительной степени изменяется при варке содержание минеральных, азотистых и экстрактивных веществ. Как показывают данные исследований до 36,9% азотистых и экстрактивных и до 18,1% минеральных веществ переходят в бульон при варке верблюжьего мяса. При жарении верблюжьего мяса потери этих веществ меньше почти в (1,5-1,7) раза. Изучение физико-химических показателей вареного и жареного мяса верблюжатины показало, что содержание прочно связанной влаги в мясе после варки составляет (48,1-50,15)%, это по сравнению с сырым мясом меньше в среднем на 12%. Таким образом, калорийность верблюжатины составляет 160 ккал. При этом в вареном мясе содержится 230 ккал на 100 грамм. Отсюда можно сделать вывод, что верблюжатины можно отнести к диетическим продуктам.

При этом в тушеном и жареном виде энергетическая ценность повышается до 205 и 281 ккал соответственно (таблица 1):

Таблица 1 – Пищевая ценность верблюжьего мяса в зависимости от тепловой обработки, в 100граммах

Вид верблюжьего мяса	Белки, гр	Жиры, гр	Зола, гр	Вода, гр	Калорийность, кКал
Сырое мясо	18,9	9,4	1	70,7	160,2
Жареное	33,3	16,5	1	70,7	281
Вареное	29,8	12,4	1	70,7	230
Тушеное	24,3	12,1	1	70,7	205

Химический состав верблюжьего мяса характеризуется довольно высоким содержанием влаги (75,6-76,8%) и небольшим количеством жира (1,2-2,1%), что является характерным для данного вида мяса и согласуется с данными литературных источников [3].

Следует отметить, что длиннейшая мышца спины верблюдов отличается от других мышц повышенным содержанием жира 3,8-4%. Это связано, по-видимому, с наличием горба, заполненного жиром, непосредственно под которым располагается данная мышца. С увеличением жира в образцах снижается количество влаги. При этом количество жира увеличивается до 3,00%. Так, в покровке содержание влаги несколько ниже - 72,95%, что связано с наличием жировых прослоек [3].

Входящие в ее состав микроэлементы регулируют сахар в крови. Среди витаминного состава можно отметить наличие B1, B2, PP, B9, C, A и E (табл.2).

Таблица 2 – Витаминный состав верблюжьего мяса

Верблюжатины	Витаминный состав, в мг						
Показатели	Е	С	В ₆	ниацин	рибофлавин	тиамин	фолацин
Мышечная ткань	-	-	-	2,50	0,21	0,13	-
Верблюжатины I категории	0,80	0,70	0,15	2,30	0,18	0,11	0,009

Помимо этого, мясо верблюда оказывает противовоспалительное, антиоксидантное иммуностимулирующее воздействие [4].

А в печени и почках тушки максимальная концентрация рибофлавина, B₂, оказывающего влияние на работу почти всех систем организма.

Изучение белкового состава мяса верблюжатины показало, что оно содержит 19,5-21,0% белка, 1,85-21,0% азотистых экстрактивных веществ. Преобладающая часть белков – полноценные, содержат полный набор незаменимых аминокислот (39,8-41,04%), на долю заменимых 55,0-58,7 от их общего содержания (табл.3).

Таблица 3 – Общее количество аминокислот

Мясо верблюжье	Показатели			
	Общее количество аминокислот	серин	тирозин	Нуклеиновые кислоты
Мышечная ткань	18614	796	614	194
Верблюжати́на I категории	17884	752	580	174
Верблюжати́на II категории	18679	784	604	-

Мышечная ткань исследованных полуфабрикатов, освобожденная от поверхностного пленки, содержит 17,85-21,43% полноценных белков, что является важным качественным показателем верблюжьего мяса [3].

Соединительно-тканые (неполноценные) белки составляет 0,60-0,75% к мышечной ткани. Меньше их содержится в филейном мышце и внутреннем куске - 0,55%, а больше - в покровке - 0,85 и плечевой части лопатки - 0,80%.

Мясо верблюжатины по биологическим, физико-химическим характеристикам является продуктом высокой пищевой ценности, содержащим значительное количество полноценного, оптимально сбалансированного по аминокислотному составу белка, жирнокислотный состав липидов которого, характеризуется высоким содержанием насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, с высоким выходом мышечной ткани, который можно использовать в производстве полуфабрикатов лечебно-профилактического и массового назначения.

Таким образом, верблюжати́на является ценным белковым продуктом, оно содержит 19,4-21,1% белка, 1,84-20,9% азотистых веществ и небольшое количество жира. Белки мышечной ткани содержат полный набор незаменимых аминокислот (39,8-41,04%), на долю заменимых приходится 55,0-58,7 от их общего содержания.

Делая анализ научной литературы по верблюдоводству можно сделать выводы об эффективности развития верблюдоводства для производства мясных полуфабрикатов в Республики Казахстан.

Литература

1. Кененбай Ш.Ы., Түйе етінің шикізатына сипаттама //МНПК «Зоотехническая наука Казахстана: прошлое, настоящее, будущее», - Алматы, 2014,-с237-241.

2. Баймуканов Д.А. Верблюдоводство Казахстана XXI века. – А.: Бастау, 2009.- 208с.

3. Кененбай Ш.Ы., Разработка технологии производства полуфабрикатов и мясопродуктов повышенной биологической ценности из верблюжатины, диссертация – Алматы: АТУ, 2002. – 253с.

References

1. Kenenbaj Sh.Y., Tu'ye etining shi"kizati'na si"pattama //MNPK «Zootehni"cheskaya nawka Kazahstana: proshloe, nastoyashhee, bwdwshhee», - Almaty, 2014,-P.237-241.

2. Bajmukanov D.A. Verbljudovodstvo Kazahstana XXIveka. – A.: Bastau, 2009.- 208s.

3. Kenenbaj Sh.Y., Razrabotka tehnologii proizvodstva polufabrikatov i mjasoproduktov povyshennoj biologicheskoy cennosti iz verbljuzhatiny, dissertaciya – Almaty: ATU, 2002. – 253 s.

Коваль К.С.

Аспирант, ФГАОУ ВПО Сибирский федеральный университет

БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Аннотация

В статье рассмотрено влияние биоремедиации с использованием различных видов сорбента на процесс восстановления земель, загрязненных нефтепродуктами.

Ключевые слова: биоремедиация, сорбент, нефтепродукты.

Koval K.S.

Postgraduate, Siberian Federal University

BIOREMEDIATION OF SOILS IN THE LIQUIDATION OF OIL POLLUTION

Abstract

The article considers the influence of bioremediation using different types of sorbent recovery process of land contaminated by petroleum products.

Keywords: bioremediation, sorbent, petrochemicals.

Общепризнано, что углеводороды являются одним из наиболее сложных природных объектов, который использует человек в различных сферах применения. Положительная динамика роста нефтезагрязненных почв отмечается во многих стран. Влияние нефтяного загрязнения на физико-химические свойства почвы связано, главным образом, с обволакиванием нефтью почвенных частиц в связи, с чем происходит сильное увеличение гидрофобности почвы, она утрачивает способность впитывать и удерживать воду, происходит вытеснение воздуха из почвенных пор, и, в конечном итоге, нарушается водный и воздушный режимы почвы. Утрата плодородия связана как с непосредственным гербицидным влиянием фракций нефти, так и с ухудшением агрохимических, физико-химических, агрофизических и биологических свойств почвы вследствие гидрофобности замазученных почв[1]. Биоремедиация является одним из наиболее действенных, экологических, быстрых и эффективных с экономической точки зрения методов восстановления загрязненных земель. В процессе своей жизнедеятельности растения входят в сложные взаимоотношения с микроорганизмами, населявшими почву. Нефть оказывает существенное влияние на

растения, вызывает изменения растительного покрова, уменьшает видовое разнообразие растений или вызывает их полное уничтожение, значительно ослабляет рост и развитие растений [2]. Но для того, чтобы из множества аборигенных видов растений и микроорганизмов выбрать подходящие для использования в биоремедиационном процессе, необходимо оценить их устойчивость к загрязнению нефтью и нефтепродуктами.

При этом существуют экосистемы, где нефтяное загрязнение оказывает слабое негативное воздействие или даже влияет на растения положительно. Известно, что в состав нефти входят и регуляторы роста растений [3]. Некоторые авторы считают, что нефть не влияет на прорастание семян растений [4].

Взаимодействие нефти с почвами определяется их свойствами. Реакция почв на загрязнение нефтью, их чувствительность к этим загрязнителям отличаются в разных почвенных зонах, также в пределах сопряженных ландшафтов [5]. Сорбция нефти почвами, например серыми лесными, зависит от содержания физической глины, гумуса, влажности. Зависимость носит сложный нелинейный характер, что свидетельствует о наличии нескольких механизмов сорбционного связывания углеводородов. Различия в адсорбции углеводородов могут быть связаны с минералогическим составом. На сегодняшний день наиболее приемлемым способом очистки нефтезагрязненной экосферы при проливах нефтепродуктов и нефти является применение сорбентов и механизированного способа сбора и удаления, с использованием сорбирующего материала [6]. Применение аборигенных видов микроорганизмов-нефтедеструкторов усиливает эффективность использования указанных видов сорбентов.

Внесение сорбентов используется для увеличения поглощения порога нефтяного загрязнения, при котором могут применяться растения в биоремедиации. Как следует из данных, исследований проведенных с использованием тканых и нетканых полиэфирных сорбентов, предоставленных научно-производственным объединением «Сибэкосорб» и Институтом нефти и газа Сибирского федерального университета. [7, 8], нетканый полиэфирный сорбент показывает себя лучше, чем тканый. Это обстоятельство вызвано тем, что за счет его большей рыхлости нетканый сорбент впитывает больше нефти, к тому же, за счет более высокого значения отношения поверхность/объем, микроорганизмы могут разлагать нефть, сконцентрированную на нетканом сорбенте, обладающем сетчатой структурой [9] т.е., его можно не удалять из почвы после технического этапа рекультивации. Рост бактерий на загрязненных почвах можно объяснить тем, что нефть и нефтепродукты являются дополнительным источником углерода для некоторых групп микроорганизмов. Характер изменения численности ризосферных бактерий при внесении нефтепродуктов в почву не зависел от принадлежности растений к семейству бобовых или злаковых, а в большей степени определялся их видовыми различиями. Таким образом, внесение в почву нефти и продуктов ее переработки в сочетании с сорбентами, в большинстве случаев стимулировало развитие ризосферной микрофлоры растений, как в лабораторных условиях, так и в естественной среде. Используемые нефтепродукты в данной концентрации не угнетали микробиологическую активность в почве, а, по-видимому, служили дополнительным субстратом для развития бактерий.

Литература

1. Яппаров А.Х., Дегтярева И.А., Хидиятуллина А.Я. Комплексный подход к рекультивации нефтезагрязненных почв // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1.
2. Лобачева А.А. Техногенная трансформация почвенно- растительного покрова в зоне влияния нефтеперерабатывающего предприятия: Автореф. Дис. ... канд. Биол. Наук.- Самара: Сам.ГУ. 2007. – 20 с.
3. Schwendinger R.B. Reclamation of soil contaminated with oil// J.Inst. Petrol. 2009. V.54. №35. P. 183-197.
4. Siddiqui S. Phytotoxicity and degradation of diesel hydrocarbons in the soil// Contaminated Soils, Sediments and Water. Abstr. 17-th International Confer. Amherst. USA, 2013
5. R. Thomas Reaction cells and collision cells for ICP-MS: a tutorial review S. Tanner, V. Baranov, D. Bandura Spectrochimica Acta B 57, 2012, 1361—1452
6. В.М. Мелкозеров, С.И. Васильев. Охрана окружающей среды и рациональное природопользование при разработке, эксплуатации нефтяных месторождений, транспортировке нефти и нефтепродуктов. LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2011, 259 с.
7. ТУ 2254-001-02067876-2009. Поропласты композиционные.
8. А.Г. Левченко, М.И. Витковский, В.А. Куркин, А.С. Федотова. Рекультивация почв сельскохозяйственного назначения с применением сорбента «УНИПОЛИМЕР-М»// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.- 2013г.-№10.-С.42-45.
9. Лапушова Л.А., Васильев С.И. Результаты исследования структуры полимерных сорбентов "Униполимер" для ликвидации техногенных разливов нефти и нефтепродуктов в журнале Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе №6, - 2015. стр.17-21

References

1. Japparov A.H., Degtjareva I.A., Hidijatullina A.Ja. Kompleksnyj podhod k rekul'tivacii neftezagraznennyh pochv // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2012. – № 1.
2. Lobacheva A.A. Tehnogennaja transformacija pochvenno- rastitel'nogo pokrova v zone vlijaniya neftepererabatyvajushhego predprijatija: Avtoref. Dis. ... kand. Biol. Nauk.- Samara: Sam.GU. 2007. – 20 s.
3. Schwendinger R.B. Reclamation of soil contaminated with oil// J.Inst. Petrol. 2009. V.54. №35. P. 183-197.
4. Siddiqui S. Phytotoxicity and degradation of diesel hydrocarbons in the soil// Contaminated Soils, Sediments and Water. Abstr. 17-th International Confer. Amherst. USA, 2013
5. R. Thomas Reaction cells and collision cells for ICP-MS: a tutorial review S. Tanner, V. Baranov, D. Bandura Spectrochimica Acta B 57, 2012, 1361—1452
6. V.M. Melkozerov, S.I. Vasil'ev. Ohrana okruzhajushhej sredy i racional'noe prirodopol'zovanie pri razrabotke, jekspluatácii nefjanyh mestorozhdenij, transportirovke nefi i nefteproduktov. LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2011, 259 с.
7. TU 2254-001-02067876-2009. Poroplasty kompozicionnye.

8. A.G. Levchenko, M.I. Vitkovskij, V.A. Kurkin, A.S. Fedotova. Rekul'tivacija pochv sel'skohozjajstvennogo naznachenija s primeneniem sorbenta «UNIPOLIMER-M»// Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse.- 2013g.-№10.-S.42-45.

9. Lapushova L.A., Vasil'ev S.I. Rezul'taty issledovaniya struktury polimernyh sorbentov "Unipolimer" dlja likvidacii tehnologij razlivov nefti i nefteproduktov v zhurnale Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse №6, - 2015. str.17-21

Колпаков Е.А.¹, Зуев Ю.Ю.²

¹Бакалавр, Национальный исследовательский университет Московский энергетический институт,

²кандидат технических наук, доцент,

Национальный исследовательский университет Московский энергетический институт

АНАЛИЗ РАБОТЫ АКСИАЛЬНЫХ ГИДРОМАШИН НА ПОНИЖЕННЫХ СКОРОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ РОТОРОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ НАГРУЗКАХ

Аннотация

Перечислены основные затруднения, препятствующие устойчивой работе аксиальных машин при работе низких и сверхнизких скоростях вращения ротора. Показаны наиболее перспективные направления решения задачи снижения нижнего предела скоростного диапазона машин.

Ключевые слова: аксиально-поршневая гидромашин, трение, регулирование, потери, кавитация, уплотнения, износ.

Kolpakov E.A.¹, Zuev Y.Y.²

¹Bachelor, National research university Moscow power engineering institute

²PhD in Engineering, associate professor, National research university Moscow power engineering institute

THE ANALYSIS OF THE OPERATION OF HYDRAULIC AXIAL-PISTON PUMPS AT LOWER ROTOR SPEED AT THE ACCELERATED LOAD

Abstract

The main difficulties impeding the persistent operation of the hydraulic axion-piston pump at the low and ultralow rotor speeds are listed in this work; the most prospective ways to solve the problem of reducing the lower limit of the high-speed machines are shown.

Keywords: Hydraulic axial-piston pump, friction, control, losses, cavitation, seal, deterioration.

Аксиальные гидромашин с поршневыми и плунжерными вытеснителями (АпГМ) нашли широкое применение в технике, благодаря известным преимуществам: энергоёмкость, регулируемость и реверсивность с высокими показателями быстродействия, обратимость (для конструкций с золотниковым распределением жидкости) компактность, достаточно широкий диапазон регулирования подачи (для насосов) или скоростей и тяговых моментов (для гидромоторов). Благодаря этому они получили широкое распространение во многих отраслях – в авиации, судостроении, строительной, горнодобывающей технике, грузоподъёмных механизмах, робототехнических устройствах, на транспорте и т.д.

Наблюдается тенденция применения АпГМ в системах, где от них требуется работа на низких и сверхнизких устойчивых частотах вращения, существенно меньших нижних предельных паспортных значений машин (робототехнические комплексы, станки, системы слежения и т.п.). Это приводит к целому ряду проблем при эксплуатации данной техники, которые комплексно рассматриваются в данной работе.

Особую актуальность имеет задача обеспечения низкой частоты вращения вала АпГМ в связи с использованием данных машин в объёмных гидроприводах с частотным регулированием (ОГП-ЧУ), где управление скоростью движения выходного звена привода осуществляется за счёт изменения частоты вращения вала АпГМ, связанного с валом приводящего электродвигателя [11].

Основными затруднениями, препятствующими работе АпГМ на низких скоростях, являются [1 – 4]:

- существенно различные значения трения покоя и движения в режимах страгивания вала машины, а также нелинейная зависимость трения от скорости перемещения контактирующих частей;
- малоизученные явления, связанные с колебанием объёмных потерь при низких скоростях вращения ротора и меняющейся нагрузке;
- неравномерное (толчкообразное) вращение вала и, как следствие, высокий уровень вибраций, шума, повышенный износ, снижение ресурса и надёжности машин;
- нарушение теплового режима АпГМ обусловленное ухудшением теплоотвода вплоть до возможного вскипания рабочей жидкости и заклинивания подвижных частей [12].

Решениями, позволяющими существенно снизить нижний предел устойчивых скоростей вращения вала объёмно-роторной гидромашин (ОрГМ), в частности, АпГМ, могут являться следующие:

- применение многошариковых клапанов в узлах распределения жидкости АпГМ и согласование движения всасывающих клапанов с движением рабочих поршней в режиме номинальной подачи [4];
- разделение приводного вала для снижения нагрузок, действующих на золотниковые распределительные узлы и подшипники [3];
- использование новых видов подшипниковых узлов с малым трением на основе магнитных и комбинированных магнито-жидкостных подшипниковых опор [7];
- создание и использование подшипников с аномально низким трением на основе эффекта локально-зоновой ультразвуковой кавитации [10];

• замена традиционных уплотнительных узлов с эластомерными уплотнительными элементами на узлы с полной герметизацией на базе деформируемых (волновых) оболочек [8, 9].

В качестве дополнения к перечисленному перечню решений следует указать и на возможность замены в ряде случаев традиционных АпГМ на сравнительно новый и перспективный вид ОрГМ – роliko-лопастные гидромашины, имеющие аномально низкие силы трения в узлах с контактирующими взаимно перемещающимися поверхностями, в том числе – при меняющейся в широких пределах нагрузке [5, 6]. Данная замена гидромашин представляется наиболее перспективной для ОГП-ЧУ, которые являются сравнительно новым и весьма перспективным видом силовых гидроприводов [11].

Сложность физических процессов, имеющих место при работе объёмно- роторных (ОрГМ) и, в частности, аксиальных гидромашин на аномально низких скоростях, требует проведения по указанным выше направлениям специальных поисковых НИР и НИОКР.

Литература

1. Аврунин Г.А. Определение минимальной частоты вращения гидромоторов путем оценки пульсаций объёмных потерь // Вестник машиностроения. 1975. №3, с. 67 – 68.
2. Осипов А.Ф. Возникновение прерывистого вращения вала объёмного гидромотора // Теория машин-автоматов и пневмогидроприводов / Под. Ред. Л. В. Петрокаса. М.: Машиностроение, 1970. С. 309 – 313.
3. Зуев Ю.Ю., Беляев О.А. Анализ энергетических возможностей объёмно-роторных машин // Вестник Московского энергетического института. 2013 г. №3, с.5 – 13.
4. Волоцкий В.М., Пути снижения шума и вибраций аксиально-поршневых насосов с клапанным распределением // Вестник машиностроения. 1975 г. №3, с. 41 – 43.
5. Домогацкий В.В. Создание гидропередачи на базе роliko-лопастных машин // Строительные и дорожные машины. 2009, №5, с.1 – 5.
6. ООО НТЦ «Нордикс-метрология». URL: <http://nordix-metrologia.narod.ru/index7.htm> (дата обращения: 22.09.2015).
7. Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитный_подшипник. (дата обращения: 18.09.2015).
8. Геращенко А.Н., Самсонович С.Л. Пневматические, гидравлические и электрические приводы летательных аппаратов на основе волновых исполнительных механизмов: Учеб. пособие; Под ред. А.М. Матвеевко. – М.: Машиностроение, 2006. 391 с.
9. Крайнев А.Ф. Идеология конструирования. – М.: Машиностроение-1, 2003. 384 с.
10. Зуев Ю.Ю. Основы создания конкурентоспособной техники и выработки эффективных решений. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. 402 с.
11. Беляев О.А., Зуев Ю.Ю. Моделирование регулировочных характеристик объёмного гидропривода с насосным и частотным управлением //Сб. статей «Гидромашины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика» научно-техн. конф. МГТУ им. Н.Э. Баумана, декабрь 2011 г. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. с. 196 – 204.
12. Зуева Е.Ю. Исследование гидро- и термодинамических процессов течения вязкой жидкости в щелевых каналах трактов смазки и охлаждения герметичных насосных агрегатов и формирование алгоритмов их расчёта. Дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – М.: МЭИ (ТУ), 2007. 310 с.

References

1. Avrunin G.A. Opredelenie minimal'noj chastoty vrashhenie gidromotorov putem ocenki pul'sacij ob#emnyh poter' // Vestnik mashinostroenija. 1975. №3, s. 67 – 68.
2. Osipov A.F. Vozniknovenie preryvistogo vrashhenija vala ob#jomnogo gidromotora // Teorija mashin-avtomatov i pnevmogidroprivodov / Pod. Red. L. V. Petrokasa. M.: Mashinostroenie, 1970. S. 309 – 313.
3. Zuev Ju.Ju., Beljaev O.A. Analiz jenergeticheskikh vozmozhnostej ob#jomno-rotornyh mashin // Vestnik Moskovskogo jenergeticheskogo instituta. 2013 g. №3, s.5 – 13.
4. Volockij V.M., Puti snizhenija shuma i vibracij aksial'no-porshnevyyh nasosov s klapanym raspredeleniem // Vestnik mashinostroenija. 1975 g. №3, s. 41 – 43.
5. Domogackij V.V. Sozdanie gidroperedachi na baze roluko-lopastnyh mashin // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2009, №5, s.1 – 5.
6. ООО NTC «Nordiks-metrologija». URL: <http://nordix-metrologia.narod.ru/index7.htm> (data obrashhenija: 22.09.2015).
7. Vikipedija URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Magnitnyj_podshipnik. (data obrashhenija: 18.09.2015).
8. Gerashhenko A.N., Samsonovich S.L. Pnevmaticheskie, gidravlicheskie i jelektricheskie privody letatel'nyh apparatov na osnove volnovyyh ispolnitel'nyh mehanizmov: Ucheb. posobie; Pod red. A.M. Matveenko. – M.: Mashinostroenie, 2006. 391 s.
9. Krajnev A.F. Ideologija konstruirovaniya. – M.: Mashinostroenie-1, 2003. 384 s.
10. Zuev Ju.Ju. Osnovy sozdaniya konkurentosposobnoj tehnik i vyrabotki jeffektivnyh reshenij. – M.: Izdatel'skij dom MJEI, 2006. 402 s.
11. Beljaev O.A., Zuev Ju.Ju. Modelirovanie regulirovochnyyh harakteristik objomnogo gidroprivoda s nasosnym i chastotnym upravleniem //Sb. statej «Gidromashiny, gidroprivody i gidropnevmoavtomatika» nauchno-tehn. konf. MGTU im. N.Je. Bauman, dekabr' 2011 g. – M.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Bauman. s. 196 – 204.
12. Zueva E.Ju. Issledovanie gidro- i termodinamicheskikh processov techeniya vjazkoj zhidkosti v shhelevyyh kanalakh traktov smazki i ohlazhdeniya germetichnyh nasosnyh agregatov i formirovanie algoritmov ih raschjota. Diss. na soisk. uch. stepeni kand. tehn. nauk. – M.: MJEI (TU), 2007. 310 s.

Корженевский С.Р.¹, Комарский А.А.², Бессонова В.А.³, Чепусов А.С.⁴

¹Кандидат технических наук, ^{2,3,4}младший научный сотрудник, Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, ^{2,4}аспирант, Уральский Федеральный Университет

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 14-08-31243 мол. а и «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

ИМПУЛЬСНАЯ НАНОСЕКУНДНАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ТРУБКА С КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЛЬФРАМО-ГРАФИТОВЫМ АНОДОМ

Аннотация

В статье приводится принципиально новый подход к созданию анода для острофокусной импульсной наносекундной рентгеновской трубки. Предлагается комбинированное исполнение вольфрамо-графитового анодного узла, что позволит увеличить среднюю мощность рентгеновской трубки до 3 кВт. В статье дано теоретическое обоснование предложенного подхода, экспериментально проведена оценка допустимой тепловой нагрузки на анод.

Ключевые слова: рентген, импульсная рентгеновская трубка, анод.

Korzhenevskiy S.R.¹, Komarskiy A.A.², Bessonova. V.A.³, Chepusov A.S.⁴

¹PhD in Engineering, ^{2,3,4}junior researcher, Institute of Electrophysics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ^{2,4}postgraduate student, Ural Federal University

PULSED NANOSECOND X-RAY TUBE WITH ANODE MADE OF THE COMBINATION OF TUNGSTEN-CARBON

Abstract

In this paper we present a brand new approach to creating an anode for a sharp-focused pulsed nanosecond x-ray tube. We suggest using a tungsten-graphite anode unit, which will lead to increasing the average power of the x-ray tube up to 3 kW. In this article we provide a theoretical justification of the suggested approach and estimation of allowable heat load for the anode.

Keywords: x-ray, pulsed x-ray tube, anode.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования, проведенные в ИЭФ УрО РАН в последнее десятилетие, показали перспективность применения в медицинской рентгенодиагностике наносекундных импульсных частотных генераторов рентгеновского излучения[1,2]. Использование таких генераторов делает возможным максимальное использование эффекта послесвечения рентгенолюминесцентных материалов, используемых в усиливающих экранах (слоях), как традиционных пленочных, так и новых цифровых приемниках излучения, что позволяет снизить дозу облучения пациентов при диагностике на порядок и более, по сравнению с рентгеновскими аппаратами постоянного тока[3].

Однако, медицинская диагностика, в отличие от дефектоскопии, требует проведения исследования за ограниченный промежуток времени, определяемый биологическими процессами жизнедеятельности организма. Для импульсных рентгеновских источников напряжением до 150 кВ достигнута средняя выходная мощность не более 1,6 кВт, что затрудняет применение импульсных рентгеновских генераторов для исследования динамически изменяющихся объектов, в частности, биологических объектов. Это требование привело к тому, что импульсные рентгеновские аппараты практически полностью вытеснены из медицинской диагностики аппаратами постоянного тока, работающими при средних выходных мощностях в несколько киловатт.

В данной работе демонстрируется разработанная острофокусная наносекундная импульсная частотная рентгеновская трубка, работающая в повторно-кратковременном режиме, при напряжении до 150 кВ, частоте следования импульсов не менее 1 кГц и средней выходной мощности 2,5-3 кВт. Данная трубка была создана благодаря принципиально новому подходу при разработке анодной части, и превосходит по своим возможностям, как ранее созданные импульсные рентгеновские трубки, так и имеющиеся трубки постоянного тока.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ АНОДНОЙ СИСТЕМЫ

В применяемых в настоящее время острофокусных импульсных рентгеновских трубках анод представляет собой заостренный прут из вольфрама, закрепленный на медном радиаторе, как показано на рисунке 1 слева. Радиатор устанавливается так, чтобы исключить возможность попадания электронного пучка на него. С учетом того, что малый размер фокусного пятна трубки достигается использованием вольфрамового прутка малого диаметра, имеющего коэффициент теплопроводности всего около 180 Вт/м·К, значительное удаление медного радиатора от области анода, бомбардируемой электронным пучком, приводит к ограничению допустимой тепловой нагрузки на анод, и как следствие к существенному снижению средней мощности трубки.

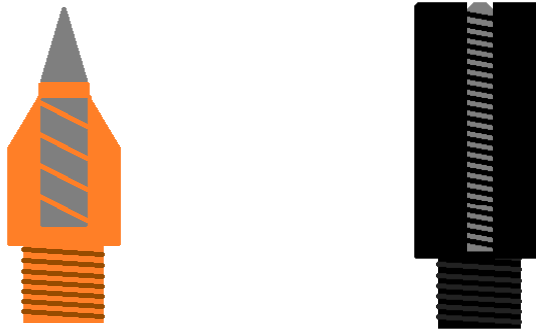


Рис. 1 – Схема и фото анода с медным радиатором (слева); схема и фото экспериментального вольфрамо-графитового анода (справа).

На сегодняшний день для импульсных рентгеновских источников напряжением до 150 кВ достигнута средняя выходная мощность не более 1,6 кВт при работе в повторно-кратковременном режиме. Впервые, предлагается не использовать радиатор анода, удаленный из области, подвергающейся бомбардировке электронным пучком, а применить комбинированный вольфрамо-графитовый анод. Система представляет собой графитовый стержень с находящимся в центре него вольфрамовым прутком (рисунок 1, справа).

Интенсивность рентгеновского излучения определяется, как

$$I_{x-ray} = k \cdot I \cdot Z \cdot U^2,$$

где I_{x-ray} – интенсивность рентгеновского излучения, k – коэффициент пропорциональности, Z – атомный порядковый номер материала анода, I – сила тока рентгеновской трубки, U – разность потенциалов на электродах рентгеновской трубки. Таким образом, интенсивность прямо пропорционально зависит от атомного номера материала бомбардируемой мишени, следовательно, интенсивность рентгеновского излучения, генерируемого на поверхности графита будет мала в сравнении с интенсивностью излучения, генерируемого на поверхности вольфрама. При условии, что на данные участки приходится одинаковый ток, имеем

$$\frac{I_{x-ray_W}}{I_{x-ray_{Gr}}} = \frac{Z_W}{Z_{Gr}} = 12.33,$$

где I_{x-ray_W} , $I_{x-ray_{Gr}}$ – интенсивность рентгеновского излучения с поверхности вольфрама и графита соответственно.

Таким образом графит, обладающий высокой теплопроводностью от 278 Вт/м·К до 2435 Вт/м·К и находящийся непосредственно в области, бомбардируемой электронным пучком, будет эффективно отводить тепло от вольфрамового прутка, практически не внося вклад в интенсивность рентгеновского излучения. Использование такой конструкции анода исключает возможность применения медного радиатора вместо графитового, т.к.

$$\frac{I_{x-ray_{Cu}}}{I_{x-ray_{Gr}}} = \frac{Z_{Cu}}{Z_{Gr}} = 4.83,$$

то есть при одинаковом распределении тока по поверхности радиатора, рентгеновское излучение с медного в 4,83 раза будет интенсивнее, чем с графитового.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Эксперимент проведен на установки с безмасляной системой откачки, при давлении в камере 10^{-7} тор. Генератор высоковольтных импульсов имеет следующие параметры: амплитуда импульса напряжения $U_a = 140$ кВ, частота следования импульсов до 5 кГц, длительность импульса порядка 20 нс. На видеокамеру производится запись инерционных тепловых процессов, происходящих на аноде во время работы рентгеновской трубки. Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 2.

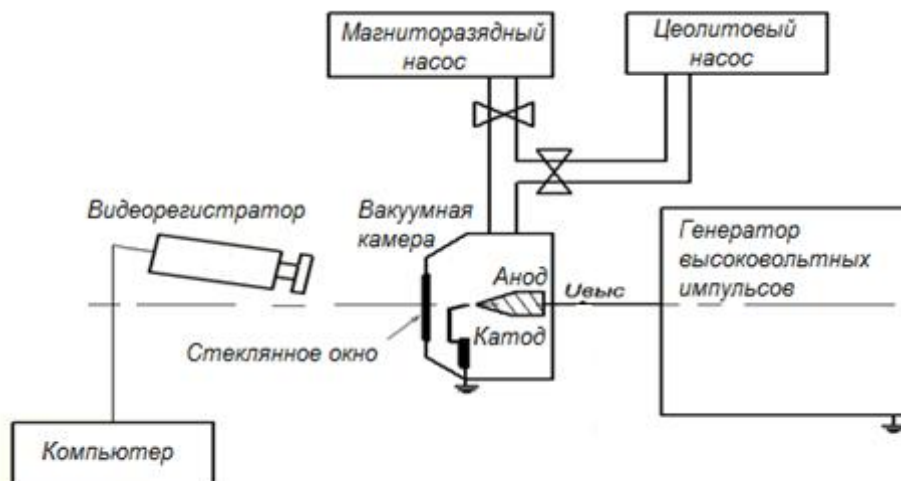


Рис. 2 – Схема экспериментальной установки

При первой установке рентгеновской трубки с комбинированным вольфрамо-графитовым анодом проведена ее тренировка. Этот процесс способствует чистке и обезгаживанию рабочих поверхностей.

При испытании на допустимую тепловую нагрузку, комбинированный вольфрамо-графитовый анод, как и ожидалось, демонстрирует прекрасные характеристики. При средней мощности 2,5 кВт и времени экспозиции $t = 1$ с не наблюдается локальный перегрев вольфрамовой части анода и ее разлет. В случаях с применением анода с медным радиатором или просто вольфрамового стержня без радиатора на видео наблюдается превышение по допустимой тепловой нагрузке и видны треки разлетающегося материала анода. Анод с медным радиатором выдерживает нагрузку 1,6 кВт при $t = 1$ с, а анод без радиатора лишь 0,1 кВт за то же время экспозиции. На рисунке 3.а 3.б показаны аноды в момент превышения допустимой мощности, а на рисунке 3.в показана стабильная работа комбинированного катода при средней мощности 2,5 кВт.

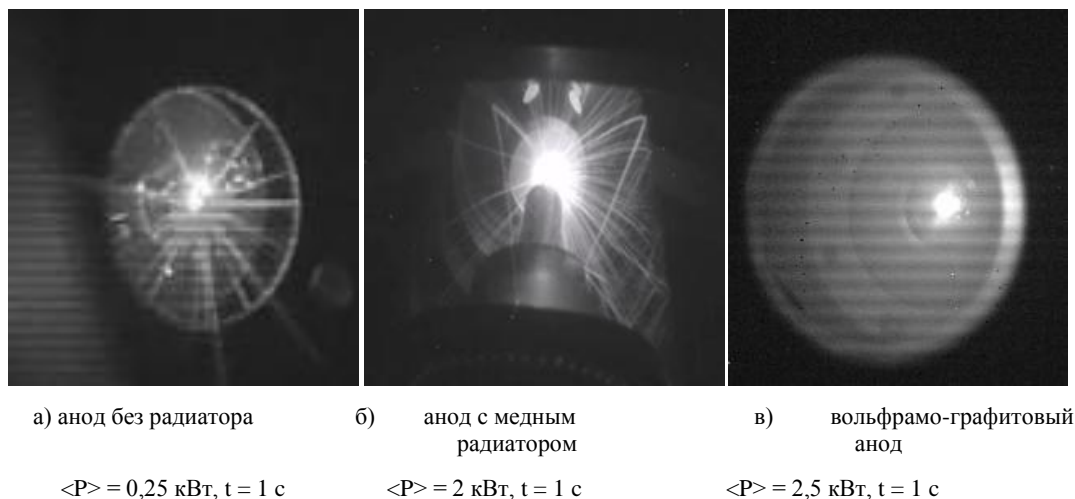


Рис. 5 – Фото анодов во время работы
а), б) разлет материала анода, в) стабильная работа

Таким образом, комбинированный вольфрамо-графитовый анод демонстрирует стабильную работу после наработки 10^5 импульсов при средней мощности более 2 кВт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана принципиально новая анодная система для острофокусной импульсной рентгеновской трубки, основанная на изменении конструкции и применении графита в качестве радиатора. Благодаря комбинированному вольфрамо-графитовому аноду средняя мощность рентгеновской трубки повысилась до 3 кВт.

Размер эффективного фокусного пятна трубки определяется только размером части анода, изготовленной из вольфрама, что позволяет создавать мощные микрофокусные рентгеновские трубки. Данная анодная система обладает повышенной износостойкостью в сравнении с предыдущими аналогами.

Литература

1. Filatov A.L., Bastrikov V.L., Korzhenevskiy S.R., Kuznetsov V.L., Ponikarovskikh A.E. Universal mobile X-ray apparatus. Patent RF, No 64153, МРКО 24-01; 2007 Russian.
2. Filatov D.L., Korzhenevski S.R., Kuznetsov V.L., Ananin M.V., Motovilov V.A. The nanosecond PP x-ray apparatus. 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGH-POWER PARTICLE BEAMS – PROCEEDINGS, BEAMS-2004, St. Petersburg, 552-554.
3. . A.A. Komarskiy, A.S. Chepusov, V.L. Kuznetsov, S.R. Korzhenevskiy, S.P. Nikulin, S.O. Cholakh Reducing Radiation Dose By Using Pulse X-Ray Apparatus. Journal of Biosciences and Medicines. Vol.2, N. 2, 2014.

Ксендзов А.В.

Кандидат технических наук, Рязанский государственный радиотехнический университет

Работа выполнена в рамках государственного задания № 2014/178

ОЦЕНИВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИХОДА СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРРЕЛЯЦИИ ЗАМИРАНИЙ В МИМО СИСТЕМЕ**Аннотация**

Предложен метод оценивания направления прихода сигнала в условиях рассеивающей среды с помощью многоантенной системы (МАС) из ненаправленных диполей, основанный на Фурье-анализе коэффициентов пространственной корреляции сигналов с последующим вычислением первой комплексной гармоники азимутального спектра мощности (АСМ).

Ключевые слова: МИМО, азимутальный спектр мощности, многолучевость, коррелированные замирания, направление прихода.

Ksendzov A.V.

PhD in Engineering, Ryazan State Radio Engineering University

ESTIMATION OF DIRECTION OF ARRIVAL OF SIGNAL USING FADING CORRELATION IN MIMO SYSTEM**Abstract**

A method for estimation of direction of signal arrival in a scattering environment with a multi-element antenna (MEA) consisting of omnidirectional dipoles based on Fourier analysis of spatial correlation coefficients for signals received by MEA with subsequent calculation of the first complex harmonic of the power azimuth spectrum is proposed.

Keywords: MIMO, power azimuth spectrum, multipath, fading correlation, direction of arrival, DoA.

I. Введение

Поскольку в большинстве современных беспроводных систем связи диапазона выше 1 ГГц используемые электромагнитные волны распространяются через среду рассеяния, приводящую к непрерывно меняющейся многолучевой траектории, в математические модели радиоканалов вводятся замирания сигнала и функция азимутального спектра мощности (АСМ) $p(\theta)$, что позволяет учесть стохастические свойства среды распространения сигнала. АСМ показывает азимутальное распределение мощности сигнала в точке приема, нормированное следующим образом:

$$p(\theta) \geq 0, \quad \int_0^{2\pi} p(\theta) d\theta = 1. \quad (1)$$

Обычно в моделях используются три вида аппроксимации АСМ: равномерный, гауссовский и лапласовский с возможностью усечения по азимуту [1]. Наличие выделенного направления АСМ отражает свойство принимаемого сигнала концентрировать свою мощность в направлении передатчика даже без луча прямой видимости при распространении в застроенной среде. Таким образом, азимут, соответствующий пику или центру симметрии аппроксимирующей функции, считается направлением прихода (НП). Оценка НП может быть полезна в задачах радиолокации, пеленгации передатчика или кластера отражателей, а также оптимизации многоантенной системы (МАС) для декорреляции замираний сигнала в МИМО системе, что позволяет повысить ее производительность [2]. Данная оценка может быть получена с использованием одиночной вращающейся узконаправленной антенны [3] или фиксированной МАС в сочетании с диаграммообразованием [4].

Цель статьи: разработка метода оценивания НП с помощью МАС из ненаправленных антенн, использующего свойства коррелированных замираний сигнала, проходящего к точке приема через среду интенсивного рассеяния и переотражения.

II. Главная часть

Рассмотрим следующие виды аппроксимации АСМ: равномерную $p_U(\theta)$, гауссовскую $p_G(\theta)$ и лапласовскую $p_L(\theta)$ (рис. 1 а, б, в соответственно).

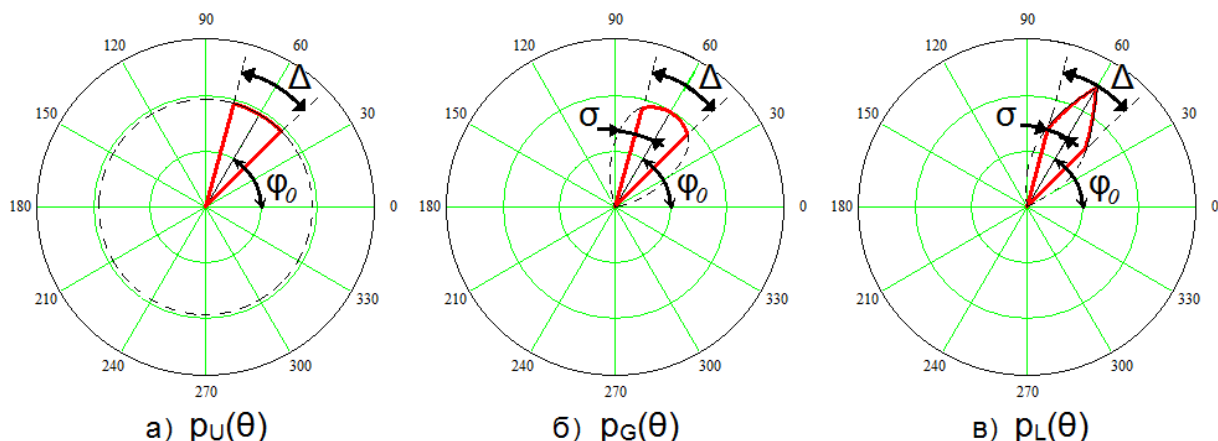


Рис. 1 – Модели аппроксимации АСМ

Полные математические модели данных видов аппроксимации могут быть описаны набором параметров: НП Φ_0 , ширина усечения Δ и угловое расхождение σ для последних двух [1, 2]. Предполагается, что $p_U(\theta) = p_G(\theta) = p_L(\theta) = 0$ для $\theta \notin \left[\phi_0 - \frac{\Delta}{2}, \phi_0 + \frac{\Delta}{2}\right]$ и

$$p_U(\theta) = \frac{1}{\Delta}, \quad p_G(\theta) = \left(\operatorname{erf}\left(\frac{\Delta}{2\sqrt{2}\sigma}\right) \sqrt{2\pi}\sigma \right)^{-1} e^{-\frac{(\theta-\phi_0)^2}{2\sigma^2}}, \quad p_L(\theta) = \left(\left(1 - e^{-\frac{\Delta}{\sqrt{2}\sigma}}\right) \sqrt{2}\sigma \right)^{-1} e^{-\frac{\sqrt{2}}{\sigma}|\theta-\phi_0|} \quad (2)$$

для $\theta \in \left[\phi_0 - \frac{\Delta}{2}, \phi_0 + \frac{\Delta}{2}\right]$, что удовлетворяет нормировке (1).

Полагая функцию АСМ $p(\theta)$ периодической, представим ее в виде ряда Фурье [5]:

$$p(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \dot{C}_n e^{jn\theta}, \quad \dot{C}_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} p(\theta) e^{-jn\theta} d\theta. \quad (3)$$

Заметим, что $\dot{C}_0 = \frac{1}{2\pi}$ вследствие (1). Подставляя (2) в (3), получим

$$\dot{C}_n = \frac{1}{2\pi} c_n e^{-jn\phi_0}, \quad (4)$$

где величины

$$c_{Un} = \frac{\sin n \frac{\Delta}{2}}{n \frac{\Delta}{2}}, \quad c_{Gn} = \frac{\operatorname{Re} \left\{ \operatorname{erf}\left(\frac{\Delta}{2\sqrt{2}\sigma} + j \frac{n\sigma}{\sqrt{2}}\right) \right\}}{\operatorname{erf}\left(\frac{\Delta}{2\sqrt{2}\sigma}\right)} e^{-\left(\frac{n\sigma}{\sqrt{2}}\right)^2}, \quad c_{Ln} = \frac{e^{\frac{\Delta}{\sqrt{2}\sigma}} - \cos n \frac{\Delta}{2} + \frac{n\sigma}{\sqrt{2}} \sin n \frac{\Delta}{2}}{\left(1 + \left(\frac{n\sigma}{\sqrt{2}}\right)^2\right) \left(e^{\frac{\Delta}{\sqrt{2}\sigma}} - 1\right)} \quad (5)$$

являются действительными вне зависимости от НП.

Таким образом, из (4) и (5) следует, что при выборе любого из рассматриваемых видов аппроксимации для оценки НП может быть использована фаза первой комплексной гармоники АСМ:

$$\hat{\phi}_0 = -\arg \dot{C}_1 = \arg \dot{C}_1^* = \arg(c(a_1 + jb_1)), \quad (6)$$

где C – действительный масштабный множитель, a_1 и b_1 – коэффициенты тригонометрического ряда Фурье, которые могут быть оценены методом, предложенным в [5]. В частности,

$$ca_1 = \operatorname{Im}\{r_x\}, \quad cb_1 = \operatorname{Im}\{r_y\}, \quad (7)$$

где r_x и r_y – комплексные коэффициенты корреляции сигналов, принятых парами ненаправленных антенн, как показано на рис. 2 а.

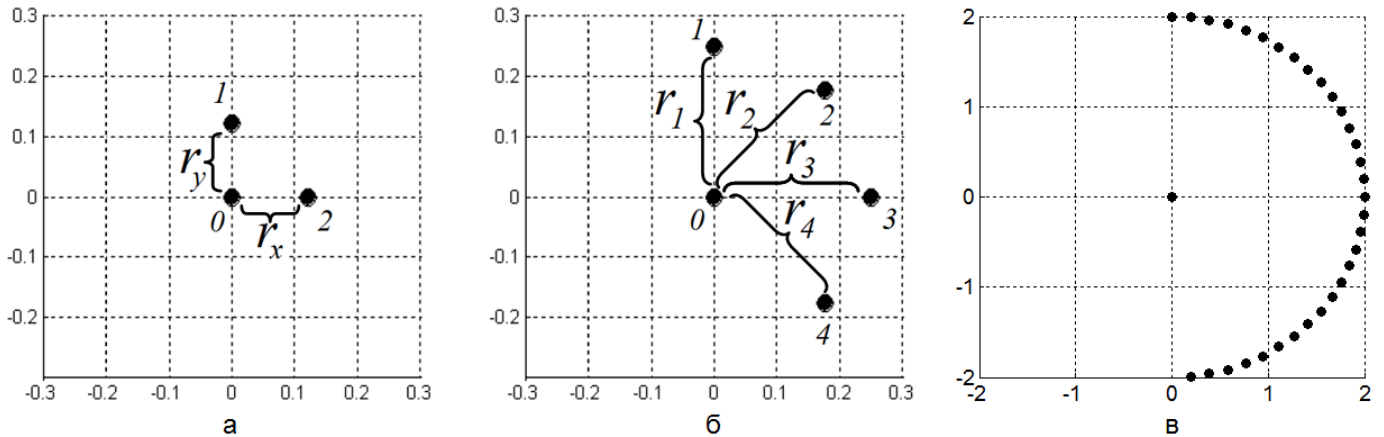


Рис. 2 – МАС для оценивания направления прихода

Каждый из корреляционных коэффициентов может быть оценен как усредненное произведение нормированных комплексных тестовых символов S_u , S_v , полученных соответствующей парой антенн, разнесенных на полярные координаты (D, ϕ) :

$$r(D, \phi) = M\{S_u S_v^*\} = \int_0^{2\pi} p(\theta) e^{j2\pi D \cos(\theta-\phi)} d\theta. \quad (8)$$

Проблемой метода является необходимость чрезвычайно малого антенного разнесения $D < 0,2$ для уменьшения влияния высших гармоник на корреляцию (8) [5]. При этом взаимное влияние антенн и, как следствие, ошибка оценивания, резко возрастает. Для ее уменьшения требуется увеличить размер МАС и количество антенн в ней. К примеру, МАС, изображенная на рис. 2 б, обеспечивает большее разнесение и, следовательно, меньшее взаимное влияние антенн. Коэффициенты тригонометрического ряда Фурье в этом случае:

$$ca_1 = \text{Im}\{r_3\} + \sqrt{0,5} \text{Im}\{r_2\} + \sqrt{0,5} \text{Im}\{r_4\}, \quad cb_1 = \text{Im}\{r_1\} + \sqrt{0,5} \text{Im}\{r_2\} - \sqrt{0,5} \text{Im}\{r_4\}. \quad (9)$$

В предельном случае МАС имеет полукруглую топологию (рис. 2 в) [5], а оценка НП стремится к

$$\hat{\phi}_0 = \arg \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \text{Im}\{r(D, \phi)\} e^{j\phi} d\phi. \quad (10)$$

III. Выводы

Оценка НП, полученная предложенным методом, содержит случайную и систематическую погрешности. Случайная погрешность вызвана конечной длиной тестовой символьной последовательности и стохастической природой АСМ в целом. Систематическая погрешность может возникнуть из-за асимметрии реального АСМ, что ограничивает область применения метода только сценариями, при которых априори известно о наличии выделенного направления АСМ и возможности его аппроксимации приведенными выше моделями. Также существует компромисс между воздействием взаимного влияния антенн при малом разнесении D и высших гармоник АСМ при большом D на ошибку оценивания. Результаты моделирования показывают, что систематическая погрешность оценки не превышает 1° при использовании МАС, приведенной на рис. 2 б, с $D = 0,5$ и формул (6) и (9) для получения оценки НП при хорошей аппроксимации АСМ (2).

IV. Заключение

Метод, предложенный в данной статье, позволяет оценивать азимут прихода сигнала с использованием многоантенной системы с простой топологией, составленной из ненаправленных элементов без взаимного влияния, которая требуется для сбора информации о пространственной корреляции замираний сигнала, распространяющегося через среду рассеивания. Метод применим к однокластерным канальным моделям с доминирующим направлением, а также может быть применен к многокластерным моделям, например, COST259, для определения средневзвешенного направления на группу отражающих кластеров. Метод неприменим к внутрикомнатным и микросотовым моделям каналов, поскольку соответствующие им АСМ, как правило, носят бесформенный характер.

Литература

1. Schumacher L., Pedersen K., Mogensen P. From Antenna Spacings to Theoretical Capacities – Guidelines for Simulating MIMO Systems // Proceedings of 13th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications PIMRC 2002. Lisbon, Portugal, 15-18 Sept. 2002. Vol. 2. P. 587-592.
2. Паршин Ю.Н., Ксэндзов А.В. Влияние пространственной корреляции на эффективность оптимизации пространственной структуры многоантенной системы при разнесенном приеме // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2006. № 19. С. 54-62.
3. Li J., Li X.-Z., Zhou G.-M., Zhang E.-Y. A novel method for estimating the power azimuth spectrum of the wireless channel // IEEE Antennas Wireless Propag. Lett. Dec. 2006. Vol. 5. P. 11–14.
4. Wallace J. W., Jensen A. Sparse power angle spectrum estimation // IEEE Trans. Antennas Propag. Aug. 2009. Vol. 57. № 8. P. 2452–2460.
5. Ksendzov A. V. A Method for Estimating the Power Azimuth Spectrum Using a Multi-Element Antenna // Proceedings on 16th International Radar Symposium IRS 2015. June 23—26, 2015. V.2. P. 1052–1057.

References

1. L. Schumacher, K. Pedersen, P. Mogensen, "From Antenna Spacings to Theoretical Capacities – Guidelines for Simulating MIMO Systems," Proc. of 13th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications PIMRC, vol. 2, pp. 587–592, Sept. 2002.
2. Yu. Parshin and A. Ksendzov, "Effect of spatial correlation on efficacy of MEA optimization when receive diversity," Vestnik of RSREU, no. 19, pp. 54–62, 2006.
3. J. Li, X.-Z. Li, G.-M. Zhou, and E.-Y. Zhang, "A novel method for estimating the power azimuth spectrum of the wireless channel," IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 5, pp. 11–14, Dec. 2006.
4. J. W. Wallace and M. A. Jensen, "Sparse power angle spectrum estimation," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 57, no. 8, pp. 2452–2460, Aug. 2009.
5. A. Ksendzov, "A Method for Estimating the Power Azimuth Spectrum Using a Multi-Element Antenna," Proceedings on 16th International Radar Symposium IRS 2015, June 23—26, 2015, v.2, pp. 1052–1057. June 2015.

Куликов М.А.

Кандидат химических наук,

Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РЕСПЛАВОВ
ТЕХНИЧЕСКОГО НИТРАТА КАЛИЯ****Аннотация**

Приведены результаты исследования скорости термического разложения промышленных образцов калиевой селитры. Показано влияние температуры и продолжительности нагрева на содержание в пробах нитрита калия, как основного продукта разложения нитрата калия. Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологических решений получения гранулированного продукта методом прилирования.

Ключевые слова: нитрат калия, термическая устойчивость, гранулирование, прилирование.

Kulikov M.A.

PhD in Chemistry, State National Research Polytechnical University of Perm, Berezniki branch

RESEARCH THE THERMAL STABILITY OF THE TECHNICAL POTASSIUM NITRATE MELTS**Abstract**

The results of the study of the thermal decomposition rate of industrial designs potassium nitrate. The influence of temperature and heating time on the content in samples potassium nitrite, as the main product of potassium nitrate decomposition has been shown. The results can be used in the development of technological solutions for granulated product by prilling.

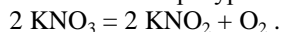
Keywords: potassium nitrate, thermal stability, granulation, prilling.

Одним из путей улучшения качественных показателей минеральных удобрений является их выпуск в гранулированном виде [1-5]. Гранулирование минеральных удобрений может осуществляться несколькими методами, например, окатыванием, прессованием, прилированием и другими [2]. Выбор того или иного метода будет определяться физико-химическими свойствами исходных материалов. Так, для гранулирования удобрений со сравнительно высокой температурой плавления (хлорид калия) используется метод прессования [6], а для более легкоплавких веществ (аммиачная селитра) используется метод прилирования [7].

Интересным соединением с точки зрения прилирования является калиевая селитра или нитрат калия. В настоящее время единственным производителем калиевой селитры в России является Березниковский филиал «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ» [8], где нитрат калия выпускается в кристаллическом виде. В процессе хранения технический продукт заметно слеживается, что ухудшает его потребительские свойства. Для снижения слеживаемости его обрабатывают сульфолоном [9], также предложено использовать поташ [10].

Способ получения калиевой селитры в гранулированном виде был запатентован в 2008 году [11] и показывает принципиальную возможность его реализации в промышленном масштабе. Позднее процесс гранулирования расплава нитрата калия был детально изучен в работе [12].

Известно [1], что нитрат калия при нагревании выше температуры плавления (337 °С) разлагается по реакции



Таким образом, в гранулированном продукте может появиться нитрит калия, содержание которого в калиевой селитре не должно превышать 0,01 % [9]. Имеющиеся данные по термоустойчивости нитрата калия относятся, главным образом, к чистому веществу. В производственных же условиях приходится иметь дело с техническими продуктами. Примеси, которые в них содержатся, могут оказывать существенное влияние на скорость термического разложения KNO_3 . В связи с тем, что производство гранулированного нитрата калия является достаточно перспективным, весьма интересно оценить скорость термического разложения технической калиевой селитры.

Объектом исследования в представленной работе является техническая калиевая селитра марки Б со следующими показателями качества (таблица 1).

Таблица 1 – Качественные показатели калиевой селитры

Наименование показателя	Норма	Факт
Массовая доля (М. д.) KNO_3 , %, не менее	99,90	99,95
М. д. H_2O , %, не более	0,20	0,18
М. д. NaCl , %, не более	0,017	0,014
М. д. K_2CO_3 , %, не более	0,01	0,008
М. д. нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,01	0,007
М. д. KNO_2 , %, не более	0,01	0,0015
М. д. солей Ca и Mg в пересчете на Ca, %, не более	0,002	0,002
М. д. Fe, %, не более	0,005	0,00015

Для оценки степени разложения нитрата калия проведена серия опытов, сущность которых заключалась в плавлении образцов калиевой селитры в муфельной печи при температуре 350 °С. Полученные расплавы выдерживали в муфеле при 350 °С в течение 5, 10 и 15 минут. После выдержки расплав выливали в фарфоровую чашку, охлаждали и анализировали на содержание нитрита калия. Аналогичные опыты проведены при температуре 380 °С, полученные результаты представлены на рисунке 1.

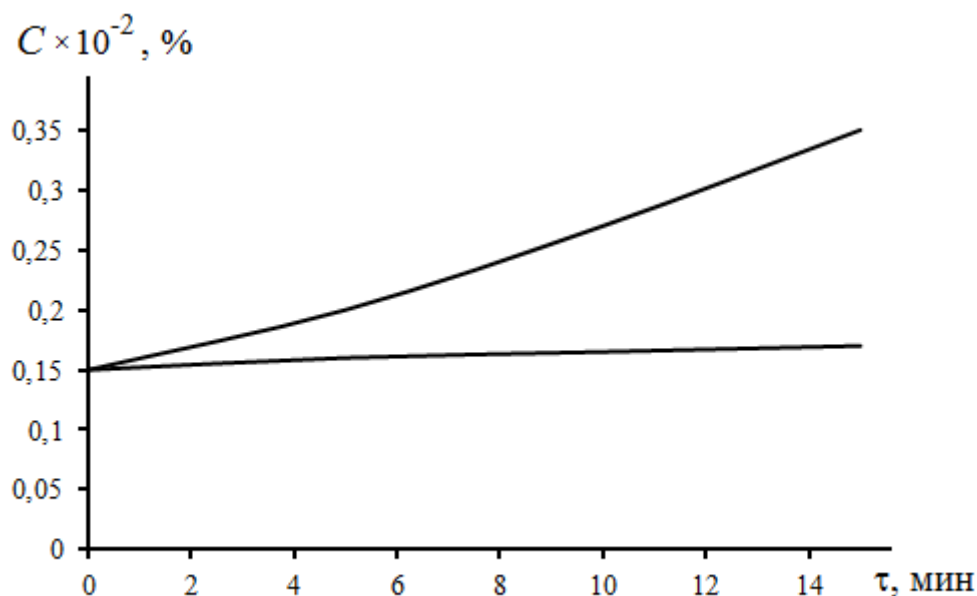


Рис. 1 – Содержание нитрита калия в пробах после выдержки при различных температурах: 1 – 380 °C; 2 – 350 °C

Оценивая результаты проведенных опытов можно сделать вывод, что разложения нитрата калия при 350 °C практически не происходит, а при 380 °C идет с незначительной скоростью, при этом содержание нитрита калия не превышает норму даже при выдержке в расплаве в течение 15 минут.

Литература

1. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л.: Химия, 1989. – 352 с.
2. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основные процессы технологии минеральных удобрений. – М.: Химия, 1990. – 304 с.
3. Кочергин С.А. Повышение эффективности производства сложных минеральных удобрений путем оптимизации процессов гранулирования и сушки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 2008. – 20 с.
4. Бабенко С.А., Семакина О.К., Бокуцова К.П., Лиханова О.В. Разработка технологии гранулирования органо-минеральных удобрений на основе озерных сапропелей. – Известия Томского политехнического университета, 2005. Т. 308. № 1. С. 119 – 122.
5. Назаров В.И., Макаренков Д.А. Гранулирование комплексных удобрений и реологические и физико-химические свойства компонентов. – Вестник Московского государственного областного университета, 2011. № 4. С. 143 – 148.
6. Калий хлористый – удобрения: Методы производства / ПАО «Уралкалий» – URL <http://www.uralkali.com/ru/buyers/production/methods/> (дата обращения 09.09.2015).
7. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности / М.Е. Иванов [и др.]. – М.: Химия, 1990. – 288 с.
8. Активы // АО «ОХК «УРАЛХИМ» – URL <http://www.uralchem.ru/rus/asset/azot/about/> (дата обращения 09.09.2015).
9. ГОСТ Р 53949-2010. Селитра калиевая техническая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2011.
10. Способ предотвращения слеживаемости нитрата калия: пат. 2324652 Рос. Федерация / А.И. Суханов, Н.И. Бердичевский, А.П. Стародумов, С.В. Костюшева. № 2006145997/15; заявл. 26.12.2006; опубл. 20.05.2008. Бюлл. № 14. – 4 с.
11. Способ получения нитрата калия: пат. 2317255 Рос. Федерация / А.И. Суханов, С.Е. Макаров [и др.]. № 2006132939/15; заявл. 13.09.2006; опубл. 20.02.2008. Бюлл. № 5. – 4 с.
12. Таран Ю.А. Разработка и анализ процессов гранулирования расплавов с использованием экологически безопасных энергосберегающих схем: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2011. – 24 с.

References

1. Pozin M.E. Tehnologija mineral'nyh udobrenij. – L.: Himija, 1989. – 352 s.
2. Klassen P.V., Grishaev I.G. Osnovnye processy tehnologii mineral'nyh udobrenij. – M.: Himija, 1990. – 304 s.
3. Kochergin S.A. Povyshenie jeffektivnosti proizvodstva slozhnyh mineral'nyh udobrenij putem optimizacii processov granulirovanija i sushki: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – Ivanovo, 2008. – 20 s.
4. Babenko S.A., Semakina O.K., Bokucova K.P., Lihanova O.V. Razrabotka tehnologii granulirovanija organo-mineral'nyh udobrenij na osnove ozernyh sapropelej. – Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2005. T. 308. № 1. S. 119 – 122.
5. Nazarov V.I., Makarenkov D.A. Granulirovanie kompleksnyh udobrenij i reologicheskie i fiziko-himicheskie svojstva komponentov. – Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta, 2011. № 4. S. 143 – 148.
6. Kalij hloristyj – udobrenija: Metody proizvodstva / PAO «Uralkalij» – URL <http://www.uralkali.com/ru/buyers/production/methods/> (data obrashhenija 09.09.2015).

7. Proizvodstvo ammiachnoj selitry v agregatah bol'shoj edinichnoj moshhnosti / M.E. Ivanov [i dr.]. – M.: Himija, 1990. – 288 s.
8. Aktivы // АО «ОХК «УРАЛХИМ» – URL <http://www.uralchem.ru/rus/asset/azot/about/> (data obrashhenija 09.09.2015).
9. GOST R 53949-2010. Selitra kalievaja tehničeskaja. Tehničeskie uslovija. – M.: Standartinform, 2011.
10. Sposob predotvrashhenija slezhivaemosti nitrata kalija: pat. 2324652 Ros. Federacija / A.I. Suhanov, N.I. Berdichevskij, A.P. Starodumov, S.V. Kostjusheva. № 2006145997/15; zajavl. 26.12.2006; opubl. 20.05.2008. Bjull. № 14. – 4 s.
11. Sposob poluchenija nitrata kalija: pat. 2317255 Ros. Federacija / A.I. Suhanov, S.E. Makarov [i dr.]. № 2006132939/15; zajavl. 13.09.2006; opubl. 20.02.2008. Bjull. № 5. – 4 s.
12. Taran Ju.A. Razrabotka i analiz processov granulirovanija rasplavov s ispol'zovaniem jekologičeski bezopasnyh jenergosberegajushhih shem: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – Moskva, 2011. – 24 s.

Куликов М.А.

Кандидат химических наук,

Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета

ПОЛУЧЕНИЕ НИТРАТА КАЛИЯ ИЗ ФЛОТАЦИОННОГО ХЛОРИДА КАЛИЯ

Аннотация

Исследована возможность замены галургического хлорида калия на флотационный в производстве калиевой селитры. Представлены результаты лабораторных исследований и опытно-промышленных испытаний по получению конверсионных растворов. Установлено, что качество продукта, получаемого из флотационного хлорида калия, соответствует требованиям нормативной документации.

Ключевые слова: калиевая селитра, флотационный хлорид калия, конверсионные растворы, технологический режим.

Kulikov M.A.

PhD in Chemistry,

State National Research Politechnical University of Perm, Berezniki branch

POTASSIUM NITRATE PRODUCTION FROM FLOTATION POTASSIUM CHLORIDE

Abstract

The possibility of replacing halurgy potassium chloride on flotation potassium chloride in the potassium nitrate production has been investigated. The results of laboratory and pilot tests for conversion solution production have been presented. It has been found that the quality of the product resulting from the flotation of potassium chloride meets regulatory documentation.

Keywords: potassium nitrate, flotation potassium chloride, conversion solutions, operating practices.

Нитрат калия (калиевая селитра, KNO_3) широко применяется в различных отраслях промышленности, а также в качестве ценного минерального удобрения. При этом, несмотря на свои свойства, KNO_3 весьма ограниченно используется в сельском хозяйстве в виду его высокой стоимости, обусловленной, в первую очередь, стоимостью сырья, а именно хлорида калия [1]. Еще одним фактором, влияющим на стоимость калиевой селитры, является ограниченность отечественных производителей этого удобрения. В настоящее время калиевую селитру в России выпускает всего одно предприятие – Филиал «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ» в городе Березники [2]. Производство введено в эксплуатацию в 1982 году и на сегодняшний день нуждается в серьезной реконструкции [3].

Наиболее распространенным способом получения нитрата калия является конверсия хлорида калия растворами солей азотной кислоты [4,5]. В Филиале «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ» в городе Березники реализован способ производства нитрата калия обменным разложением солей по реакции:



Температура процесса очень сильно влияет на состояние равновесия данной системы, что накладывает свои ограничения на ведение технологического процесса. В качестве калийной компоненты используется галургический хлорид калия.

Для облагораживания продукта предложено использовать поташ [6] и выпускать нитрат калия в гранулированном виде [7].

В настоящее время производство хлорида калия развивается преимущественно в направлении флотационного разделения силвинита. В будущем это может привести к дефициту галургического хлорида калия, что отрицательно скажется на производстве нитрата калия.

Целью данной работы является исследование возможности замены галургического хлорида калия на флотационный.

Работа проводилась в два этапа. На первом этапе проведены сравнительные лабораторные испытания по получению конверсионного раствора ($\text{KCl} + \text{NaNO}_3$) из флотационного и галургического хлорида калия. Качественные показатели образцов хлорида калия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Качественные показатели хлорида калия

Наименование показателя	KCl флотационный	KCl галургический
Массовая доля (М. д.) KCl (в пересчете на сухое вещество), %	95,1	98,5
М. д. NaCl, %	3,2	1,2
М. д. нерастворимых в воде веществ, %	1,25	0,16
М. д. Ca^{2+} , %	0,20	0,02
М. д. Mg^{2+} , %	0,02	0,01
М. д. SO_4^{2-} , %	0,45	0,01
М. д. Fe^{2+} , %	0,17	0,03
М. д. SiO_3^{2-} , %	0,03	-
М. д. H_2O , %	0,28	1,60
М. д. органических примесей, %	0,20	следы

Первая стадия технологического процесса получения нитрата калия конверсионным методом – растворение хлорида калия в растворе нитрата натрия и фильтрация полученного раствора.

Количество реагентов для проведения опытов определяли расчетным путем, исходя из требуемого соотношения KCl/NaNO₃ от 0,85 до 1,05.

Растворение хлорида калия в растворе NaNO₃ проводили в стеклянном стакане при работающей мешалке и температуре процесса 75-80°C.

По окончании процесса растворения раствор флотационного хлорида калия имел рыжеватый цвет и начинал расслаиваться: средняя часть раствора осветлялась, тяжелые частицы осадка опускались на дно и уплотнялись, а на поверхности стакана собирался слой поверхностно-активных веществ с налипшими частицами осадка.

Полученный горячий раствор фильтровали на воронке Бюхнера, после этого жидкую фазу проанализировали. На стенках стакана и воронки оставался трудносмываемый мажущийся тонкий слой осадка. Масса сухого осадка после фильтрации составляет около 0,8 % от количества исходного флотационного хлорида калия. Результаты химического анализа полученных растворов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Аналитические показатели конверсионных растворов

Наименование компонентов	Конверсионный раствор из флотационного KCl		Конверсионный раствор из галургического KCl	
	до фильтрации	после фильтрации	до фильтрации	после фильтрации
Массовая концентрация (М. к.) KCl, г/дм ³	289,8	291,2	289,8	289,8
М. к. NaNO ₃ , г/дм ³	396,2	397,6	387,8	387,8
М. к. NaCl, г/дм ³	16,8	17,1	-	-
М. к. нерастворимых в воде веществ, г/дм ³	4,1	-	0,5	-
М. к. Ca^{2+} , г/дм ³	0,65	0,43	0,065	0,016
М. к. Mg^{2+} , г/дм ³	0,06	0,048	0,032	0,032
М. к. SO_4^{2-} , %	1,49	1,04	следы	отсутствие
М. к. Fe^{2+} , %	0,56	0,016	0,1	0,003
М. к. органических примесей, г/дм ³	0,65	0,039	следы	отсутствие
Соотношение KCl/NaNO ₃	-	0,84	-	0,85

На основании проведенных лабораторных опытов по получению конверсионных растворов были сделаны следующие выводы:

1. Получение KNO₃ из флотационного хлорида калия возможно, но при этом могут возникнуть некоторые технологические проблемы.

2. Использование флотационного KCl увеличит нагрузку на фильтр-пресс перед стадией выпарки. Суммарное содержание механических примесей и органических веществ до фильтрации составляет 4,7 г/л, после фильтрации – 0,04 г/л.

3. Фильтрованный раствор, полученный из флотационного хлорида калия, содержит в 10 раз больше ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , чем раствор, полученный из галургического KCl (0,48 г/л и 0,048 г/л соответственно) – это означает дополнительное отложение солей жесткости в греющей камере выпарного аппарата.

Второй этап работы предусматривал выпуск опытной партии калиевой селитры в условиях действующего производства и сравнение полученных результатов с работой производства на галургическом хлориде калия. Растворение хлорида калия в растворе нитрата натрия, фильтрация полученного раствора проходили в нормальном технологическом режиме производства калиевой селитры конверсионным методом. Во время работы контролировали технологические растворы по стадиям процесса на содержание примесей, были получены следующие результаты: органические примеси – 0,001-0,009 %; сульфаты – 0,12-0,40 %; железо – 0,0001-0,004 %; соли жесткости в пересчете на кальций – 0,001-0,01 %. Сравнительные данные по содержанию примесей в рабочих растворах показывают, что по составу растворы практически не отличаются. При этом следует отметить, что исходный флотационный хлорид калия

содержал органические примеси в количестве 0,04 %. Фильтр-пресс с работой справлялся. Растворы после фильтрации были прозрачными.

После того, как флотационный хлорид калия был полностью сработан, фильтр-пресс отключили, секции разобрали, шлам с фильтрующей ткани собрали и взвесили. Вес шлама составил 500 кг, что соответствует 0,8 % от количества исходного хлорида калия. Состав шлама представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав шлама с фильтр-пресса

Наименование компонента	Содержание, %
Массовая доля (М. д.) потеря при прокаливании	33,2
в том числе NO_3^-	12,7
М. д. K_2O	9,0
М. д. Na_2O	6,8
М. д. Cl^-	5,6
М. д. SO_4^{2-}	2,1
М. д. железа в пересчете на Fe_2O_3	4,7
М. д. кальция в пересчете на CaO	20,7
М. д. SiO_2	10,4

Из 60 тонн флотационного хлорида калия было получено 50 тонн калиевой селитры с показателями качества, удовлетворяющими требованиям ГОСТ Р 53949-2010, марка В [8].

Таким образом, лабораторные эксперименты и последующие опытно-промышленные испытания показали, что технологический процесс получения калиевой селитры из флотационного хлорида калия возможен, работоспособен и проходит в нормальном технологическом режиме.

Литература

1. Обзор рынка «Ключевой элемент» – Уралкалий – URL http://www.uralkali.com/upload/iblock/814/KeyElement_Issue9_March2015_RUS.pdf (дата обращения 30.08.2015).
2. Активы // АО «ОХК «УРАЛХИМ» – URL <http://www.uralchem.ru/rus/asset/azot/about/> (дата обращения – 30.08.2015).
3. Островский С.В., Данилов Н.Ф., Казанцев А.Л. Исследование производственных процессов конверсии и кристаллизации при получении калиевой селитры конверсионным методом // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2013. – № 2. – С. 27 – 38.
4. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л.: Химия, 1989. – 352 с.
5. Способ получения нитрата калия: пат. 2261227 Рос. Федерация / О.Б. Абрамов, Е.В. Афанасенко [и др.]. № 2004125682/15; заявл. 23.08.2004; опубл. 27.09.2005. Бюлл. № 27. – 6 с.
6. Способ предотвращения слеживаемости нитрата калия: пат. 2324652 Рос. Федерация / А.И. Суханов, Н.И. Бердичевский, А.П. Стародумов, С.В. Костюшева. № 2006145997/15; заявл. 26.12.2006; опубл. 20.05.2008. Бюлл. № 14. – 4 с.
7. Способ получения нитрата калия: пат. 2317255 Рос. Федерация / А.И. Суханов, С.Е. Макаров [и др.]. № 2006132939/15; заявл. 13.09.2006; опубл. 20.02.2008. Бюлл. № 5. – 4 с.
8. ГОСТ Р 53949-2010. Селитра калиевая техническая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2011.

References

1. Obzor rynka «Ključevoj jelement» – Uralkalij – URL http://www.uralkali.com/upload/iblock/814/KeyElement_Issue9_March2015_RUS.pdf (data obrashhenija 30.08.2015).
2. Aktivы // АО «ОХК «УРАЛХИМ» – URL <http://www.uralchem.ru/rus/asset/azot/about/> (data obrashhenija 30.08.2015).
3. Ostrovskij S.V., Danilov N.F., Kazancev A.L. Issledovanie proizvodstvennyh processov konversii i kristallizacii pri poluchenii kalievoj selitry konversionnym metodom // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Himicheskaja tehnologija i biotehnologija. – 2013. – № 2. – S. 27 – 38.
4. Pozin M.E. Tehnologija mineral'nyh udobrenij. – L.: Himija, 1989. – 352 s.
5. Sposob poluchenija nitrata kalija: pat. 2261227 Ros. Federacija / O.B. Abramov, E.V. Afanasenko [i dr.]. № 2004125682/15; zajavl. 23.08.2004; opubl. 27.09.2005. Bjull. № 27. – 6 s.
6. Sposob predotvrashhenija slezhivaemosti nitrata kalija: pat. 2324652 Ros. Federacija / A.I. Suhanov, N.I. Berdichevskij, A.P. Starodumov, S.V. Kostjushcheva. № 2006145997/15; zajavl. 26.12.2006; opubl. 20.05.2008. Bjull. № 14. – 4 s.
7. Sposob poluchenija nitrata kalija: pat. 2317255 Ros. Federacija / A.I. Suhanov, S.E. Makarov [i dr.]. № 2006132939/15; zajavl. 13.09.2006; opubl. 20.02.2008. Bjull. № 5. – 4 s.
8. GOST R 53949-2010. Selitra kalievaja tehničeskaja. Tehničeskie uslovija. – M.: Standartinform, 2011.

Кумунжиев К.В.¹, Головин В.А.²

¹Доктор технических наук, ²кандидат технических наук,

Ульяновский государственный университет

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ГЕНЕРАЦИИ РЕШЕНИЙ

Аннотация

Появляется новый класс интеллектуальных информационных систем – системы генерации решений. Сегодня не существует сложившейся технологии построения систем этого класса. В статье делается попытка построить такую технологию, опираясь на собственный опыт, имеющиеся публикации и эвристические соображения.

Ключевые слова: системы генерации решений, онтологические модели.

Kumunzhiev K.V.¹, Golovin V.A.²

¹PhD in Engineering, ²PhD in Engineering,

Ulyanovsk State University

THE TECHNOLOGY OF CREATING SYSTEMS OF GENERATION OF DECISIONS

Abstract

There is a new class of intellectual information systems – systems of generation of decisions. Today there is no developed technology of creation of systems of this class. In article attempt to construct such technology becomes, leaning on the personal experience, available publications and heuristic reasons.

Keywords: systems of generation of decisions, ontology models.

На сегодняшний день существует большое количество классификаций информационных систем, но для каждой из них в последнее время появилась одна общая черта – выделение особого класса программных продуктов. Речь идёт о так называемых интеллектуальных системах. Интеллектуальная поддержка различных процессов (технических, медицинских, экономических, социальных и т.д.) является целью многих научных работ настоящего времени.

Основным достижением в этой области до недавнего времени считались системы поддержки принятия решений (СППР). И действительно, лицу принимающему решение (ЛПР) подобные системы оказывают большую помощь. Как правило, СППР дают несколько вариантов решений с некоторым обоснованием на базе классических математических методов. Но анализ ситуации показывает, что мало дать ЛПР варианты решений, нужно вырабатывать одно, неоспоримое в допустимых границах (в некоторых случаях несколько альтернативных). Таким образом, можно говорить не просто о поддержке принятия решения, а о его генерации. Следовательно, появляется новый класс интеллектуальных информационных систем – системы генерации решений (СГР). На данный момент не существует сложившейся технологии построения систем данного класса. В статье делается попытка построить такую технологию, опирающуюся на собственный опыт, имеющиеся публикации и эвристические соображения.

При построении систем этого класса учитываются современные тенденции, такие как использование прецедентного моделирования, методов теории нечёткой логики и искусственного интеллекта, методологии добычи и извлечения информации (Data Mining). Таким образом, можно говорить о выделении набора «обязательных» подсистем, присущих каждой системе генерации решений: база знаний, подсистема поиска прецедента, подсистема адаптации.

Основные этапы создания СГР

Для начала необходимо произвести первичный анализ предметной области, создав её онтологическую модель. Под онтологической моделью будем понимать концептуальное описание решения задачи в предметной области с учётом её основных объектов и процессов. В общем случае такое описание будет выглядеть как достижение некой цели путём реализации стратегического плана на основе тактических методов (рис.1). В качестве цели, в зависимости от предметной области, могут выступать следующие состояния: «оправдание подзащитного» в юриспруденции, «улучшение состояния больного» в медицине, «увеличение прибыли» или «уменьшение рисков» в экономике, «уменьшение безработицы» или «увеличение уровня жизни» в социальных системах и т.п. Стратегический план представляет собой сложный комплекс, состоящий из следующих действий: анализ ситуации и оценка возможных сценариев поведения, управление имеющимися ресурсами, учёт ограничений и т.д. В зависимости от предметной области стратегиями могут быть: план лечения больного для медицины, выстраивание защиты для подозреваемого в юриспруденции, план развития в социальных системах и т.п. Выбранная стратегия реализуется посредством тактических методов, которые представляют собой конкретные механизмы и инструменты по изменению реальности. Например, назначение больному определённого препарата в медицине, привлечение свидетелей защиты в юриспруденции, принятие закона в социальных системах и т.п [2].

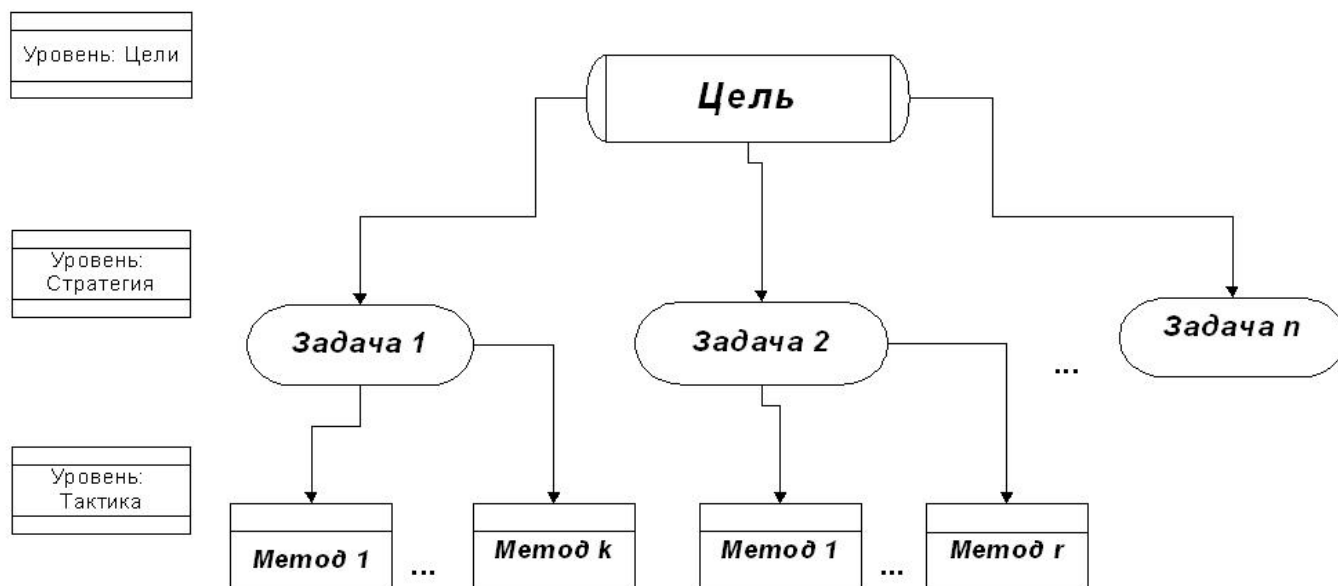


Рис. 1 – Онтологическая модель предметной области.

В соответствии с определёнными в ходе анализа целями функционирования СГР и разработанной онтологической моделью, необходимо выделить ряд подсистем в рамках системы генерации решений - создать функциональную структуру СГР (рис.2). В общем случае она состоит из подсистемы ввода данных (возможно использование вопросно-ответной системы или более сложного варианта – лингвистического анализатора), нескольких вычислительных модулей, хранилища данных, интерфейсного модуля.

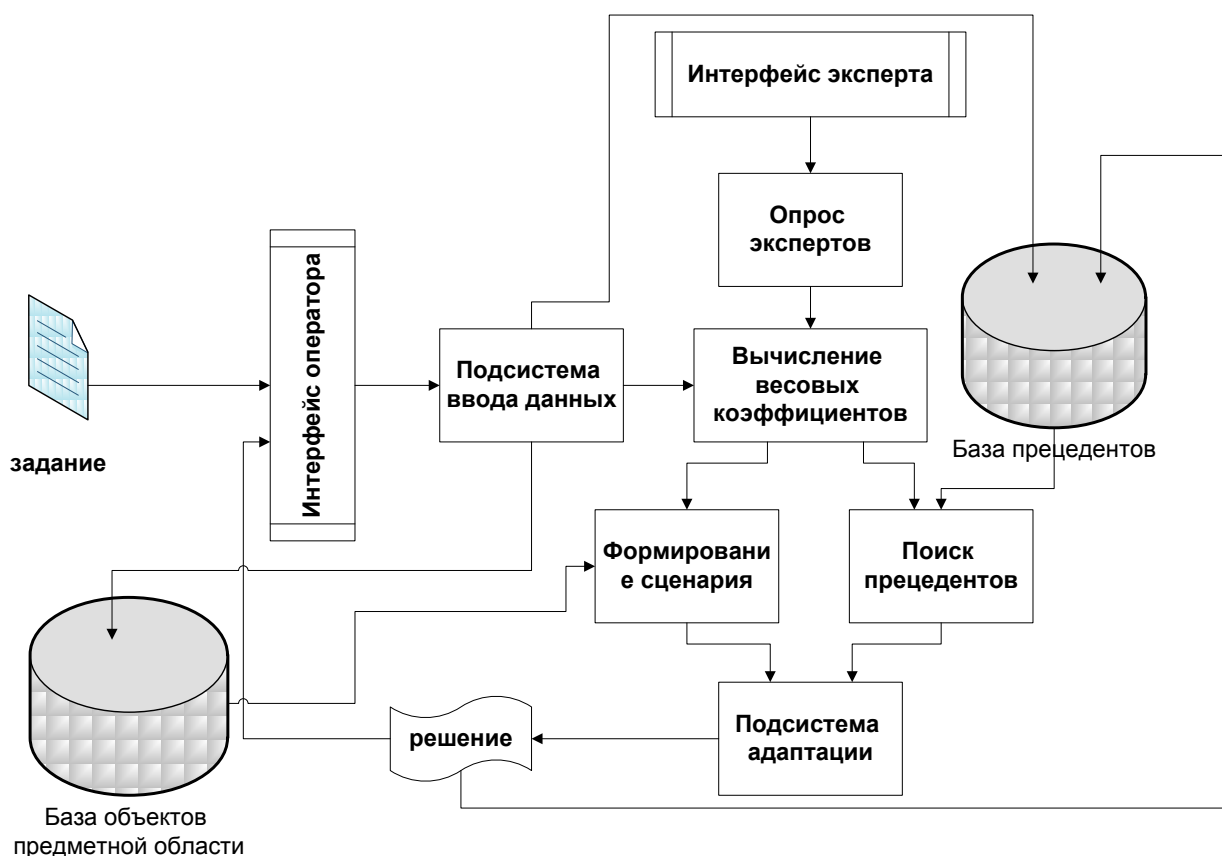


Рис. 2 – Функциональная структура СГР.

Выбор подсистемы ввода данных зависит (как и многое другое) от конкретной предметной области. Если анализ предметной области на ранних стадиях проектирования позволил достаточно хорошо формализовать её, то предпочтение можно отдать вопросно-ответной системе; в обратной ситуации выбор делается в пользу лингвистического анализатора. В роли хранилищ данных выступают банки данных и базы знаний, используемые для хранения прецедентов, объектов предметной области, логических правил, экспертных оценок и т.д. Наличие разных интерфейсных модулей может свидетельствовать о том, что к работе с системой имеют доступ несколько категорий пользователей. Это, во-первых, непосредственно операторы СГР, во-вторых, эксперты в предметной области, в-третьих, обслуживающий персонал (техники, администраторы баз данных и т.п.). Что касается вычислительных

модулей, то они могут быть весьма разнообразными – всё зависит от той функциональности и математического аппарата, которые заложены в СГР. Чаще всего это модули по обработке экспертных оценок, нахождению прецедентов, адаптации и т.д. Дополнительными модулями могут служить модуль формирования отчётов и модуль настроек безопасности, наличие которых существенно повышает удобство работы с системой.

Одним из преимуществ СГР по сравнению с теми же СППР является комбинирование различных методологий. Оно позволяет использовать сильные стороны одних методологий, нейтрализуя слабые стороны других. Так, например, использование нейронной сети резко снижает ресурсозатраты для поиска прецедентов методом «ближайшего соседа».

Вариантом такого интегрированного метода является совместное использование двух подходов - нахождение решения с помощью прецедентного моделирования и формирование решения на основе весовых коэффициентов с использованием численных методов. Далее, с помощью реализованного отдельным модулем процесса адаптации, на выходе пользователь получает готовое решение. На каждом из этих шагов разработчик системы сталкивается с проблемами, разрешить (полностью или частично) которые можно за счёт привлечения фоновых знаний о предметной области. Существуют разные способы получения информации о предметной области [1]:

1. Привлечение экспертного знания. Оно может выражаться, например, в ограничениях, накладываемых на диапазоны изменения признаков объектов, или же в формулировании набора правил для разбиения базы прецедентов на классы (построение классификатора).
2. Получение необходимых знаний из набора имеющихся данных методами добычи данных. Сюда относятся все методы выявления отношений в данных, в частности, кластеризация, регрессия, поиск ассоциаций. Использование методов добычи данных может выделить узкую группу показателей, от которых зависит интересующая исследователя характеристика, и представить обнаруженную закономерность в аналитической форме.
3. Формирование знаний на основе обучающей выборки, представленной экспертом.

Одним из наиболее популярных в последнее время становится метод создания психологического (синдромного, характеристического) портрета для основного объекта предметной области. Портрет включает в себя ряд характеристик объекта, каждой из которых назначается вес. Очень часто для определения весов привлекают экспертов – организуется опрос и подсчёт экспертных оценок. Вычисление экспертных оценок происходит по методу анализа иерархий.

На основании полученных знаний о предметной области строятся математические модели её основных процессов и объектов. Модели могут быть теоретико-множественные, в виде графов, систем дифференциальных и интегральных уравнений - это зависит от степени формализации предметной области.

Заключение

Описанная технология создания СГР была опробована в исследовании авторов и по его результатам был создан программный комплекс «СГР по формированию предвыборной кампании». Кроме того, с использованием данной технологии ведутся разработки для других предметных областей, в том числе технических. Авторам данной статьи видится перспективным широкое использование систем генерации решений, так как они значительно эффективней, чем их предшественники СППР, и более удовлетворяют современным тенденциям развития информационных технологий.

Литература

1. Карпов Л. Е., Юдин В. Н. Методы добычи данных при построении локальной метрики в системах вывода по прецедентам, М., ИСП РАН, препринт № 18, 2006.
2. Головин В.А., Кумунжиев К.В. Система поддержки генерации решений по формированию предвыборной кампании // Известия Волгоградского государственного технического университета, серия Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах, вып.8 : межвуз. сб. науч. ст. №6(66) // ВолгГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2010. – с.92-96

References

1. Karpov L. E., Yudin V. N. Metodi dobichi danih pri postroenii lokalnoy metriki v sistemah vivoda po precedentam, M., ISP RAN, preprint #18, 2006
2. Golovin V.A., Kumunzhiev K. V. Sistema podderzhki generacii resheniy po formirovaniyu predvibornoy kampanii // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta, seriya Aktualnye problemy upravleniya, vychislitel'noy tehniki i informatiki v tehniceskikh sistemah, vyip. 8: mezhvuz. sb. nauch. st. №6(66) // VolgGTU. – Volgograd: IUNL VolgGTU, 2010. – s.92-96

Левитская Е.А.

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина»

ТЕХНОЛОГИЯ СКРЫТОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОТРУДНИКА*Аннотация*

В работе рассмотрена проблема контроля за психофизиологическим состоянием сотрудников на опасных производственных объектах, представлена технология, реализующая способ скрытой идентификации психофизиологического состояния субъекта в процессе его профессиональной деятельности.

Ключевые слова: скрытая идентификация психофизиологического состояния, ИК – спектроскопия, системы контроля и управления доступом.

Levitskaya E.A.

FSUE «RFNC – VNIITF»

TECHNOLOGY COVERT IDENTITY OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE EMPLOYEE*Abstract*

The article considers the problem of control of psychophysiological States of employees of hazardous production facilities, the technology that implements the method of latent identification of the psychophysiological state of the subject in the process of his professional activity.

Keywords: hidden identification of the psychophysiological state, IR – spectroscopy, control systems and access control.

Введение

Предприятия нефтеперерабатывающей, химической и атомной отраслей относятся к категории наиболее опасных производственных объектов, поэтому особое место на них занимают вопросы защиты информации. Важной составляющей комплексной системы обеспечения информационной безопасности на таких предприятиях является система контроля и управления доступом (СКУД).

Стандартные процедуры аутентификации в СКУД выполняют функцию разграничения понятий «свой» и «чужой», как правило, на основе предъявления субъектом «секретного ключа» (пароля, магнитной карты, радио – брелка и т.п.) или биометрических данных [1]. При этом не учитывается психофизиологическое состояние субъекта. То есть доступ может получить потенциально опасный для информационной безопасности субъект (человек в состоянии алкогольного или наркотического опьянения).

В настоящее время контроль психофизиологического состояния операторов технологических процессов, пользователей информационных систем осуществляется исключительно нормативными документами, регламентирующими действия и поведение сотрудников.

Проведенный анализ методов, изложенных в существующих патентах и периодической литературе в области определения концентрации алкоголя и наркотических веществ на основе конопли в крови субъекта показал наличие достаточного числа решений для экспресс – диагностики пользователей [2,3] и выявил их основные недостатки: человек, который проходит психофизиологическое тестирование всегда знает об этом; ограниченность методов; возможность обхода систем; неудобство функционального использования.

Таким образом, сформировалась точка зрения сделать процедуру распознавания потенциально опасного для информационной безопасности поведения сотрудника скрытой, и проводить ее непрерывно в процессе его работы [4].

Основная часть

В рамках решения поставленной задачи был разработан способ скрытой идентификации психофизиологического состояния субъекта в процессе его профессиональной деятельности [5].

Сущность предлагаемой технологии заключается в том, что вначале решается задача обнаружения лица субъекта, так как именно в этом направлении будет наибольшая концентрация интересующих нас веществ. Для этого в направлении субъекта осуществляют посылки импульсов оптического излучения на двух длинах волн, характеризующих локальные максимум и минимум отражения меланина кожи человека. Так на длине волны $\lambda_1 = 1,1$ мкм коэффициент отражения лица превышает отражение на длине волны $\lambda_2 = 1,2$ мкм вне зависимости от национальности субъекта в 1,5 раза [6]. С учетом этого обстоятельства, для обнаружения меланина в поле зрения оптического прибора необходимо произвести посылки импульсов оптического излучения на указанных длинах волн и сравнить отраженные сигналы путем вычисления отношения

$$Q = \frac{U_{\lambda_1}}{U_{\lambda_2}} \quad (1),$$

где U_{λ_1} , U_{λ_2} – амплитуды принятых и усиленных импульсов на длинах волн λ_1 и λ_2 соответственно. Если результат отношения попадет в заранее установленный диапазон, можно говорить, что «меланин в поле зрения оптического прибора присутствует» [7]. После этого возможно проведение измерения концентрации содержания паров алкоголя и наркотических веществ в выдыхаемом субъектом воздухе.

С этой целью в выбранном направлении дополнительно проводятся посылки импульсов оптического излучения на длинах волн поглощения этанола и аммиака и на так называемых опорных к ним длинах волн [8]. При работе на близких расстояниях (несколько десятков метров) предпочтительнее использовать длин волн 3,1 мкм (для этанола) и 2,8 мкм (для аммиака) ввиду более мощных полос поглощения излучения исследуемых веществ, наличие в этом диапазоне «окна прозрачности» атмосферных газов [9]. На выбранных длинах волн помехи, связанные с поглощением водяных паров пренебрежимо малы, а уровень CO_2 относительно постоянен. Таким образом, поглощение излучения, обусловленное H_2O и CO_2 можно считать постоянным, и эту величину вычитать как постоянное смещение. Переход на обозначенную полосу ведет к снижению амплитуды полезных сигналов, а с учетом низкого отражения кожи в этом

диапазоне (~7%) отношение сигнал/шум в измерительном канале приближается к единице. Чтобы увеличить это отношение до уровня решения задач измерительного плана введем в каждый канал операцию накопления.

Измерение проводят с помощью классической схемы сравнения. Если облучать газовую смесь излучением на опорной и измерительной длинах волн, то прошедшие через нее потоки согласно закону Бугера-Ламберта соответственно равны [10]

$$I_{\lambda_0} = kI_0 e^{-\mu_a(\lambda_0)d} \quad (2)$$

и

$$I_{\lambda_u} = kI_0 e^{-\mu_a(\lambda_u)d} \quad (3)$$

где k - коэффициент передачи оптического канала, учитывающий потери энергии в оптическом канале, усиление электронной схемы, чувствительность приемника излучений, I_0 - плотность потока излучения посылаемых импульсов, $\mu_a(\lambda_0), \mu_a(\lambda_u)$ - коэффициенты поглощения паров исследуемого вещества в выдыхаемом воздухе соответственно на длинах волн λ_0 и λ_u , d - протяженность пути лучей в воздухе, содержащем пары вещества.

Логарифм отношения регистрируемых сигналов будет иметь следующий вид:

$$\ln(I_{\lambda_u}/I_{\lambda_0}) = -d(\mu_a(\lambda_u) - \mu_a(\lambda_0)) \quad (4)$$

Коэффициент поглощения связан с концентрацией поглощающего газа. По закону Бера - каждая молекула или атом независимо от относительного расположения других молекул или атомов поглощает одну и ту же долю энергии излучения, т.е.

$$\mu_a = A * C_p \quad (5)$$

где A - молярный коэффициент поглощения, характеризующий поглощающие свойства вещества, л*моль⁻¹*см⁻¹, C_p - концентрация искомого вещества, моль/л,

Тогда

$$C_p = -\frac{\ln(I_{\lambda_u}/I_{\lambda_0})}{d(A_{\lambda_u} - A_{\lambda_0})} \quad (6)$$

Соотношение концентрации алкоголя и наркотических веществ в крови и альвеолярном воздухе определяется разностью плотности сред: крови и воздуха. Величина соотношения кровь альвеолярных капилляров/выдыхаемый воздух определена, но в разных странах принятое значение этой величины несколько отличается. В рамках данной работы будем использовать соотношение, принятое законодательством РФ [11]. Это означает, что в 2200 см³ альвеолярного воздуха содержится такое же количество искомым веществ, как в 1 см³ крови.

Содержание паров алкоголя в выдыхаемом воздухе выражается в миллиграммах на 1 м³ и с учетом отношения плотностей крови и воздуха может быть выражено в промиллях по крови. При этом 0,1 ‰ алкоголя в крови соответствует приблизительно 45 мг/м³ алкоголя в выдыхаемом воздухе, т.е.

$$C = \frac{0,1 * C_p}{45} \quad (7)$$

В результате построения и программной реализации математической модели прохождения ИК излучения через выдыхаемый субъектом воздух и измерения концентрации этанола и аммиака в нем, с учетом влияния комплекса возмущающих факторов (расстояние до субъекта, помехи в оптическом канале, температура, влажность) была оценена возможность применения данного способа для скрытой идентификации психофизиологического состояния субъекта, а также получены зависимости погрешности вычислений концентрации искомого вещества от расстояния до субъекта и от количества посылаемых импульсов. Так при концентрации этанола в крови субъекта равной 0,3 ‰ расчетная зарегистрированная концентрация этанола составит от 0,28 до 0,26 ‰ (в зависимости от расстояния между источником/приемником излучения и лицом субъекта). Установлено, что при расстоянии от субъекта до источника излучения 0,7 м и 10000 посылаемых импульсов с частотой 40 мксек средняя квадратичная погрешность вычислений составит 0,0094. Что приемлемо для решения практической задачи.

С учетом, всего вышесказанного, блок-схема устройства, реализующего предлагаемую технологию представлена на рисунке 1.

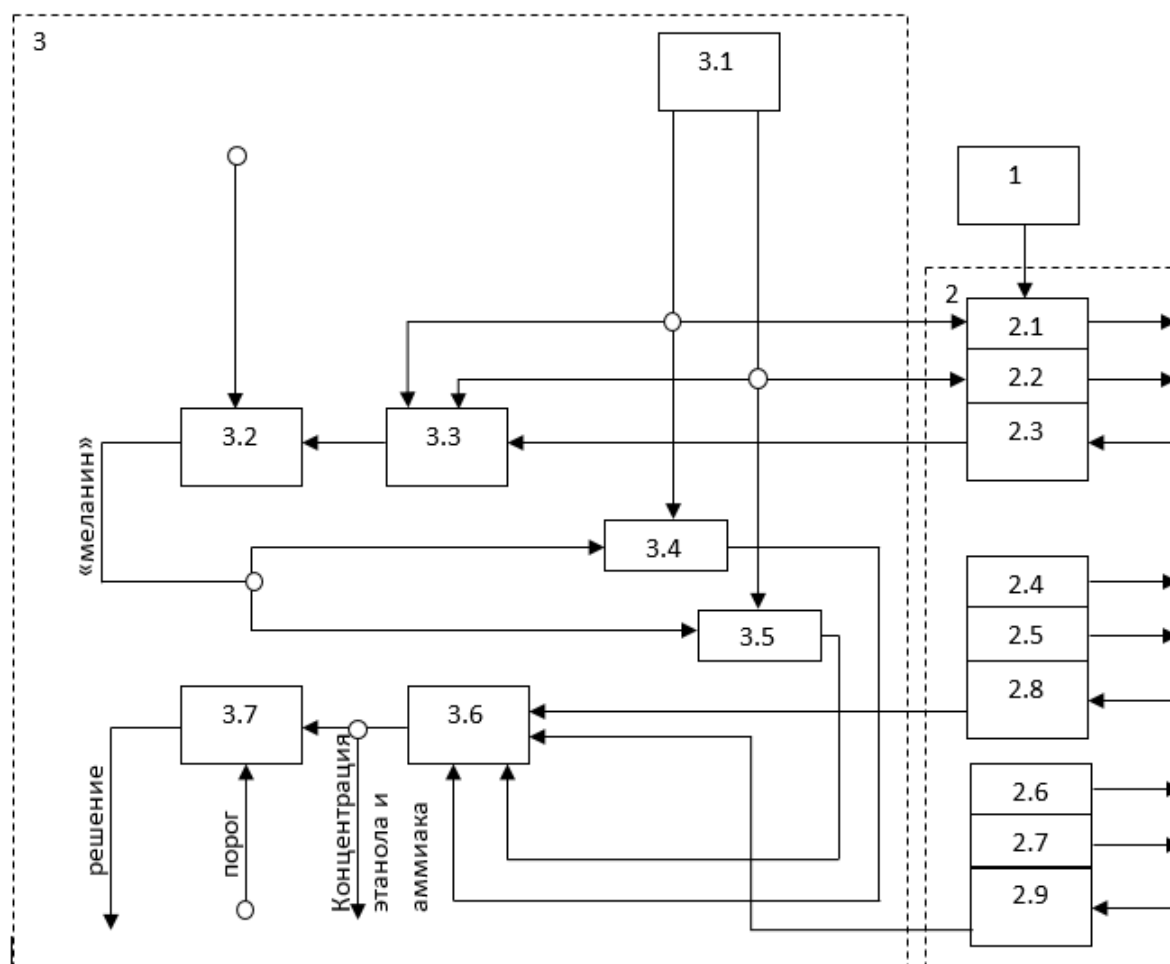


Рис. 1 – блок-схема работы устройства, реализующего технологию скрытой дистанционной идентификации степени алкогольного и наркотического опьянения субъекта

Устройство для реализации предложенного способа содержит три блока: блок 1, предназначенный для сканирования пространства с целью захвата субъекта для исследования, блок 2 – состоящий из излучателей оптических сигналов на разных длинах волн в направлении исследуемого пространства и приемников излучения, блок 3 – регистрирующая схема, принимающая решение о наличии субъекта в поле зрения оптической системы и оценивающая концентрацию алкоголя и наркотических веществ в крови субъекта по содержанию их паров в выдыхаемом воздухе.

Блок 2 содержит измерительный 2.1 и опорный 2.2 ИК-излучатели (на длинах волн 1,1 и 1,2 мкм), переключающиеся генератором 3.1, который также перераспределяет сигнал от приемника на два канала, основным звеном каждого из которых является схема накопления (суммирование результатов отражения по каналу с $\lambda=1,1$ мкм и $\lambda=1,2$ мкм). В процессе накопления идет непрерывное сравнение выходных сигналов и принимается решение «меланин в поле зрения оптического прибора». Перечисленные операции выполняются схемами 3.3 и 3.2. Схема 2.3 является приемником излучений на указанных длинах волн.

Импульс «меланин» сохраняется до тех пор, пока в поле зрения прибора находится лицо субъекта. Этим импульсом открываются схемы совпадений 3.4 и 3.5 и в установленном направлении с помощью последовательно переключаемых излучателей 2.4-2.7 субъект облучается на длинах волн 3,1 и 3,3 мкм (измерительная и опорная длины волн для этанола), а также на длинах волн 2,8 и 3 мкм (измерительная и опорная длины волн для аммиака). Эти излучения дважды проходят через выдыхаемый объем воздуха (в прямом и обратном направлениях) и регистрируются приемниками 2.8 и 2.9. Схема сравнения 3.6, на которую поступают сигналы с приемников в части накопления сигналов на указанных длинах волн аналогична схеме 3.3. Однако дальнейшая обработка накапливаемых сигналов осуществляется по приведенным выше формулам с вычислением концентраций этанола и аммиака. Результаты вычислений выводятся на экран монитора оператора службы безопасности (схема 3.7) и уже там принимается решение о дальнейших действиях.

Схема определения концентрации искомых ингредиентов отличается от классической схемы абсорбционного оптического анализатора введением после излучателей накопителей энергии отраженных импульсов, а после анализатора – схемы вычисления оценок среднеквадратического отклонения и математического ожидания на заданном интервале и при превышении отношения второй оценки к первой установленной величины оценка математического ожидания принимается за результат измерения.

Заключение

Данная технология позволит решить важную проблему скрытой идентификации психофизиологического состояния сотрудника в процессе его профессиональной деятельности. Применение полученных результатов позволит

снизить уровень ошибок, чрезвычайных ситуаций, происходящих по вине нетрезвого сотрудника, а также повысить уровень информационной безопасности на важных промышленных объектах.

Разработанный способ скрытого дистанционного определения концентрации этанола и аммиака в выдыхаемом человеком воздухе могут быть использованы для решения широкого круга задач в биохимии, биомедицине и клинической медицине.

Литература

1. Волхонский В.В. Некоторые вопросы разработки методологии построения систем контроля доступа и выбора технологии идентификации // Информационно-управляющие системы, ФГУП «Издательство «Политехника». – 2012. №4(59). – С. 78-83.
2. Hosseini S.A., Khalilzadeh M.A., Changiz S. Emotional stress recognition system for affective computing based on bio-signals // International Journal of Biological Systems (JBS), Vol. 18, No. 1, October 2010. pp. 101-114.
3. Еремин С.К., Изотов Б.Н., Веселовская Н.В. Анализ наркотических средств: руководство по химико-токсикологическому анализу наркотических и других одурманивающих средств. М.: Мысль, 1993 - 266.
4. Еременко А.В., Левитская Е.А., Сулавко А.Е., Самотуга А.Е. Разграничение доступа к информации на основе скрытого мониторинга действий пользователей в информационных системах: скрытая идентификация // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии / СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2014, № 6(40), С.92-101.
5. Левитская Е.А. Возможность скрытой дистанционной степени алкогольного опьянения водителя транспортного средства // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии / СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2013, №1 (29), С. 31-35.
6. Пушкарева А.Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. 103 с.
7. Левитская Е.А. Способ бесконтактного обнаружения лица субъекта в реальном времени // Безопасность информационного пространства: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 2-4 декабря 2013 г. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – С.25-29.
8. NIST Chemistry WebBook <http://webbook.nist.gov> [Electronic resource]. – URL: <http://webbook.nist.gov>
9. Прозрачность земной атмосферы: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.astronet.ru>
10. Кросс А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. Перевод с английского канд.хим.наук Ю.А.Пентина. – М.: Изд-во ин. лит-ры, 1961.
11. Определение алкоголя в выдыхаемом воздухе [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.lawru.info/legal2/se18/pravo18946/index.htm>

References

1. Volhonskij V.V. Nekotorye voprosy razrabotki metodologii postroenija sistem kontrolja dostupa i vybora tehnologii identifikacii // Informacionno-upravljajushhie sistemy, FGUP «Izdatel'stvo «Politehnika». – 2012. №4(59). – S. 78-83.
2. Hosseini S.A., Khalilzadeh M.A., Changiz S. Emotional stress recognition system for affective computing based on bio-signals // International Journal of Biological Systems (JBS), Vol. 18, No. 1, October 2010. pp. 101-114.
3. Eremin S.K., Izotov B.N., Veselovskaja N.V. Analiz narkoticheskikh sredstv: rukovodstvo po himiko-toksikologicheskomu analizu narkoticheskikh i drugih odurmanivajushhih sredstv. M.: Mysl', 1993 - 266.
4. Eremenko A.V., Levitskaja E.A., Sulavko A.E., Samotuga A.E. Razgranichenie dostupa k informacii na osnove skrytogo monitoringa dejstvij pol'zovatelej v informacionnyh sistemah: skrytaja identifikacija // Vestnik Sibirskoj gosudarstvennoj avtomobil'no-dorozhnoj akademii / SibADI. – Omsk: SibADI, 2014, № 6(40), S.92-101.
5. Levitskaja E.A. Vozmozhnost' skrytoj distancionnoj stepeni alkohol'nogo op'janenija voditelja transportnogo sredstva // Vestnik Sibirskoj gosudarstvennoj avtomobil'no-dorozhnoj akademii / SibADI. – Omsk: SibADI, 2013, №1 (29), S. 31-35.
6. Pushkareva A.E. Metody matematicheskogo modelirovanija v optike biotkani. Uchebnoe posobie. – SPb: SPbGU ITMO, 2008. 103 s.
7. Levitskaja E.A. Sposob beskontaktnogo obnaruzhenija lica sub#ekta v real'nom vremeni // Bezopasnost' informacionnogo prostranstva: materialy XII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Ekaterinburg, 2-4 dekabrja 2013 g. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – S.25-29.
8. NIST Chemistry WebBook <http://webbook.nist.gov> [Electronic resource]. – URL: <http://webbook.nist.gov>
9. Prozrachnost' zemnoj atmosfery: [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://www.astronet.ru>
10. Kross A. Vvedenie v prakticheskiju infrakrasnuju spektroskopiju. Perevod s anglijskogo kand.him.nauk Ju.A.Pentina. – M.: Izd-vo in. lit-ry, 1961.
11. Opredelenie alkoholja v vydyhaemom vozduhe [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://www.lawru.info/legal2/se18/pravo18946/index.htm>

Лихачева О.И.¹, Чудновский С.М.², Одинцов В.В.³

¹Старший преподаватель, Вологодский государственный университет,

²кандидат технических наук, доцент, Вологодский государственный университет,

³кандидат технических наук, доцент, Вологодский государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ВОДОЗАБОРНО – ОЧИСТНЫХ УСТАНОВКАХ

Аннотация

В статье содержится информация об установках, в которых совмещаются процессы добывания и очистки поверхностных вод.

Ключевые слова: водозаборно-очистная установка, электрофорез, электрокоагуляция

Likhacheva O.I.¹, Chudnovsky S.M.², Odintsov V.V.³

¹Senior lecturer, Vologda State University,

²PhD in Engineering, associate professor, Vologda State University,

³PhD in Engineering, associate professor, Vologda State University

INCREASE IN THE EFFECTIVENESS IN THE PURIFICATION OF SURFACE WATER IN THE WATER-INTAKE – CLEANING INSTALLATIONS

Abstract

In the article is contained the information about the installations, in which are combined the processes of obtaining and purification of surface water.

Keywords: water intake – cleaning installation, electrophoresis, electrocoagulation.

На обычных водозаборах берегового и руслового типа в водоприемных окнах, оборудованных заградительными решетками, задерживаются только крупные плавающие загрязнения: лёд, бревна, щепа, водоросли, рыба и другие. При этом мелкие загрязнения (ил, планктон, мелкий песок) поступают в береговые колодцы водозаборов, затем в водоводы и задерживаются только на водоочистных сооружениях расположенных на поверхности. При этом, задерживаемые загрязнения в процессах обработки воды превращаются в экологически вредные осадки, которые требуют утилизации и последующего захоронения. В этих условиях, когда качество воды, поступающей на очистные сооружения, непрерывно изменяется, приходится постоянно изменять и регулировать технологические процессы водоподготовки, что приводит к нестабильной работе водоочистных комплексов и создает условия, при которых не обеспечивается требуемая надежность сооружений и, следовательно, не гарантируется требуемая степень очистки воды.

В Вологодском государственном университете разрабатываются принципиально новые виды установок, в которых совмещаются процессы добывания и очистки воды непосредственно в водоисточниках. Сама идея такого совмещения привлекательна не только из-за экономической целесообразности, но и возможности решения в комплексе целого ряда проблем: обеспечение надежной рыбозащиты, уменьшение нагрузки на водоочистные сооружения путем подачи на них воды гарантированного качества, уменьшение объема экологически вредных осадков, улучшение экологического состояния водоемов.

В частности, разработаны технологии и 15 конструкций установок, в которых совмещаются процессы добывания воды и очистки ее методами фильтрования, отстаивания, центрифугирования, безреагентной напорной флотации, аэрации, реагентной коагуляции, электрофореза. На 11 установок получены авторские свидетельства и патенты на изобретения [1,2,3].

В настоящее время нами исследуется возможность использования в водозаборно – очистных установках процессов безреагентной электрокоагуляции. Под электрокоагуляцией в физической химии понимается коагуляция под внешним воздействием электрических полей без растворения электродов. Однако в научной литературе часто этот термин используют для характеристик электрохимической коагуляции. Поэтому те процессы, о которых идет речь в данной работе, мы называем безреагентной электрокоагуляцией. Нами определены условия, при которых в емкости с исследуемой водой из поверхностного источника гарантированно обеспечивается процесс безреагентной электрокоагуляции. Полученные результаты, по нашему мнению, позволяют сделать вывод о том, что этот процесс также можно использовать в водозаборно - очистных установках.

Для каждого конкретного случая выбор конструкции установки мы рекомендуем производить в зависимости от характеристик поверхностного водоисточника, сведений о колебаниях качества воды в нем, а также параметров характеризующих эффективность водозаборно – очистных установок. Такими параметрами являются:

1. Максимальные затраты времени на очистку воды, характеризующие компактность установки.
2. Степень очистки, выражаемая в виде процента от общего количества контрольных определений качества очищенной воды при которых был обеспечен требуемый эффект очистки.
3. Основной показатель эксплуатационных затрат, характеризующий стоимость очистки 1 м³ воды.

В качестве примера в таблице 1 приведены характеристики эффективности трёх установок, предназначенных для получения воды питьевого качества по показателям мутности и цветности.

Таблица 1 – Характеристики эффективности водозаборно – очистных установок

Технологическая схема	Затраты времени, мин	Степень очистки, %	Эксплуатационные затраты, руб	Информация
Напорная флотация -реагентная коагуляция-фильтрование	60	85	25 (коагуляция)	Патент RU 2142419
Напорная флотация - электрофорез	40	90	2 (электрофорез)	Патент RU 2453659
Электрокоагуляция -фильтрование	30	95	2 (электрокоагуляция)	-

Как видно из таблицы 1 наиболее эффективной является третья технологическая схема. В перспективе планируется повышение эффективности каждой из этих схем путем применения систем гибкого управления процессами осветления и обесцвечивания воды [3, с.90 - 100].

Литература

1. Чудновский С.М. Водозаборы для комплексного использования и охраны водных ресурсов: учебное пособие / С.М. Чудновский, А.В. Зенков. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – 95 с.
2. Патент RU 2453659. Установка для забора и очистки воды из поверхностных источников /С.М.Чудновский, А.И.Семенова, И.В.Пантюхина; заявитель и патентообладатель Вологодский государственный технический университет - Опубл. 20.06.12. – Бюл.№ 17.
3. Чудновский С.М. Улучшение качества природных вод: Учеб.пособие /С.М. Чудновский Вологда: ВоГУ, 2014.- 182с

References

1. Chudnovsky S.M. Water-intakes for the integrated use and protection of water resources: schoolbook /S.M.Chudnovsky, A.B. Zenkov- Vologda: VSTU,2007.- 95 S.
2. Patent RU 2453659. Installation for water intake and cleaning of water from surface sources/ S.M.Chudnovsky, A.I.Semenova, I.V.Pantuyuhina; applicant and patent holder VSTU – published 20.06.12 – bulletin № 17.
3. Chudnovsky S.M. Quality improvement natural waters: schoolbook /S.M.Chudnovsky - Vologda: VSTU,2014.- 182 S.

Матвеева Т.В.¹, Зубрев Н.И.², Устинова М.В.³

¹Аспирант, ²кандидат технических наук, доцент, ³кандидат технических наук,
Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ МАЗУТА В КОМПОЗИТНЫХ РАСТВОРАХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация

Рассмотрено влияние золы от мазута на структурообразование бентонито-цементных композитных растворов. На основе проведенных исследований установлена, возможность замены до 40% цемента золой без потери прочности.

Ключевые слова: композитные растворы, зола от сжигания мазута, замена цемента.

Matveeva T. V.¹, Zubrev N. I.², Ustinova M. V.³

¹Postgraduate, ²PhD in Engineering, associate professor, ³PhD in Engineering,
Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

THE USE OF ASH FROM BURNING FUEL OIL IN COMPOSITE SOLUTIONS FOR THE CONSTRUCTION

Abstract

The influence of ash from the incineration of fuel oil on the structure formation of bentonite-cement composite mortars. On the basis of the conducted researches, the possibility of replacing up to 40% of cement with fly ash without sacrificing strength.

Keywords: composite solutions, ash from the incineration of fuel oil, replacement of cement.

В настоящее время для укрепления грунтов, трещин и разломов в железнодорожном строительстве, строительстве метро, а также ремонте действующих метрополитенов применяются различные композитные растворы, которые, как правило, состоят из цемента, бентонита и жидкого стекла. Основным составляющим в рецептуре композитных растворов является цемент, стоимость которого постоянно растет. Одним из направлений направленных, на сокращение его расхода и повышению физико-химических свойств относится введение различных минеральных добавок активизирующих процессы твердения цемента. Наиболее перспективным направлением является применение золы как составной части цементов, что вполне объяснимо с точки зрения равномерного распределения частиц золы в объеме цемента. Кроме этого предлагается при производстве бетонов и растворов часть портландцемента заменять золой. Доказана возможность замены части цемента золой от сжигания шпал и рекомендован этот состав для широкого практического применения [1].

При проведении исследований использовались зола от сжигания мазута, бентонит марки П2Т2А, цемент марки М500 и жидкое стекло марки «ТЕКС» ГОСТ 13078-81. Рентгенофлюоресцентным методом был определен химический состав золы от сжигания мазута, мг/кг: Cu – 590; Zn – 148; Pb – 131; Cr – 216; As – 11; Sr – 23; Ni – 6997; MgO – 2200; K₂O – 600; P₂O₅ – 600; Cl – 1123; Nb – 10; S – 143100; Y – 3; Fe₂O₃ – 512300; Th – <5; MnO – 5010; U – <5; V₂O₅ – 15400; Ba – 105; TiO₂ – 300; Zr – 30; CaO – 7100; Rb – 9; SiO₂ – 14900; Al₂O₃ – 4800; Na₂O – 1400; Co – 100.

По данным химического состава золы рассчитан класс опасности для окружающей среды и здоровья человека. Оказалось, что она относится к третьему классу опасности для здоровья человека и к четвертому для окружающей среды [2].

На основании рентгенограммы порошка золы от сжигания мазута, проведенного на рентгеновский дифрактометр X'Pert PRO MPD (PANalytical, Нидерланды) установлено, что в его состав входит: коэзит – 30%, графит – 3%, агидрид – 12%, плаггиолаз – 8%, сера – 3%, ярозит – 10% и кристобалит – 1%.

В композитных системах заменяли от 5 до 60% цемента золой от сжигания мазута. Водоцементное соотношение составляло 2:1.

В полученных растворах определяли изменение прочности в начальный период и при длительном хранении. Измерения в начальный период проводили на пластометре Ребиндера, полученные данные приведены в табл.1 и на рис 1.

Таблица 1 – Зависимость прочности композитной системы при различном содержании золы от времени

Время структурообразования, мин	Содержание золы, % к весу цемента							
	0	5	10	20	30	40	50	60
	Прочность глиноцементной смеси, $\text{Рм}10^{-3}$ МПа							
10	0,226	0,123	0,099	0,176	0,091	0,075	0,053	0,046
20	0,472	0,247	0,190	0,451	0,298	0,183	0,058	0,046
30	0,783	0,365	0,246	0,756	0,587	0,494	0,063	0,046
40	1,457	0,524	0,311	1,325	1,050	0,813	0,065	0,046
50	2,377	0,813	0,568	1,864	1,626	1,156	0,070	0,046
60	3,252	1,081	0,845	2,377	2,162	1,589	0,075	0,052

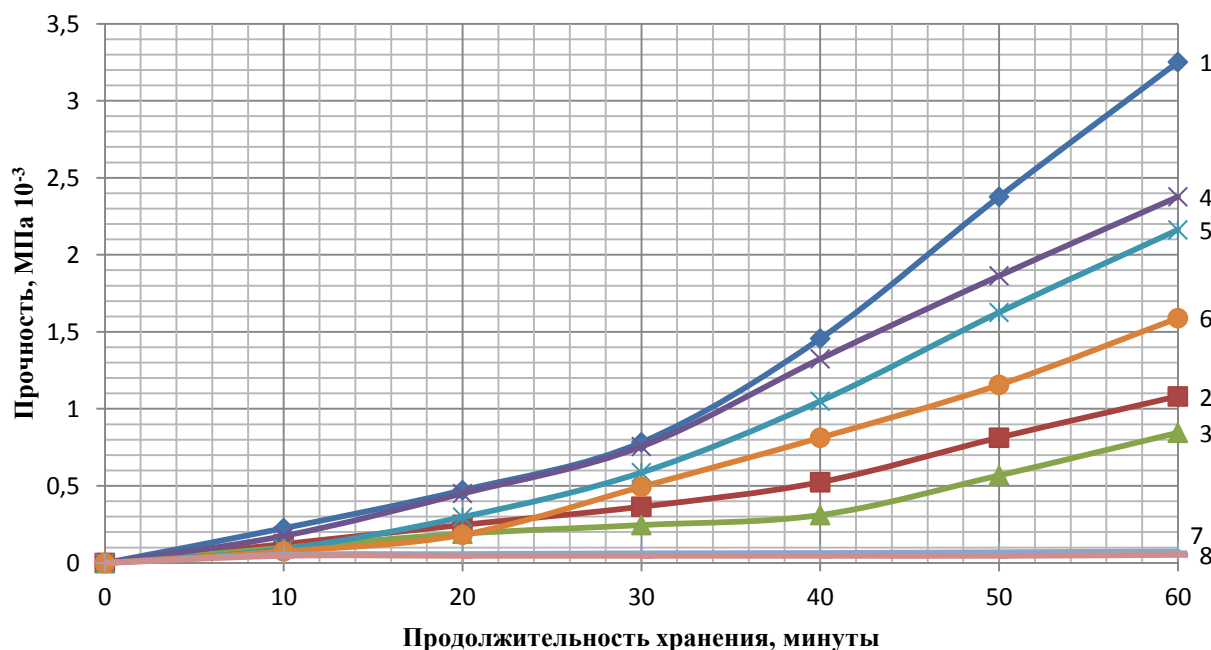


Рис. 1 – Изменение прочности композитных растворов в течение часа после приготовления в % к весу цемента: 1 – без добавок; 2 – 5; 3 – 10; 4 – 20; 5 – 30; 6 – 40; 7 – 50; 8 – 60

Из рисунка видно, что при замене цемента золой во всех случаях происходит замедление скорости структурообразования по сравнению с контрольным образцом. При длительном хранении измерения проводились на сервогидравлической системе Advantest 9. Прочность отвержденных образцов определяли на гидравлическом прессе Controls 50-C0050/CAL50 (Италия), полученные данные приведены в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2 – Зависимость прочности композитной системы при различном содержании золы при длительном хранении

Время хранения, сутки	Содержание золы, %					
	0	10	20	30	40	50
	Прочность глиноцементной смеси, МПа					
7	1,00	1,16	1,85	1,56	1,92	0,29
14	1,40	1,47	2,37	2,00	2,43	0,31
21	1,45	1,67	2,61	2,28	2,67	0,34
28	1,51	1,85	2,77	2,56	2,80	0,39

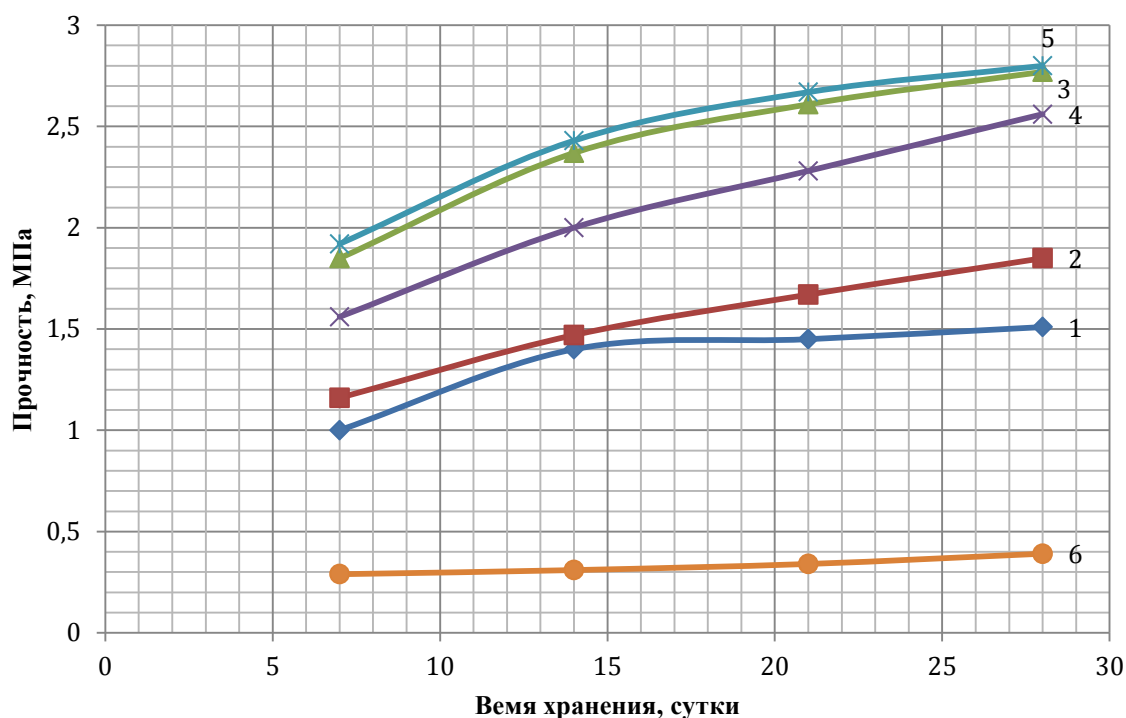


Рис.2 – Изменение прочности композитных растворов в течение 28 суток после приготовления в % к весу цемента: 1 – без добавок; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 30; 5 – 40; 6 – 50

Изменение в структурообразовании композитных растворов при различных добавках золы можно объяснить способностью серы находящейся в золе к реакции диспропорционирования, которая протекает в концентрированных растворах щелочей с образованием растворимых сульфидов и сульфитов. Кроме того, возможно образование гомоцепей в концентрированных растворах основного сульфида: $\text{Na}_2\text{S} + (n-1)\text{S} = \text{Na}_2\text{S}_n$ в присутствии которых по видимому происходит ускорение структурообразования системы.

В композитных растворах структурообразование протекает при pH 10-12. В такой среде кристаллическая сера может частично растворяться. Для подтверждения такого предположения 15 г золы помещали в раствор гидроксида натрия с pH=12, перемешивали и через 30 минут отделяли фильтрат и определяли содержание сульфатов на спектрофотометре UNICO 2800. Оказалось, что содержание сульфат-ионов в фильтрате соответствует 3176,6 мг/л. Это подтверждает возможность участия серы в ускорении структурообразования раствора.

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что возможно заменить до 40% цемента золой без потери прочности композитных растворов.



ПРИМЕР DOI:
10.18454/IRJ.2015.0001

Начиная с ноябрьского выпуска 2015 года /10 (41) Ноябрь 2015/, каждой статье, опубликованной в Международном научно-исследовательском журнале, редакция издания будет присваивать идентификатор цифрового объекта DOI:

- DOI облегчает процедуры цитирования, поиска и локализации научной публикации;
- DOI повышает авторитет журнала, а также свидетельствует о технологическом качестве издания;
- DOI является неотъемлемым атрибутом системы научной коммуникации за счет эффективного обеспечения процессов обмена научной информацией.

(Digital Object Identifier) — идентификатор цифрового объекта, стандарт обозначения представленной в сети информации.

Литература

1. Аксенов В.А., Зубрев Н.И., Устинова М.В. Расширение области использования золы от утилизации отработанных деревянных шпал / Научно технический журнал «Наука и техника транспорта» №3. – М.: МИИТ РОАТ, 2011. – с. 12-14
2. Критерии отнесения отходов к классу опасности, утвержденные приказом МПР России от 15 июня 2001 г. № 511
3. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления СП 2.1.7.1386-03 (зарегистрированы в Минюсте 19 июня 2003 года № 4755)
4. А.А.Ищенко, Ю.М.Киселев Рентгенофазовый анализ. Учебно-методическое пособие, М., МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2008 - 52 с.

References

1. Aksenov V.A., Zubrev N.I., Ustinova M.V. Rasshirenije oblasti ispol'zovanija zoly ot utilizacii otrabotannyh derevjannyh shpal / Nauchno tehniceskij zhurnal «Nauka i tehnika transporta» №3. – М.: МИИТ РОАТ, 2011. – s. 12-14
2. Kriterii otnesenija othodov k klassu opasnosti, utverzhdennye prikazom MPR Rossii ot 15 ijunja 2001 g. № 511
3. Sanitarnye pravila po opredeleniju klassa opasnosti toksichnyh othodov proizvodstva i potreblenija SP 2.1.7.1386-03 (zaregistrovany v Minjuste 19 ijunja 2003 goda № 4755)
4. A.A.Ishhenko, Ju.M.Kiselev Rentgenofazovyj analiz. Uchebno-metodicheskoe posobie, М., МИТНТ им. М.В. Ломоносова, 2008 - 52 s.

Митрофанов Д.Г.

Доктор технических наук, Общество с ограниченной ответственностью

"Смоленский научно-инновационный центр радиоэлектронных систем "ЗАВАНТ"

ВАРИАНТ УЛУЧШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНОГО ОБЪЕКТА

Аннотация

В статье изложен один из подходов к улучшению разрешающей способности в структуре импульсной характеристики, сформированной из отраженных от объекта сигналов с перестройкой частоты. Приведены результаты моделирования предложенного способа.

Ключевые слова: сигналы с перестройкой частоты, импульсная характеристика.

Mitrofanov D.G.

PhD in Engineering, Limited liability company of «Smolensk science-innovation radio electronic systems center «Zavant»

THE IMPROVEMENT VERSION OF INFORMATION FEATURES OF AN AIR OBJECT IMPULSE CHARACTERISTIC

Abstract

One of the approaches to the improvement of the resolution capability in the structure of impulse characteristic formed of reflected from an Air Object signals with frequency tuning is stated. The results of suggested modeling are brought.

Keywords: signals with frequency tuning, impulse characteristic.

В интересах повышения линейной разрешающей способности в радиальном направлении разработано множество высокоинформативных радиолокационных станций (РЛС) с перестройкой несущей частоты (ПНЧ) от импульса к импульсу [1-5], во многих из которых последовательные излучения в эфир сверхвысокочастотных импульсов на одной несущей частоте происходит неэквидистантно и с большими интервалами. Эти РЛС обладают повышенной помехоустойчивостью, так как несущая частота каждого очередного излучаемого импульса является случайной, что не позволяет влиять извне на эффективность работы таких станций. Случайный порядок использования частот в РЛС с перестройкой несущей частоты является главным преимуществом указанного режима излучения, исключающим постановку прицельных помех. В то же время аэродромные, в том числе и посадочные РЛС крайне нуждаются в настоящее время в возможностях по идентификации воздушных объектов (ВО), а значит и в режимах с ПНЧ. Применение сверхкоротких импульсов негативно влияет на дальность действия РЛС, чего нельзя сказать о РЛС, применяющих сигналы с перестройкой частоты (СПЧ).

При использовании СПЧ разрешающую способность определяет диапазон перестройки частоты $F_{\text{пер}}$, который назначен для излучения сигналов в соответствии с заранее выработанными требованиями к конкретной РЛС. При этом границы диапазона могут быть гибкими, то есть скользить по шкале частот, оставляя неизменной полосу частот, принадлежащую диапазону $F_{\text{пер}}$. Увеличение числа частот не улучшает разрешения, а только расширяет окно просмотра отражений. Обычно число частот в пачке СПЧ выбирают максимально возможным с учетом минимально допустимой скважности и времени, в течение которого ВО не изменяет своего пространственно-углового положения (ПУП) относительно РЛС. Этот интервал времени носит название интервала угловой корреляции (ИУК) или же интервала корреляции траекторных нестабильностей (ТН) полета ВО. Его величина оценивается временем порядка 5 мс [6]. Считают, что в течение ИУК с доверительной вероятностью 0,95 можно рассчитывать на неизменное ПУП ВО относительно РЛС. Соответственно и формируемая методом обратного преобразования Фурье из последовательности СПЧ импульсная характеристика (ИХ) ВО обладает максимальной информативностью. Таким образом, для каждого наперед заданного диапазона перестройки частоты существует объективно обусловленная предельная разрешающая способность по времени в ИХ [4-9]. При этом достигаемой разрешающей способности в ИХ может быть недостаточно для идентификации ВО по структуре этой ИХ, так как отдельные импульсные отклики отражений от элементов конструкции ВО будут сливаться в более крупный неинформативный отклик. Поэтому

существует противоречие между необходимостью повышения разрешающей способности в ИХ и наличием ограничений по величине диапазона перестройки $F_{\text{пер}}$ в соответствии с характеристиками РЛС и по времени накопления отраженных СПЧ ввиду проявления ТН при полете в турбулентности.

В полном соответствии с этими ограничениями и допущениями ранее был предложен и апробирован способ выявления ТН ВО по структуре его ИХ [10], в котором предложено использовать две абсолютные ИХ, сформированные с разделением по времени на 10 мс или более. Этот способ предполагает наличие постоянного изменения ракурса ВО относительно РЛС, ввиду чего использует ИУК, равный 5 мс. В рамках данного способа с привязкой к наименьшим длительности пачки и скважности величина δt временного элемента разрешения в ИХ всегда равна $\delta t = 1/F_{\text{пер}}$, а разрешающая способность Δt по времени при цифровой обработке равна $\Delta t = 1/(2F_{\text{пер}})$. В реальности при полете ВО в турбулентной атмосфере существуют интервалы времени, на которых ракурс ВО относительно РЛС не изменяется. Причиной углового замирания ВО относительно РЛС является наличие ТН полета, в условиях которых угловая скорость рысканий планера летательного аппарата может компенсировать угловую скорость изменения ракурса ВО, являющуюся следствием его перемещения по прямолинейной траектории [11-13]. На этих интервалах время фиксации отражений на разных частотах можно увеличить, что при правильном модифицированном использовании диапазона перестройки приведет к возрастанию разрешающей способности. Однако подход к искусственному адаптивному увеличению диапазона перестройки частоты и обоснованному увеличению интервала накопления отраженных СПЧ до сих пор не предложен.

Целью исследований являлось нахождение подхода (способа) к формированию ИХ ВО, при котором можно повысить разрешающую способность за счет синтезированного (непрямого) увеличения диапазона перестройки частоты на интервалах пространственно-углового замирания (ПУЗ) ВО.

В основу такого подхода предлагается положить эффект независимости структуры ИХ от смещения диапазона перестройки частоты $F_{\text{пер}}$ по шкале частот. Это позволяет сравнивать полученные на смещенных диапазонах ИХ между собой для установления факта наличия или отсутствия углового перемещения ВО относительно РЛС. При ПУЗ ВО относительно РЛС сформированные указанным способом ИХ должны отличаться несущественно. В условиях интенсивного изменения ракурса ИХ должны отличаться ощутимо.

С учетом вышеприведенных рекомендаций усовершенствованный способ формирования ИХ ВО можно описать следующим образом.

Излучение СПЧ проводят пачками по $N=2^k$ сигналов. Излучаемые пачки нумеруют по очередности излучения. В нечетных по номеру пачках СПЧ изменяют частоты от f_0 до $(f_0 + F_{\text{пер}})$, где f_0 – основная несущая частота, а в четных пачках – от $(f_0 + F_{\text{пер}})$ до $(f_0 + 2F_{\text{пер}})$, оставляя интервал межимпульсной перестройки $\Delta f = F_{\text{пер}}/(2^k - 1)$ неизменным. Перестройку частоты импульсов осуществляют в пределах единиц процентов от основной частоты f_0 , определяющей сантиметровый диапазон излучения. Например, при основной частоте излучения 10 ГГц перестройка может осуществляться в диапазоне 150 или 300 МГц.

Излучение каждой пачки СПЧ проводят в течение ИУК, равного 5 мс. Порядок использования частот заполнения импульсов каждой пачки изменяют по неповторяющемуся случайному закону, который фиксируют в запоминающем устройстве РЛС.

В режиме автоматического сопровождения ВО после приема отраженных СПЧ и проведения их согласованной фильтрации детектируют сигналы в пиках откликов фильтров, раскладывая их на квадратурные составляющие Im и Re . Оцифровывают квадратурные составляющие и формируют из них массивы отражений (причем для каждой z -й пачки создают свой комплексный массив M_{1z}), в которых переставляют параметры в порядке монотонного возрастания частоты. На основе обратного быстрого преобразования Фурье (БПФ) в сочетании с компенсацией дальностных фазовых набегов методом минимума энтропии [14] получают из комплексных данных каждого массива M_z импульсную характеристику ВО и сохраняют в запоминающем устройстве ее модульные значения в виде соответствующего z -го массива J_z .

Делят всю последовательность пачек СПЧ на пары смежных пачек. Для каждой j -й пары смежных ИХ, полученных из соответствующих нечетных и четных пачек СПЧ, находят оценочный параметр A_j , вычисляемый по

формуле $A_j = \sum_{n=1}^N |X_{jn1} - X_{jn2}|$, где X_{jn1} – величина амплитуды импульсного отклика в n -м элементе первой ИХ j -й пары; X_{jn2} – величина амплитуды импульсного отклика в n -м элементе второй ИХ в j -й паре. Сравнивают j -е

оценочные параметры A_j с пороговым значением $A_{\text{пор}}$, и при выполнении условия $A_j \leq A_{\text{пор}}$ составляют из массивов M_{1z} , соответствующих j -й паре СПЧ массив M_2 из удвоенного числа элементов $2N$. Проводят с элементами массива M_2 операцию обратного БПФ и получают ИХ повышенной информативности (с удвоенным разрешением).

Сущность предлагаемого подхода заключается в том, что амплитудно-фазовая характеристика отражений и соответствующая ИХ в большей степени определяется геометрической архитектурой ВО, взаимным расположением рассеивающих центров (РЦ) на его поверхности и в меньшей степени – основной длиной волны λ излучения, если изменения λ не выходят за пределы квазиоптической области рассеяния [15]. Вследствие этого изменения основной длины волны на десятки-сотни МГц в сантиметровом диапазоне волн не должно приводить к изменению структуры ИХ при ПУЗ ВО. На этом принципе и основан предлагаемый способ формирования ИХ. Он предполагает сравнение структуры двух ИХ, полученных на двух смежных интервалах времени. При поворотах ВО его ИХ стечением времени трансформируется, что предложено фиксировать с помощью введенного параметра A .

Для проверки технического эффекта улучшения информационных свойств ИХ, полученной новым способом, было проведено математическое моделирование. Моделировалось отражение СПЧ от планера модели самолета Ил-86. Основная частота излучения была равна $f_0 = 10$ ГГц. Диапазон перестройки составлял $F_{\text{пер}} = 150$ МГц. Смещение диапазона перестройки в нечетных и четных пачках СПЧ равнялось величине $F_{\text{пер}}$. На рис. 1 а,б представлены ИХ

модели самолета Ил-86 при курсовом угле $q=38^\circ$, полученные по двум пачкам смещенных по шкале частот отраженных СПЧ.

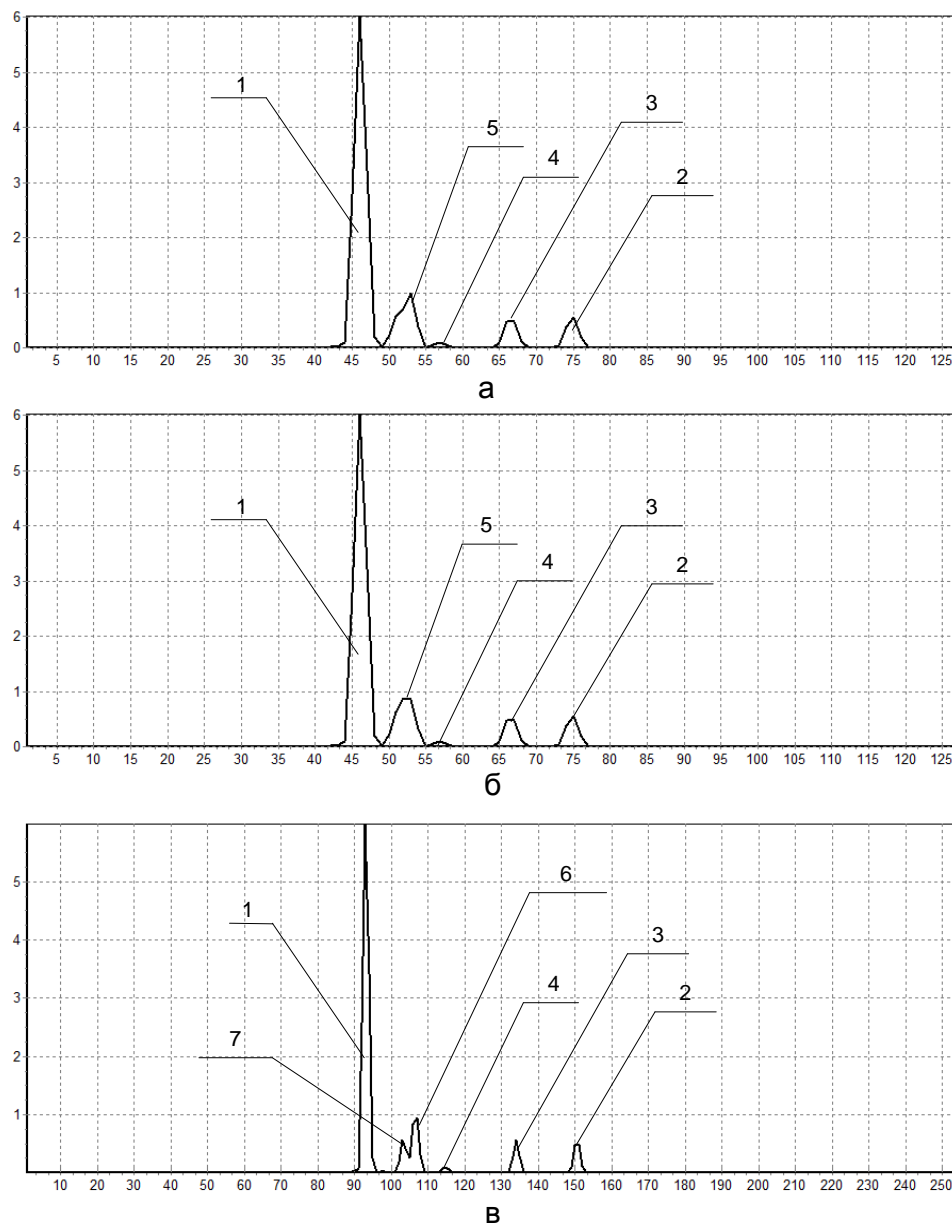


Рис. 1 – Варианты импульсных характеристик модели самолета Ил-86

Легко заметить, что структура двух этих ИХ сильно коррелирует. Импульсные отклики 1,2,3,4 и 5 имеют одинаковое временное положение и приблизительно совпадающие формы. Некоторые отличия просматриваются только в структуре вершины 5-го отклика. Несмотря на это, значение параметра A , вычисленное по этим двум ИХ, будет очень мало. Пороговое значение параметра $A_{\text{пор}}$ должно для конкретной РЛС определяться экспериментально, так как оно зависит от используемого числа частот N и величины диапазона перестройки $F_{\text{пер}}$. Объединение двух пачек СПЧ в одну пачку удвоенных размеров на интервале ПУЗ ВО приводит к формированию ИХ, показанной на рис. 1 в. Как видно, бывший отклик 5 вследствие увеличения разрешающей способности разделился на два отклика 7 и 6, что более достоверно отображает геометрию планера самолета Ил-86.

Аналогичным образом получена ИХ модели Ил-86 при курсовом угле $q=88^\circ$ (фиг. 2). Видно, что при неизменности положения и амплитуд импульсных откликов 9,10,11,12 от РЦ на планере модели самолета Ил-86 увеличение диапазона перестройки $F_{\text{пер}}$ до 300 МГц на интервале его ПУЗ ведет к разделению крупного отклика 8 на 3 отклика 13,14 и 15. Это явно повышает информативность ИХ, представленной на эюре в рис. 2, по сравнению с ИХ ВО на эюрах а и б рис. 2.

Таким образом, математическое моделирование импульсных характеристик подтвердило наличие информационного выигрыша, предусмотренного новым способом. Понятно, что увеличение числа импульсных откликов от РЦ в ИХ наблюдается не на всех ракурсах и зависит от конкретных условий зондирования и сложности ВО.

Предложенный способ может быть рекомендован диспетчерским службам аэропортов, контролирующим безопасность взлета и посадки воздушных судов различного назначения, а также другим службам, опирающимся на результаты отождествления ВО.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках гранта № 14-07-00193.

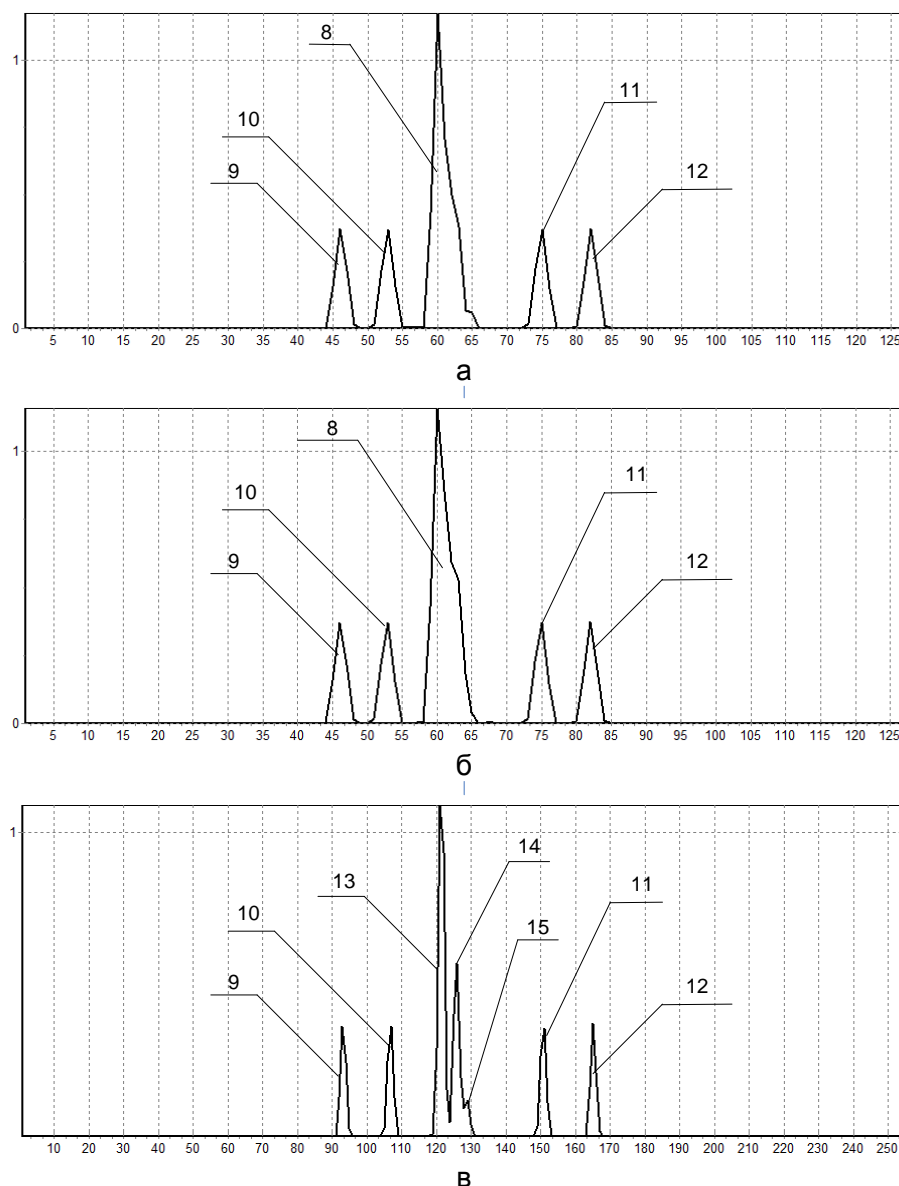


Рис. 2 – Варианты импульсных характеристик модели самолета Ил-86

Литература

1. Митрофанов Д.Г. Радиолокатор с устройством двухуровневого нейросетевого распознавания воздушных объектов // Измерительная техника. – 2007. – № 2. – С. 58–62.
2. Патент РФ № 2358288. Многочастотная радиолокационная станция с инверсным синтезированием апертуры и двухуровневым распознаванием целей. Оpubл. 10.06.2009. БИ № 16.
3. Патент РФ № 2412451. Радиолокационная станция с перестройкой частоты, инверсным синтезированием апертуры и двухуровневым нейросетевым распознаванием объектов по совокупности признаков. Оpubл. 20.02.2011. БИ № 5.
4. Патент РФ № 2439611. Радиолокационная станция с поимпульсной перестройкой несущей частоты, нейросетевым распознаванием объектов и инверсным синтезированием апертуры антенны. Оpubл. 10.01.2012. БИ № 1.
5. Патент РФ № 2513041. Устройство идентификации воздушных объектов по структуре дальностного портрета. Оpubл. 20.04.2014. БИ № 11.
6. Майоров Д.А., Савостьянов В.Ю., Митрофанов Д.Г. Измерение радиальной скорости воздушных объектов в режиме перестройки частоты // Измерительная техника. – 2008. – № 2. – С. 43–47.
7. Митрофанов Д.Г., Прохоркин А.Г., Перехожев В.А. Способ оценки траекторных нестабильностей полета объекта по последовательности дальностных портретов // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2012. – № 1. – Т. 10. – С. 19-25.
8. Радиолокационные системы. Справочник. Основы построения и теория/ Под ред. Я.Д. Ширмана. М., Радиотехника. 2007. 510 с.
9. Митрофанов Д.Г. Комплексный адаптивный метод построения радиолокационных изображений в системах управления двойного назначения // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2006. – № 1. – С. 101–118.
10. Патент РФ № 2562060. Способ внешнего радиолокационного выявления факта наличия траекторных нестабильностей полета у воздушного объекта по структуре его импульсной характеристики. Оpubл. 7.08.2015. БИ № 25.

11. Митрофанов Д.Г. Метод построения радиолокационных изображений аэродинамических летательных аппаратов // Полет. – 2006. – № 11. – С. 52–60.
12. Митрофанов Д.Г. Формирование двумерного радиолокационного изображения цели с траекторными нестабильностями полета // Радиотехника и электроника. РАН. – 2002. – № 7. – С. 852–859.
13. Митрофанов Д.Г., Прохоркин А.Г., Неведов С.И. Измерение габаритов летательных аппаратов в условиях турбулентности на основе инверсного синтезирования апертуры // Измерительная техника. – 2008. – № 8. – С. 24–28.
14. Патент РФ № 2326402. Способ измерения радиальной скорости воздушной цели в режиме перестройки частоты от импульса к импульсу. Оpubл. 10.06.2008. БИ № 16.
15. Митрофанов Д.Г., Майоров Д.А., Кичулкин Д.А., Бортвик В.В. Получение аналитического описания импульсной характеристики летательного аппарата в интересах обеспечения безопасности и контроля воздушного пространства. Смоленск: Смоленский филиал МИИТ. Проблемы безопасности Российского общества. – 2014. – № 3/4. – С. 248–261.

References

1. Mitrofanov D.G. Radiolokator s ustroystvom dvuhurovnevoego nejrosetevogo raspoznavanija vozdušnyh ob#ektov // Izmeritel'naja tehnika. – 2007. – № 2. – S. 58–62.
2. Patent RF № 2358288. Mnogochastotnaja radiolokacionnaja stancija s inversnym sintezirovanijem apertury i dvuhurovnevym raspoznavaniem celej. Opubl. 10.06.2009. BI № 16.
3. Patent RF № 2412451. Radiolokacionnaja stancija s perestrojkoj chastoty, inversnym sintezirovanijem apertury i dvuhurovnevym nejrosetevym raspoznavaniem ob#ektov po sovokupnosti priznakov. Opubl. 20.02.2011. BI № 5.
4. Patent RF № 2439611. Radiolokacionnaja stancija s poimpul'snoj perestrojkoj nesushhej chastoty, nejrosetevym raspoznavaniem ob#ektov i inversnym sintezirovanijem apertury anteny. Opubl. 10.01.2012. BI № 1.
5. Patent RF № 2513041. Ustrojstvo identifikacii vozdušnyh ob#ektov po strukture dal'nostnogo portreta. Opubl. 20.04.2014. BI № 11.
6. Majorov D.A., Savost'janov V.Ju., Mitrofanov D.G. Izmerenie radial'noj skorosti vozdušnyh ob#ektov v rezhime perestrojki chastoty // Izmeritel'naja tehnika. – 2008. – № 2. – S. 43–47.
7. Mitrofanov D.G., Prohorkin A.G., Perehozhev V.A. Sposob ocenki traektornyh nestabil'nostej poleta ob#ekta po posledovatel'nosti dal'nostnyh portretov // Informacionno-izmeritel'nye i upravljajushhie sistemy. – 2012. – № 1. – T. 10. – S. 19–25.
8. Radiolokacionnye sistemy. Spravochnik. Osnovy postroenija i teorija/ Pod red. Ja.D. Shirmana. M., Radiotekhnika. 2007. – 510 s.
9. Mitrofanov D.G. Kompleksnyj adaptivnyj metod postroenija radiolokacionnyh izobrazhenij v sistemah upravlenija dvojnogo naznacheniya // Izvestija RAN. Teorija i sistemy upravlenija. – 2006. – № 1. – S. 101–118.
10. Patent RF № 2562060. Sposob vneshnego radiolokacionnogo vyjavlenija fakta nalichija traektornyh nestabil'nostej poleta u vozdušnogo ob#ekta po strukture ego impul'snoj harakteristiki. Opubl. 7.08.2015. BI № 25.
11. Mitrofanov D.G. Metod postroenija radiolokacionnyh izobrazhenij ajerodinamicheskikh letatel'nyh apparatov // Polet. – 2006. – № 11. – S. 52–60.
12. Mitrofanov D.G. Formirovanie dvumernogo radiolokacionnogo izobrazhenija celi s traektornymi nestabil'nostjami poleta // Radiotekhnika i jelektronika. RAN. – 2002. – № 7. – S. 852–859.
13. Mitrofanov D.G., Prohorkin A.G., Nefedov S.I. Izmerenie gabaritov letatel'nyh apparatov v uslovijah turbulentnosti na osnove inversnogo sintezirovanija apertury // Izmeritel'naja tehnika. – 2008. – № 8. – S. 24–28.
14. Patent RF № 2326402. Sposob izmerenija radial'noj skorosti vozdušnoj celi v rezhime perestrojki chastoty ot impul'sa k impul'su. Opubl. 10.06.2008. BI № 16.
15. Mitrofanov D.G., Majorov D.A., Kichulkin D.A., Bortovik V.V. Poluchenie analiticheskogo opisanija impul'snoj harakteristiki letatel'nogo apparata v interesah obespechenija bezopasnosti i kontrolja vozdušnogo prostranstva. Smolensk: Smolenskij filial MIIT. Problemy bezopasnosti Rossijskogo obshhestva. – 2014. № 3/4. – S. 248–261.

Онищенко О.Н.¹, Жабалова Г.Г.²

¹Старший преподаватель, ²кандидат технических наук,

Карагандинский государственный индустриальный университет

**КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
НА КОКСОХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ АО «АРСЕЛОР МИТТАЛ ТЕМИРТАУ»**

Аннотация

В статье рассмотрено использование вторичных энергетических ресурсов на коксохимическом производстве, которое позволит снизить количество вредных выбросов в атмосферу и снизить себестоимость кокса.

Ключевые слова: утилизация, энергоресурс, кокс.

Onichshenko O.N.¹, Zhabalova G.G.²

¹Senior Lecturer, ²PhD in Engineering, Karaganda State Industrial University

**COMPLEX USE OF SECONDARY ENERGY RESOURCES FOR COKE PRODUCTION OF JSC
"ARCELOMITTAL TEMIRTAU"**

Abstract

The article deals with the use of secondary energy resources for coke production, which will reduce the amount of harmful emissions into the atmosphere and reduce the cost of coke.

Keywords: recycling, energy, coke.

Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР), включающие все виды топлива, электрической и тепловой энергии, являются стержнем всей экономики страны, оказывают значительное влияние на развитие отраслей народного хозяйства. На долю топливо-энергетического комплекса приходится около 1/3 основных фондов промышленности и 1/5 трудовых ресурсов [1].

Республика Казахстан, несмотря на обилие в стране собственных природных энергетических ресурсов и мощной энергетической инфраструктуры, выдвинула энергосбережение и повышение на ее основе энергетической эффективности в число основных приоритетов энергетической политики [2].

Эффективность использования энергоресурсов в республике в настоящее время не превышает 30%, то есть, более 2/3 потребляемой энергии теряется в процессе ее использования. Между тем, современный уровень развития техники позволяет иметь коэффициент полезного использования энергоресурсов не менее 50 – 60%. Внедрение энергосберегающих мероприятий, позволяющих обеспечить указанный уровень энергоэффективности, могло бы решить многие экономические и социальные проблемы Республики Казахстан.

В условиях нынешнего роста цен на энергоносители перед потребителями энергетических ресурсов стоит важная задача – снижение энергоемкости выпускаемой продукции. Устаревший парк технологического оборудования, недостаточное оснащение средствами учета, регулирования и автоматизации, низкий уровень энергетического менеджмента, отсутствие реальных экономических стимулов – вот далеко не полный перечень проблем, которые при этом необходимо решить предприятиям.

Одним из наиболее перспективных путей экономии энергоресурсов в промышленности является использование вторичных энергетических ресурсов.

АО «АрселорМиттал Темиртау» имеет богатую историю и является флагманом Казахстанской металлургии. Это завод с полным производственным циклом, имеющий в своем составе доменное, сталеплавильное и прокатное производство, а также вспомогательные цеха, одним из которых и является коксохимическое производство.

В состав коксового цеха входят коксовые батареи; между ними располагается угольная башня; обслуживающие машины; коксортировка; установка мокрого тушения кокса; отделение конденсации воды и смолы.

На коксовых печах КХП АО «АрселорМиттал Темиртау» имеют место значительные энергетические потери за счет того, что теплота отходящих газов не используется вообще, и нагретый газ, имеющий температуру порядка 350 °С, просто выбрасывается в атмосферу. Это приводит к большим энергетическим потерям в объемах предприятия, а также определяет различные проблемы экологического характера. Решением данной проблемы на наш взгляд является рекуперация теплоты уходящих газов [3].

На верхней фундаментной плите под кантовочным помещением установлен газоподогреватель (решефер) состоящий из трех секций:

- 1) нижняя секция для подвода газа;
- 2) средняя (трубная) секция для подогрева газа;
- 3) верхняя секция для отвода газа в распределительные газопроводы.

Коксовый газ через наружные и подводящие газопроводы поступает в решефер и, пройдя трубы 0,57 мм, подогревается до 50 – 60 °С с целью предотвращения выпадения нафталина в газоотводящей арматуре.

На сегодняшний день коксовый газ подогревается в решефере за счет теплоты водяного пара с давлением 0,4 МПа и температурой 143 °С. Дорогостоящий конденсат, являющийся ценной составляющей питательной воды котлов, с коксохимического производства на источник пароснабжения – ТЭЦ-ПВС не возвращается, а теряется там безвозвратно. ТЭЦ-ПВС испытывает острый дефицит пара и, поэтому любая его экономия снизит затраты на подготовку химической воды для восполнения потерь, и тем самым снизит себестоимость производства пара, горячей воды и электроэнергии.

Наиболее целесообразным способом подогрева воды является установка металлического петлевого рекуператора внутрь газоходов коксовой печи. Габаритные размеры позволяют это сделать. Высота газохода – 4,5 м, протяженность – более 50 метров. Для устойчивой циркуляции необходимо установить 2 насоса (рабочий и резервный) и проложить трубопровод от рекуператора к решеферу, длиной не более 20 м.

«Мокрое» тушение, основанное на орошении массы раскаленного кокса водой с охлаждением до температуры 60 – 120 °С, применяемое на АО «АрселлорМиттал Темиртау» имеет ряд существенных недостатков: безвозвратная потеря значительного количества тепла (350000 - 370000 ккал на 1 т кокса), что составляет около 50% от всего тепла, затраченного на процесс коксования, а также к значительное загрязнение воздушного бассейна, т.к. образующиеся при таком способе тушения пары вместе с химически токсичными компонентами выбрасываются в атмосферу.

Применение установок сухого тушения позволит снизить реакционную способность получаемого кокса, снизить или ликвидировать угар углерода кокса в процессе тушения, повысить содержание углерода в коксе, снизить расход кокса на выплавку чугуна и создать условия для вдувания пылеугольного топлива (ПУТ) в доменную печь за счет использования в качестве охлаждающего газа коксового газа, получаемого в процессе коксования [3].

Сухое тушение позволяет использовать физическое тепло кокса, выдаваемого из коксовых печей, и обеспечивает в результате «мягкого», медленного охлаждения более равномерный гранулометрический состав кокса и увеличивает по сравнению с мокрым тушением прочностные характеристики кокса.

Использование способа сухого тушения наиболее перспективно при коксовании слабоспекающихся шихт, из которых при слоевом коксовании получают куски с большой степенью анизотропности. Исследования полномерных кусков кокса при различных способах тушения показали, что зольность по длине куска изменяется примерно одинаково, независимо от способа [4]. Сернистость средней и приосевой частей кусков при мокром тушении несколько (на 0,07-0,09 %) ниже, чем при сухом. Значительно разнится выход летучих веществ и структурная прочность кокса. Если при мокром тушении выход летучих веществ от головочной к приосевой части кусков увеличивается от 0,5 до 1,0 %, то при сухом он практически не изменяется (0,3-0,5 %). Структурная прочность снижается в этом же направлении для кокса мокрого тушения от 81,3 до 73 %, а для кокса сухого тушения – от 83,3 до 78,2 %. Однако полностью избавиться от газопылевых выбросов в атмосферу в процессе сухого тушения кокса не удастся. Особенностью данных выбросов является незначительное содержание кислорода (< 2%), повышенное – горючих компонентов, составляющее для свечи форкамеры до 20,3% СО и 23,2% Н₂, для свечи дымососа до 9% СО и 1,1% Н₂ [5].

Для установки сухого тушения кокса характерен нестабильный состав выбросов, поэтому наиболее эффективным методом очистки от вредных газообразных веществ является глубокое каталитическое окисление в кипящем слое катализатора, что позволит избежать забивания пылью, проводить процесс в автотермических условиях, исключить возможность местных перегревов катализатора и достичь высокой эффективности обезвреживания.

Выбросы форкамеры и избыточного теплоносителя для каждого блока предлагается объединить и подавать в общий коллектор. Затем инъекцией воздухом, подаваемым компрессором через инжекторы газ вводить в каталитический реактор кипящего слоя, где происходит каталитическое сжигание горючих газообразных компонентов выбросов при температуре 700-800 °С. Очищенные от оксида углерода, углеводородов, в том числе от бензопирена, газы поступают в межтрубное пространство котла - утилизатора, где охлаждаются, отдавая тепло воде. Охлажденные до 200 °С газы поступают в циклон для очистки от пыли и через дымовую трубу сбрасываются в атмосферу.

Конструкция представляет собой цилиндрический аппарат, по периметру которого расположены инжекторы. Реактор разделен на две зоны: форкамеру и рабочую камеру, снабжен газораспределительной и организующей решетками. Предлагается использовать оксидные катализаторы марок ИК-12-72, ИК-12-73 и катализатор на основе металлургического шлака марки РШМХ-6. Степень очистки выбросов от горючих газообразных веществ составляет 98-100%.

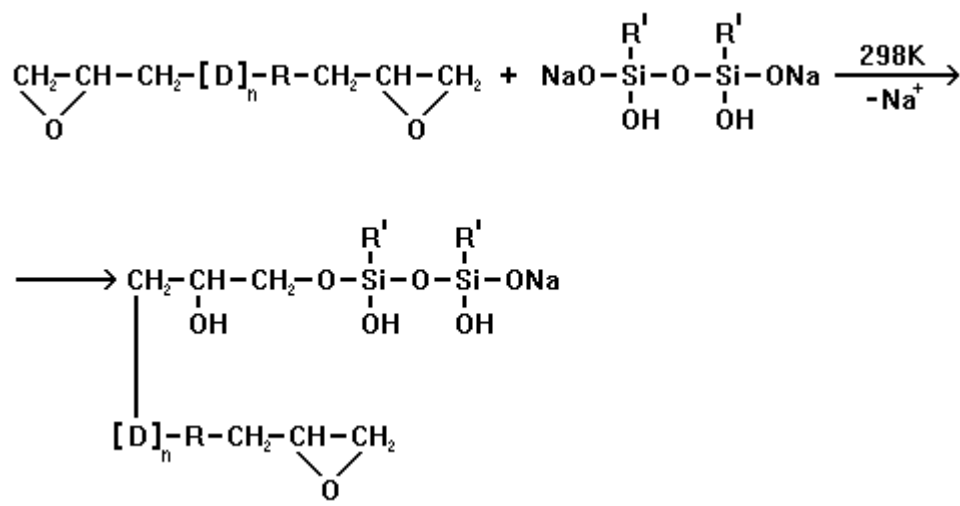
Рассмотренные методы комплексного использования вторичных энергоресурсов коксохимического производства позволяют повысить качество получаемого кокса, снизить вредные выбросы в окружающую среду, сэкономить дорогостоящие энергоресурсы, получить дополнительную тепловую энергию в виде пара и тем самым снизить себестоимость получаемой конечной продукции.

Литература

1. Энергетика Казахстана. Технический аспект: научное издание/К. Дукенбаев, Е. Нурекек. - Алматы., 2001. 312 с.
2. Государственная программа Республики Казахстан «Энергосбережение - 2020»
3. Мастер установки сухого тушения кокса. Давидзон Р.И. М., «Металлургия», 1980. 124 с.
4. Требования к качеству сырья и готовой продукции. Технологическая инструкция. ТИ-105-КХ-УПЦ-1(2)-01(02)-2004.
5. С.П. Редькин, А.П. Коробейников, Е.Б. Ушаков и др. Состав циркулирующих и сбросных газов УСТК. Кокс и химия. N 6, 1984 г. с 18-21.

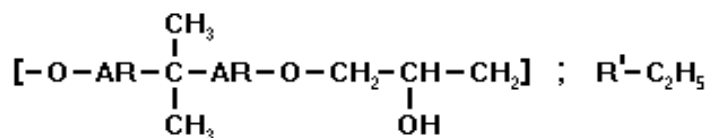
References

1. Jenergetika Kazahstana. Tehnicheskij aspekt: nauchnoe izdanie/K. Dukenbaev, E. Nureken. - Almaty: 2001. 312 с.
2. Gosudarstvennaja programma Respubliki Kazahstan «Jenergoberezenie - 2020»
3. Master ustanovki suhogo tushenija koksa. Davidzon R.I. M., «Metallurgija», 1980. 124 s.
4. Trebovanija k kachestvu syr'ja i gotovoj produkcii. Tehnologicheskaja instrukcija. TI-105-KH-UPC-1(2)-01(02)-2004.
5. S.P. Red'kin, A.P. Korobejnikov, E.B. Ushakov i dr. Sostav cirkulirujushhih i sbrosnyh gazov USTK. Koks i himija. N 6, 1984 g. s 18-21.



(3)

где D:



(4)

УЗ-кавитация является мощным инструментом для преобразования небольшой плотности энергии акустического поля, которая рассеивается в большом объеме, в высокую локальную плотность энергии, концентрирующуюся в микроскопических объемах и приводящая к усилению химического взаимодействия эпоксидиановой смолы с синтезируемым эпоксикремнийорганическим олигомером.

Введение в систему ЭП (70 % мас.)–ДБФ (5 %)-ЭП-ГКЖ (25 %) наполнителя ПЭСС сказывается на изменении динамической вязкости (рис.1) суспензии и свойств отвердевшей композиции.

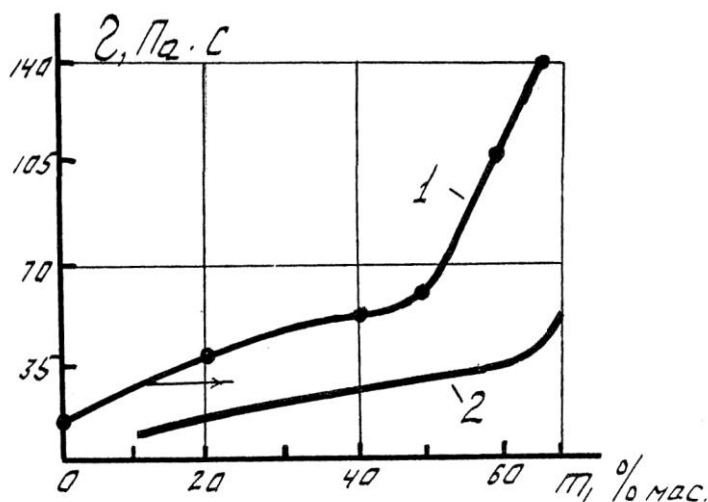


Рис. 1 – Изменение динамической вязкости системы ЭП-ДБФ-(ЭП+ГКЖ) при введении карбонатных (1) и железоксидных (2) систем, модифицированных ПЭСС

При наполнении системы как в "холодном" так и в "горячем" состоянии вязкость монотонно возрастает соответственно до 50 и 65 %мас., выше которых наблюдается резкое увеличение вязкости композиции. Данные показатели по степени наполняемости являются предельными при осуществлении формования эпоксидных композиций методом литья под давлением.

Оптимальной дозировкой модифицированных ПЭСС карбонатных и железоксидных систем при 353 К являются соответственно 45 и 60 %мас. при формовании композиций методом литья под давлением.

При более высоких дозировках наполнителей формование эпоксидных композиций надо производить методом экструзии или прессованием с последующим нагревом пресс-формы с композицией.

На микрофотографиях эпоксидного ПК, наполненного ПЭСС и отформованного методом литья под давлением видно образование значительного количества дислокаций и дислокационных петель (рис.2, фото 2,3); в не наполненной ПЭСС отвердевшей эпоксидной матрице (Рис.2, фото 1) наблюдается сохранение воздушных микропор размером 4-10 мкм, которые практически исчезают при пластификации и наполнении ЭП.

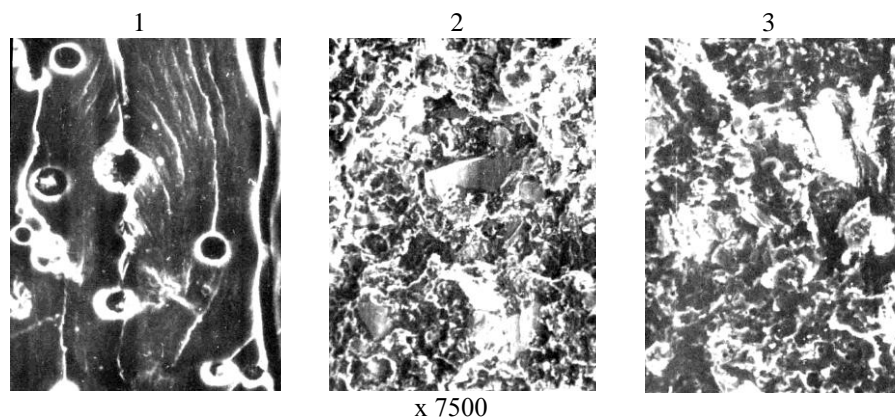


Рис. 2 – Микрофотографии эпоксидного ПК с различной степенью наполнения ПЭСС

Методом ультразвукового импульсного контроля установлены оптимальные дозировки наполнителей для высоконаполненных эпоксидных ПК, которые составляют: для наполнителя на основе ПЭСС - 80; CaCO_3 - 65 и Fe_3O_4 - 75 %мас.

Принята следующая маркировка эпоксидных композитов с оптимальным содержанием наполнителей:

ЭП - 50С - наполнитель ПЭСС (50 %мас.), формование методом литья.

ЭП - 80С - наполнитель ПЭСС (80 %мас.), формование методом прессования.

ЭП - 45К - наполнитель CaCO_3 (45 %мас.), модифицированный ПЭСС (метод литья).

ЭП - 65К - наполнитель CaCO_3 (65 %мас.), модифицированный ПЭСС (метод прессования).

ЭП - 60М - наполнитель Fe_3O_4 (60 %мас.), метод литья.

ЭП - 75М - наполнитель Fe_3O_4 (75 %мас.), метод прессования.

Прессование ПК с отвердителем типа ПЭПА осуществлено на гидравлическом прессе в стальных формах, смазанных циатимом по следующему режиму : подъем давления до $P_{\text{уд}} = 50\text{--}55$ МПа; нагрев пресс-формы до $T = 423\text{--}443$ К, экспозиция 5 мин. ($V_{\text{т}} = 100^\circ/\text{мин}$); охлаждение пресс-формы до $T = 343\text{--}353$ К; сброс давления до атмосферного.

Таким образом, наполнители различного класса способствуют существенному улучшению физико-механических показателей ПК на основе ЭП.

Работа выполнена при поддержке проектной части Государственного задания Минобрнауки РФ, проект № 11.2034.2014/К и гранта РФФИ, проект. № 14-41-08067.

Литература

1. Pavlenko V. I. Simulation of the processes of gamma-radiation transport through shielding containers for radioactive waste / Pavlenko V.I., Yastrebinskii R.N., Lipkanskii V.M. // Russian Physics Journal. 2003. Т. 46. №10. С.1062-1065.
2. Pavlenko V. I. Modeling of processes of interaction of high-energy radiations with radiation-protective oxide of iron composites / Pavlenko V. I., Yastrebinskij R. N., Degtyarev S. V. // Электромагнитные волны и электронные системы. 2005. Т. 10. № 1-2. С. 46-51.
3. Матюхин П. В. Композиционный материал, стойкий к воздействию высокоэнергетических излучений / Матюхин П. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 25-27.
4. Композиционный материал для защиты от гамма-излучения / Ястребинский Р. Н., Павленко В. И., Матюхин П. В., Четвериков Н. А. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 3. С. 17-20.
5. Ястребинская А. В. Модифицированный конструкционный стеклопластик на основе эпоксидных олигомеров для строительных изделий: Автореф. дис. канд. техн. наук. / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород. 2004. 19 с.
6. Ястребинский Р. Н. Модифицированные железоокисные системы – эффективные сорбенты радионуклидов / Ястребинский Р. Н., Павленко В. И., Бондаренко Г. Г., Ястребинская А. В., Черкашина Н. И. // Перспективные материалы. - 2013. - № 5. - С. 39-43.
7. Перспективы создания современных высококонструкционных радиационно-защитных металлокомпозитов / Матюхин П. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Бондаренко Ю. М. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 2. - С. 27-29.
8. Композиционный материал для радиационной защиты / Матюхин П. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Бондаренко Ю. М. // Патент на изобретение, RU 2470395, 20.12.2010.
9. Матюхин П. В. Исследование механизмов модифицирования поверхности природных железорудных минералов алкилсиликонатами / Матюхин П. В., Ястребинский Р. Н. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. - 2005. - Т. 48. - № 4. - С. 140.
10. Павленко В. И. Радиационно-защитный бетон для биологической защиты ядерных реакторов / Павленко В. И., Епифановский И. С., Ястребинский Р. Н. // Перспективные материалы. - 2006. - № 3. - С. 22.
11. Павленко В. И. Радиационно-защитный тяжелый бетон на основе железорудного минерального сырья / Павленко В. И., Воронов Д. В., Ястребинский Р. Н. // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2007. - № 4. - С. 40-42.

12. Радиационно-защитный бетон для биологической защиты ядерных реакторов / Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Смоликов А. А., Дегтярев С. В., Воронов Д. В. // Перспективные материалы. - 2006. - № 2. - С. 47-50.
13. Павленко В. И. Тяжелый бетон для защиты от ионизирующих излучений / Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Воронов Д. В. // Строительные материалы. - 2007. - № 8. - С. 48-49.
14. Павленко В. И. Исследование тяжелого радиационно-защитного бетона после активации быстрыми нейтронами и гамма-излучением / Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Воронов Д. В. // Инженерно-физический журнал. - 2008. - Т. 81. - № 4. - С. 661-665.
15. Радиационно-защитный бетон для АЭС с РБМК на основе железо-серпентинитовых композиций с цементным связующим / Павленко В. И., Смоликов А. А., Ястребинский Р. Н., Дегтярев С. В., Панкратьев Ю. В., Орлов Ю. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2004. - № 8. - С. 66.
16. Полимерные радиационно-защитные композиты / Павленко В.И. монография // В. И. Павленко, Р. Н. Ястребинский. Белгород. 2009.
17. Термопластичные конструкционные композиционные материалы для радиационной защиты / Павленко В. И., Епифановский И. С., Ястребинский Р. Н., Куприева О. В. // Перспективные материалы. 2010. № 6. С. 22-28.
18. Нанонаполненные полимерные композиционные радиационно-защитные материалы авиационно-космического назначения / Едаменко О. Д., Ястребинский Р. Н., Соколенко И. В., Ястребинская А.В. // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 128.
19. Радиационно-защитный композиционный материал на основе полистирольной матрицы / Павленко В. И., Едаменко О. Д., Ястребинский Р. Н., Черкашина Н. И. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 3. - С. 113-116..
20. Высокодисперсные органосвинецсилоксановые наполнители полимерных матриц / Павленко В. И., Ястребинская А. В., Павленко З. В., Ястребинский Р. Н. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2010. № 2. С. 99-103.
21. Павленко В. И. Полимерные диэлектрические композиты с эффектом активной защиты / Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Ястребинская А. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 3. С. 62-66.
22. Thermoplastic constructional composite material for radiation protection Pavlenko V. I., Yastrebinskii R. N., Kuprieva O. V., Epifanovskii I. S. // Inorganic Materials: Applied Research. 2011. T. 2. № 2. С. 136-141.
23. Ястребинская А. В. Разработка и применение композиционного материала на основе эпоксидиановой смолы для строительных конструкций и теплоэнергетики / Ястребинская А. В., Огрель Л. Ю. // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 2. С. 173.
24. Ястребинская А. В. Коррозионностойкие полимеркомпозиты на основе эпоксидных и полиэфирных олигомеров для строительства / Ястребинская А. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н. // Перспективы развития строительного комплекса. - 2012. - Т. 1. - С. 243-247.
25. Структурообразование металлоолигомерных водных дисперсий / Ястребинский Р. Н., Павленко В. И., Ястребинская А. В., Матюхин П. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 121-123.
26. Механическая активация полимерных диэлектрических композиционных материалов в непрерывном режиме / Ястребинская А. В., Павленко В. И., Матюхин П. В., Воронов Д. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 3. С. 74-77.
27. Огрель Л. Ю. Полимеризация эпоксидного связующего в присутствии добавки полиметилсилоксана / Огрель Л. Ю., Ястребинская А. В., Бондаренко Г. Н. // Строительные материалы. 2005. № 9. С. 82-87.
28. Огрель Л. Ю. Структурообразование и свойства легированных эпоксидных композитов / Огрель Л. Ю., Ястребинская А. В. // Строительные материалы. 2004. № 8. С. 48-49.
29. Расчеты процессов прохождения гамма-квантов через полимерный радиационно-защитный композит / Павленко В. И., Липканский В. М., Ястребинский Р.Н.//Инженерно-физический журнал. 2004. Т.77. №1. С.12-15.
30. Моделирование прохождения высокоэнергетических электронов в высоконаполненном полимерном композите / Соколенко И. В., Ястребинский Р.Н., Крайний А. А., Матюхин П. В., Тарасов Д. Г. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С.145-148.

References

3. Matjuhin P. V. Kompozicionnyj material, stojkij k vozdeystviyu vysokojenergeticheskikh izluchenij / Matjuhin P. V., Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2012. № 2. S. 25-27.
4. Kompozicionnyj material dlja zashhity ot gamma-izlucheniya / Jastrebinskij R. N., Pavlenko V. I., Matjuhin P. V., Chetverikov N. A. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2011. № 3. S. 17-20.
5. Jastrebinskaja A. V. Modificirovannyj konstrukcionnyj stekloplastik na osnove jepoksidnyh oligomerov dlja stroitel'nyh izdelij: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk. / Belgorodskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova. Belgorod. 2004. 19 s.
6. Jastrebinskij R. N. Modificirovannye zhelezooksidnye sistemy – jeffektivnye sorbenty radionuklidov / Jastrebinskij R. N., Pavlenko V. I., Bondarenko G. G., Jastrebinskaja A. V., Cherkashina N. I. // Perspektivnye materialy. - 2013. - № 5. - S. 39-43.
7. Perspektivy sozdaniya sovremennyh vysokokonstrukcionnyh radiacionno-zashhitnyh metallokompozitov / Matjuhin P. V., Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Bondarenko Ju. M. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. - 2011. - № 2. - S. 27-29.

8. Kompozicionnyj material dlja radiacionnoj zashhity / Matjuhin P. V., Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Bondarenko Ju. M. // Patent na izobretenie, RUS 2470395, 20.12.2010.
9. Matjuhin P. V. Issledovanie mehanizmov modifitsirovaniya poverhnosti prirodnyh zhelezorudnyh mineralov alkilsilikonatami / Matjuhin P. V., Jastrebinskij R. N. // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Serija: Himija i himicheskaja tehnologija. - 2005. - T. 48. - № 4. - S. 140.
10. Pavlenko V. I. Radiacionno-zashhitnyj beton dlja biologicheskoy zashhity jadernyh reaktorov / Pavlenko V. I., Epifanovskij I. S., Jastrebinskij R. N. // Perspektivnye materialy. - 2006. - № 3. - S. 22.
11. Pavlenko V. I. Radiacionno-zashhitnyj tjazhelyj beton na osnove zhelezorudnogo mineral'nogo syr'ja / Pavlenko V. I., Voronov D. V., Jastrebinskij R. N. // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. - 2007. - № 4. - S. 40-42.
12. Radiacionno-zashhitnyj beton dlja biologicheskoy zashhity jadernyh reaktorov / Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Smolikov A. A., Degtjarev S. V., Voronov D. V. // Perspektivnye materialy. - 2006. - № 2. - S. 47-50.
13. Pavlenko V. I. Tjazhelyj beton dlja zashhity ot ionizirujushhih izluchenij / Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Voronov D. V. // Stroitel'nye materialy. - 2007. - № 8. - S. 48-49.
14. Pavlenko V. I. Issledovanie tjazhelogo radiacionno-zashhitnogo betona posle aktivacii bystryimi nejtronami i gamma-izlucheniem / Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Voronov D. V. // Inzhenerno-fizicheskij zhurnal. - 2008. - T. 81. - № 4. - S. 661-665.
15. Radiacionno-zashhitnyj beton dlja AJeS c RBMK na osnove zhelezo-serpentinitovyh kompozicij s cementnym svjazujushhim / Pavlenko V. I., Smolikov A. A., Jastrebinskij R. N., Degtjarev S. V., Pankrat'ev Ju. V., Orlov Ju. V. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. - 2004. - № 8. - S. 66.
16. Polimernye radiacionno-zashhitnye kompozity / Pavlenko V.I. monografija // V. I. Pavlenko, R. N. Jastrebinskij. Belgorod. 2009.
17. Termoplastichnye konstrukcionnye kompozicionnye materialy dlja radiacionnoj zashhity / Pavlenko V. I., Epifanovskij I. S., Jastrebinskij R. N., Kuprieva O. V. // Perspektivnye materialy. 2010. № 6. S. 22-28.
18. Nanonapolnennye polimernye kompozicionnye radiacionno-zashhitnye materialy aviacionno-kosmicheskogo naznachenija / Edamenko O. D., Jastrebinskij R. N., Sokolenko I. V., Jastrebinskaja A.V. // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. № 6. S. 128.
19. Radiacionno-zashhitnyj kompozicionnyj material na osnove polistirol'noj matricy / Pavlenko V. I., Edamenko O. D., Jastrebinskij R. N., Cherkashina N. I. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. - 2011. - № 3. - S. 113-116.
20. Vysokodispersnye organosvinecsiloksanovyje napolniteli polimernyh matric / Pavlenko V. I., Jastrebinskaja A. V., Pavlenko Z. V., Jastrebinskij R. N. // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Serija: Tehnicheskie nauki. 2010. № 2. S. 99-103.
21. Pavlenko V. I. Polimernye dijelektricheskie kompozity s jeffektom aktivnoj zashhity / Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Jastrebinskaja A. V. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2009. № 3. S. 62-66.
23. Jastrebinskaja A. V. Razrabotka i primenenie kompozicionnogo materiala na osnove jepoksidianovoj smoly dlja stroitel'nyh konstrukcij i teploenergetiki / Jastrebinskaja A. V., Ogrel' L. Ju. // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2004. № 2. S. 173.
24. Jastrebinskaja A. V. Korrozionnostojkie polimerkompozity na osnove jepoksidnyh i polijeфирnyh oligomerov dlja stroitel'stva / Jastrebinskaja A. V., Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N. // Perspektivy razvitija stroitel'nogo kompleksa. - 2012. - T. 1. - S. 243-247.
25. Strukturoobrazovanie metallooligomernyh vodnyh dispersij / Jastrebinskij R. N., Pavlenko V. I., Jastrebinskaja A. V., Matjuhin P. V. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2012. № 2. S. 121-123.
26. Mehanicheskaja aktivacija polimernyh dijelektricheskikh kompozicionnyh materialov v nepreryvnom rezhime / Jastrebinskaja A. V., Pavlenko V. I., Matjuhin P. V., Voronov D. V. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2009. № 3. S. 74-77.
27. Ogrel' L. Ju. Polimerizacija jepoksidnogo svjazujushhego v prisutstvii dobavki polimetilsiloksana / Ogrel' L. Ju., Jastrebinskaja A. V., Bondarenko G. N. / Stroitel'nye materialy. 2005. № 9. S. 82-87.
28. Ogrel' L. Ju. Strukturoobrazovanie i svojstva legirovannyh jepoksidnyh kompozitov / Ogrel' L. Ju., Jastrebinskaja A. V. // Stroitel'nye materialy. 2004. № 8. S. 48-49.
29. Raschety processov prohozhdenija gamma-kvantov cherez polimernyj radiacionno-zashhitnyj kompozit/ Pavlenko V. I., Lipkanskij V. M., Jastrebinskij R.N.//Inzhenerno-fizicheskij zhurnal. 2004. T.77. №1. S.12-15.
30. Modelirovanie prohozhdenija vysokojenergeticheskikh jelektronov v vysokonapolnennom polimernom kompozite / Sokolenko I. V., Jastrebinskij R.N., Krajnij A. A., Matjuhin P. V., Tarasov D. G. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2013. №6. S.145-148.

Панахов Т.М.

Кандидат технических наук, доцент,

Азербайджанский Научно-Исследовательский Институт Виноградарство и Виноделие

ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВИНОВАТЕРИАЛОВ, ИМЕЮЩИХ БОЛЕЗНИ И ПОРОКИ И СПОСОБ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Аннотация

Результаты исследований показали возможности использования продуктов переработки дуба для устранения болезней и пороков вин. Для определения схем обработки виноматериалов осуществлялись работы по определению физико-химических, органолептических параметров и микробиологического состояния исследуемых виноматериалов. По итогам предварительной обработки виноматериалов было определено устранение недостатков и выявлена оптимальная доза чипсов и продолжительность контакта для различных виноматериалов.

Ключевые слова: вино, болезни и пороки, дуб, обработка.

Panahov T.M.

PhD in Engineering, Azerbaijan Scientific Research Institute of Viticulture and Wine-making AzSRIVW

DEVELOP WAYS OF ELIMINATING THE DISEASE AND VICE WINE WITH FOOD PROCESSING OAK

Abstract

The results showed the possibility of using oak- products to address diseases and defects wines. To determine schemes Obra-processing wine osushestvlyaetsya work on the definition of physical-chemical, microbiological and organoleptic parameters studied wine-state materials. As a result of pre-processing of wine materials was determined to overcome the disadvantages and identified the optimal dose and duration of contact chips for a variety of wine.

Test winematerials characterized by a low concentration of titratable acid, sulfurous acid, and high pH, and high concentrations of iron ions and a high content - volatile acids. Such a complex fiziko- wine-chemical parameters (in particular the high content of iron ions) to accelerate redox processes in the wines and can be a precursor to diseases and malformations.

Keywords: wine, defects and disease indicators, oak, processing.

Вино биологически активный натуральный продукт и имеет важную роль в жизни человека как вода и воздух. В составе вина много полезных химических соединений, витаминов, самое главное гигиеническая чистая и богатая минеральными веществами вода. Кроме этого в составе вина около 800 идентифицированных компонентов[4]. Для производства высококачественных вин и виноматериалов особое значение имеют не допущение или устранение болезней и порчи, а так же посторонних тонов.

При приготвлении вин, возможны случайности и промахи, которые могут вызвать болезни вина и даже порчу или же привести к нежелательным изменениям вида и вкуса. Заболевания вина (цветение, ожирение, уксусное скисание, яблочно-молочнокислое брожение) связаны с деятельностью различных микроорганизмов, которые могут попасть в сусло вместе с дикими дрожжами. Излечить вино в этом случае очень трудно, а порой даже невозможно. При заболевании вино начинает мутнеть, теряет прозрачность и чистоту вкуса. Пороки вин в отличие от болезней вызываются не деятельностью микроорганизмов, а попаданием в них посторонних веществ, обычно легко исправимы. К ним относятся: помутнение, побурение, почернение, запах и вкус тухлых яиц, плесневый вкус, горький вкус и т. п.. По этому ученые различных стран проводят интенсивные исследования, чтобы создать новые вина, имеющие высокие диетические и лечебные свойства и без пороков[12].

Целью настоящей работы является разработка способов устранения пороков и болезней вин и дистиллятов с использованием продуктов переработки дуба.

Важным свойством древесины дуба в виноделии является улучшение качественных показателей вин и коньяков за счет их обогащения ароматическими и вкусовыми компонентами, в результате чего облагораживается их аромат, букет полнота вкуса, мягкость и гармоничность [1,6,10,11].

Материалы и методы. Для исследования использованы виноматериалы сорта Белый портвейн, Ркацители, Савиньон производимых на винодельческих предприятиях Азербайджана по стандартной технологии.

Для исправление недостатков, пороков, а также посторонних тонов вин и коньяков использовали продуктов переработки древесины дуба произ-растающий в различных регионах Азербайджана.

Древесина дуба отличается прочностью, крепкостью, плотностью (690 кг/м³), твердостью и тяжестью. Наиболее ценная древесина находится ближе к сердцевине[6].

Физико- химические, микробиологические и органолептические показатели определяли, а оценка качества виноматериалов проводили по общепринятыми методиками[4,7].

Результаты и обсуждения. По результатам наших исследований технологической оценки продуктов переработки дуба Азербайджана в виноделии можно отметить еще одну уникальную особенность древесины дуба- исправление недостатков, пороков, а также посторонних тонов вин и коньяков.

Для оценки состояния и стадии развития болезней (пороков) в отобранных виноматериалах и определения традиционных схем их обработки, которые в дальнейшем будут использованы в качестве контроля, было проведено исследование их качественных физико-химических и микробиологических показателей (табл.1...3). Дополнительно эти виноматериалы тестировали по склонность к помутнениям, что вызвано повышенным содержанием солей поливалентных металлов («железный» касс), а так же, к коллоидным (обратимым и необратимым), кристаллическим и биохимическим помутнениям в соответствии с общепринятыми методами (табл.3). Также было проведено тестирование виноматериалов на наличие болезни-порока «мышинный тон» -- так называемый "тест на соду".

Как видно из полученных данных, исследуемые виноматериалы характеризуются низкой концентрацией титруемых кислот, сернистой кислоты, и высоким значением pH, а также высокой концентрацией ионов железа и повышенным содержанием - летучих кислот.

Таблица 1 – Физико-химические показатели виноматериалов, имеющих болезни и пороки

Виномате- риал	Объемная частица спирта, % об.	Массовая концентрация							pH
		сахара, г/100 см3	титруемы х кислот, г/дм3	летучих кислот, мг/дм3	железа, мг/дм3	феноль ных веществ , мг/дм3	H2SO3 мг/дм3		
							свободно й	общей	
Портвейн белый	17,24	9,4	3,9	0,73	25,4	420	5,0	88,96	3,8 3
Ркацители	11,6	0,3	3,6	0,62	8,8	190	8,9	124,96	3,7 7
Совиньон	11,2	0,2	4,8	0,56	14,1	140	7,36	111,36	3,8 2

Исходя из обзора литературных источников, такой комплекс физико-химических показателей виноматериалов (в частности повышенное содержание ионов железа) способствует ускорению окислительно-восстановительных процессов в винах и может быть предшественником болезней и пороков [1-3,7-9].

О наличии в этих виноматериалах признаков порока "мышинный тон" свидетельствуют и результаты их органолептической оценки (табл. 4)

Таблица 2 – Микробиологические показатели виноматериалов, имеющих болезни и пороки

Количество образцов вина	Количество клеток в нативном материале	Количество в 10 мл		Группы микроорганизмов в 1 мл		
		дрожжевых клеток	условно-патогенных энтеробактерий	КУО1 молочнокислых бактерий	КУО дрожжевых клеток	КУО уксуснокислых бактерий
Портвейн белый						
4	0	0	0	0	0	0
Ркацителли						
3	0	2	0	+	0	+
Совиньон						
4	1	12	0	+	0	+

КУО1 - колониеобразующие единицы

Проведенные тесты на стабильность виноматериалов к помутнениям (табл. 3) подтвердили склонность виноматериалов Ркацителли и Совиньон к белковым помутнениям.

Также было выявлено наличие в виноматериалах Совиньон и Портвейн белый порока «железный касс», чем подтверждены результаты физико-химических исследований о превышении допустимой нормы концентрации ионов железа в этих виноматериалах- 14,1 и 25,4 соответственно, при норме ≤ 10 мг/дм³.

Таблица 3 – Стабильность виноматериалов, имеющих болезни и пороки, и склонность к различным помутнениям

Результаты тестов на склонность к помутнениям	Помутнения					
	Вызванные металлами (железный касс)	Необратимые коллоидные	Обратимые коллоидные	Кристаллические	Биохимические	Тест на "мышинный тон" (тест на соду)
Портвейн белый	+	-	-	-	-	Потемнение вина, явный « мышинный тон»
Ркацителли	-	+	-	-	-	Потемнение вина, явный « мышинный тон»
Совиньон	+	+	-	-	-	Потемнение вина, явный « мышинный тон»

Об этом также свидетельствует дополнительно проведенный "тест на соду" при добавлении пищевой соды в количестве 5 г в бокал с виноматериалом, все три испытываемых образца почернели и приобрели неприятный тон мышинных экскрементов.

Во вкусе и послевкусии в вино материале Портвейн белый присутствовал ацетамидный оттенок, характерный для вин, имеющих порок мышинный тон. Кроме этого наблюдалась «слащавость», характерная для низкоокислительных вин.

Верной характеристикой для определения схем обработки виноматериалов является их микробиологическое состояние. Как показали микробиологические исследования (табл.2) развитие молочнокислых и уксуснокислых бактерий было выявлено в виноматериалах Ркацители и Совиньон. Поэтому, можно сделать вывод о том, что возникновение порока «мышинный тон» у виноматериалов Портвейн белый имеет физико-химическую природу, подтверждающую невысокую концентрацию летучих кислот, и, следовательно, относит его к пороку, а у виноматериалов Ркацители и Совиньон изменение физико-химических и органолептических показателей имеет микробиологическую природу, что позволяет сделать вывод о том, что «мышинный тон» в этих винах болезнь.

Таблица 4 – Органолептическая оценка виноматериалов, имеющих болезни и пороки

Виноматериал	Цвет	Аромат/ букет	Вкус	Дегустационная оценка, балл
Портвейн белый	золотисто-янтарный	разглаженный, ощутимые тона "мышинного тона"	разглаженный, негармоничный, ощутимые тона "мышинного тона"	8,1
Ркацители	светло-соломенный	сортовой аромат слабый, разглаженный	простой, невыраженный, негармоничный, разглаженный	7,1
Совиньон	соломенный	то же самое	то же самое	7,4

Обобщая полученные данные, были разработаны основные схемы обработки виноматериалов, имеющих порок "мышинный тон", предусматривающие повышение концентрации «кислот за счет внесения лимонной или винной кислоты (для ускорения гидролиза ацетамида) и сульфитацию (для связывания продуктов гидролиза), обработка сорбентами (бентонит, грануколь (активированный уголь), биоксин, гербинол супер) с декантацией и фильтрованием после обработки [2,3,5].

При этом, важным фактором является изучение процесса повышения концентрации титруемых кислот виноматериалов с помощью лимонной и винной кислот, поскольку использование последней является важным фактором формирования органолептических свойств виноматериалов. Также, для обеспечения стабильного качества вин, в частности для уменьшения их окислительных свойств, необходимым является снижение концентрации железа - катализатора окислительно-восстановительных процессов, если его содержание в виноматериалах увеличивается до 10 мг/дм³ (необходимая для Портвейна белого и Совиньона). Такое снижение концентрации железа в виноматериалах Портвейн и Совиньон было проведено в условиях пробной лабораторной обработкой перед производственной обработкой эфиром фосфорным целлюлозы. В результате, концентрация железа в этих виноматериалах уменьшилась, и составляла, соответственно, 6,7 и 4,4 мг/дм³.

С другой стороны, с целью оценки влияния древесины дуба на возможность устранения пороков вин и для определения оптимальной дозы чипсов, а также продолжительности взаимодействия их с виноматериалами, была проведена предварительная обработка исследуемых виноматериалов продуктами переработки дуба. В эксперименте использовали щепу средней фракции в количестве 0,5...2,0 г/дм³ при различных соотношениях чипсов Н:Т (от 5:1 до 1:5). Продолжительность взаимодействия и контакта виноматериала с чипсами составляла 40 суток, причем, через каждые 7... 10 дней их перемешивали и проводили дегустационную оценку образцов. Критерием определения оптимальной дозы чипсов и продолжительности взаимодействия было исчезновение в аромате, букете и вкусе порока и формирование лучшего качества виноматериалов с возможным появлением в букете и вкусе приятных тонов выдержки древесины дуба (ванилина, гвоздики, кокосового ореха и др.). Подтверждением этих оптимальных параметров применения чипсов (количества и продолжительности контакта) было дальнейшее ухудшение органолептических показателей виноматериалов при увеличении доз или продолжительности взаимодействия с чипсами.

В результате предварительного контакта исследуемых виноматериалов с продуктами переработки дуба было определено, что в целом, в этих образцах были устранены недостатки. Виноматериалы приобрели чистый и гармоничный букет, полный, приятный и сложный вкус с ощутимыми легкими тонами выдержки (ванилина, гвоздики, кокосового ореха и др.). При этом органолептическим показателям лучшей для всех виноматериалов оказалась доза чипсов 1,0 г/дм³ при соотношении чипсов П:Т 1:1 (образец 15) и продолжительности взаимодействия 60 суток для виноматериала Портвейн белый и по 30 суток - для виноматериалов Ркацители и Совиньон.

Литература

1. Пат. 1184851 А СССР. МПК2-3 С 120 1/02. Способ лечения вина от мышинного привкуса / Гиашвили Д.С., Кахнашвили Г.Д., Эджибия Л.Л.; заявитель и патентообладатель Грузинский научно-исследовательский Институт пищевой промышленности - № 3704454/28-13; заявл. 27.12.8, опубл. 15.10.85. Бюл. №38.

2. Писарницкий А.Ф. Мышиный тон / Писарницкий А.Ф. // Прикладная биохимия и микробиология. - 2001. - № 6. - С. 45-47.
3. Пономарченко В.Б., Парфентьева О.П. Предупреждение и устранение мышиного тона в вине // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1968, № 11. С. 30-33.
4. Постная А.Н. Теоретические и практические основы прогнозирования, предупреждения и устранения пороков виноградных вин: дис. докт. техн. наук: спец. 05.18.06. «Технология производства алкогольных и безалкогольных напитков» / Постная А.Н. Кишинев, 1991. - 511 с.
5. Родопуло А.К. О реакции образования ацетамида в вине// Виноделие и виноградарство СССР. - 1952. - № 12. - С. 14-16.
6. Саришвили М.Г. Состав древесины дуба как технологический фактор при производстве высококачественных вин / Саришвили Н.Г., Оганесянц Л.А., Телегин О.А.//Хранение и переработка сельхозсырья. - 1995. -№ 3.-С. 45-47.
7. Чистович Т.А. Микробиологическая характеристика мышиной болезни вина / Чистович Т.А.//Виноделие и виноградарство СССР.- 1939. № 5,С.9-16.
8. Луканин О.С. Технология лікування (усунення) хвороби-пороку вин «мишачий тон» / Луканин О.С., Шелест О.В., Сидоренко О.М. // Аграрна наука — в і роб н іпту. Науково-шформашійний бюлетень завершених наукових розробок. - 2005. - № 4. - С. 29.
9. Луканин О.С. Усунення та лжування «мишачого тону» вин продуктами переробки деревини дуба / Луканин О.С., Шелест О.В., Сидоренко О.М. // Вюник аграрноу науки. - 2005. - № 10. - С. 48-53.
10. Maga G. The contribution of wood to the flavor of alcoholic beverages / Maga G // Food Rev. Int. – 1989.-Vol.5.- N 1. – P.39-66
11. Mosedale P.L. The influence on wine flavor of the oak species and natural variation of heartwood components/International Symposium on Oak in Winemaking / Mosedale P.L., Puech L., Feuillat J.-L.// Reno. Nevada. - 1999, - Vol. 50. - No 28 - 29 June 1999.-P. 503-512.
12. <http://longus.ru/vino/tehnolog/poroki/>

References

1. Pat. 1184851 A SSSR. МПК2-3 С 120 1/02. A method of treating wine from mouse taste / Qiashvili D.S., Kaxaniashvili Q.D., Edjibiya L.L. заявитель I патентообладатель Qruzinskiy naucno-issledovatel'skiy Institut Pishvoy promishlennosti - № 3704454/28-13; заявл. 27.12.8, opubl. 15.10.85. Byul. №38.
2. Pisarnitskiy A.F. Mouse tone// Prikladnaya bioximiya I mikrobiologiya.. - 2001. - № 6. - S. 45-47.
3. Ponomarcenko V.B., Partfentyeva O.P. Prevention and elimination of mouse pitch in wine // Sadovodstva, vinoqradarstvo i vinodeliye Moldavii. 1968, № 11. S. 30-33.
4. Postnaya A.N. Theoretical and practical bases of forecasting, prevention and elimination of defects of wines: diss. dokt. texn. nauk.: spets. 05.18.06. «Texnologiya proizvodstva alkoqolnix I bezalkoqolnix napitkov» /Postnaya A.N. Kishinyev, 1991. - 511 s.
5. Rodopulo A.K. Reaction formation acetamide in wine// Vinodeliye I vinoqradarstvo SSSR. - 1952. - № 12. - S. 14-16.
6. Sariashvili M.Q. The composition of the oak as a technological factor in the production of high quality wines/ Sariashvili M.Q., Oqanesyans L.A., Telegin O.A.// Xraneniye I pererabotka selxozsirya. - 1995. -№ 3.-S. 45-47.
7. Cistovic T.A. Microbiological characterization of murine disease wines/ Cistovic T.A. // Vinodeliye I vinoqradarstvo SSSR. - 1939. № 5.-S. 9-16.
8. Lukanin O.S. Technology treatment (removal) of disease-vice wines "mouse tone" /Lukanin O.S., Shelest O.V., Sidorenko O.M. // Aqrarna nauka- v i rob niptvu. Naukovo- informasiyniy byulleten zavershennix naukovix rozrobok. - 2005. - № 4. - S. 29.
9. Lukanin O.S. Removing and lzhuvannya "mouse tone" wine products processing derevynp oak/ Lukanin O.S., Shelest O.V., Sidorenko O.M. // Vyunik aqrarnoy nauki - 2005. - № 10. - S. 48-53.
10. Maga G. The contribution of wood to the flavor of alcoholic beverages / Maga G // Food Rev. Int. – 1989.-Vol.5.- N 1. –P.39-66
11. Mosedale P. The influence on wine flavor of the oak species and natural variation of heartwood components/International Symposium on Oak in Winemaking / Mosedale P., Puech L., Feuillat J.-L.// Reno. Nevada. - 1999, - Vol. 50. - No 28 - 29 June 1999.-P. 503-512.
12. <http://longus.ru/vino/tehnolog/poroki/>

Папкин Б.А.¹, Коротков В.С.², Татарников А.П.³

¹Кандидат технических наук, заместитель директора научно-технического центра «Силовые агрегаты»,

²ведущий инженер-исследователь научно-технического центра «Силовые агрегаты»,

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),

³инженер-исследователь 1 категории научно-технического центра «Силовые агрегаты»

Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), Москва

Работа проводится при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках договора № 14.Z56.15.3290-МК от "16" февраля 2015 года об условиях использования гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых с организациями - участниками конкурсов, имеющими трудовые отношения с молодыми учеными МК-3290.2015.8

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАДИАТОР СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрено одно из направлений утилизации тепловой энергии, отводимой системой охлаждения двигателей внутреннего сгорания - прямое преобразование ее в электроэнергию в термоэлектрических генераторах. Рассмотрены примеры конструкций термоэлектрических генераторов для систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания. Показана конструкция разработанного термоэлектрического радиатора, упрощающая его применение в серийно выпускаемых транспортных средствах, и приведены его технические характеристики.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания; термоэлектрический модуль; система охлаждения; удельный эффективный расход топлива.

Papkin B.A.¹, Korotkov V.S.², Tatarnikov A.P.³

¹PhD in Engineering, deputy director R&D Center "Propulsion Systems" Moscow state university of mechanical engineering (MAMI), ²leading research engineer R&D Center "Propulsion Systems" Moscow state university of mechanical engineering (MAMI), ³research engineer R&D Center "Propulsion Systems"

Moscow state university of mechanical engineering (MAMI)

THERMOELECTRIC RADIATOR FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE COOLING SYSTEM

Abstract

The article deals with one of the areas of utilization of heat energy withdrawn cooling system of the internal combustion engine - its direct conversion into electricity in thermoelectric generators. Examples of constructions of thermoelectric generators for the cooling systems of internal combustion engines. Shows the construction of a thermoelectric radiator developed, simplifying its use in mass-produced vehicles, and given its characteristics.

Keywords: internal combustion engine; thermoelectric module; cooling system; specific fuel consumption.

В настоящее время в крупных мегаполисах и регионах Российской Федерации значительно возрастает парк автотранспортных средств, энергетические энергоустановки которых наносят значительный урон окружающей среде.

Двигатели внутреннего сгорания, особенно применяемые на транспорте, выбрасывают около четверти всех антропогенных парниковых газов, причем на долю углекислого газа приходится почти 90% выбросов всех парниковых газов. Эти выбросы напрямую связаны со сгоранием топлива и пропорциональны его расходу.

Внешний тепловой баланс двигателей внутреннего сгорания показывает [1], что значительная часть тепла, получаемого в результате сгорания питающего его топлива, выбрасывается с выпускными газами и отводится в систему охлаждения. Только 30% энергии идёт на полезную работу (если авто оснащено бензиновым двигателем, если же дизелем — несколько больше), примерно 30% уходит через систему охлаждения двигателя и до 35% — с выхлопными газами. Это большой потенциальный ресурс для повышения экономичности машин и значительную часть этой энергии можно использовать для различных целей [2]. Одним из направлений утилизации тепловой энергии, отводимой системами выпуска отработавших газов и охлаждения двигателей внутреннего сгорания, является прямое преобразование ее в электроэнергию в термоэлектрических генераторах.

Эффект Зеебека, позволяющий напрямую преобразовывать тепловую энергию в электрическую, заключается в возникновении электродвижущей силы при наличии разницы температур в контактах замкнутой электрической цепи, состоящей из разнородных проводников. Однако электродвижущая сила, возникающая в цепи из двух разнородных проводников, не превышает нескольких милливольт, что достаточно для замеров температуры, но не для генерирования электроэнергии. С целью повышения эффективности как прямого преобразования тепловой энергии в электрическую, так и обратного, были созданы термоэлектрические элементы, состоящие из полупроводников *p* и *n* типов последовательно соединенных электрически и параллельно соединенных термически. Конструкция термоэлектрического генераторного модуля показана на рисунке 1.

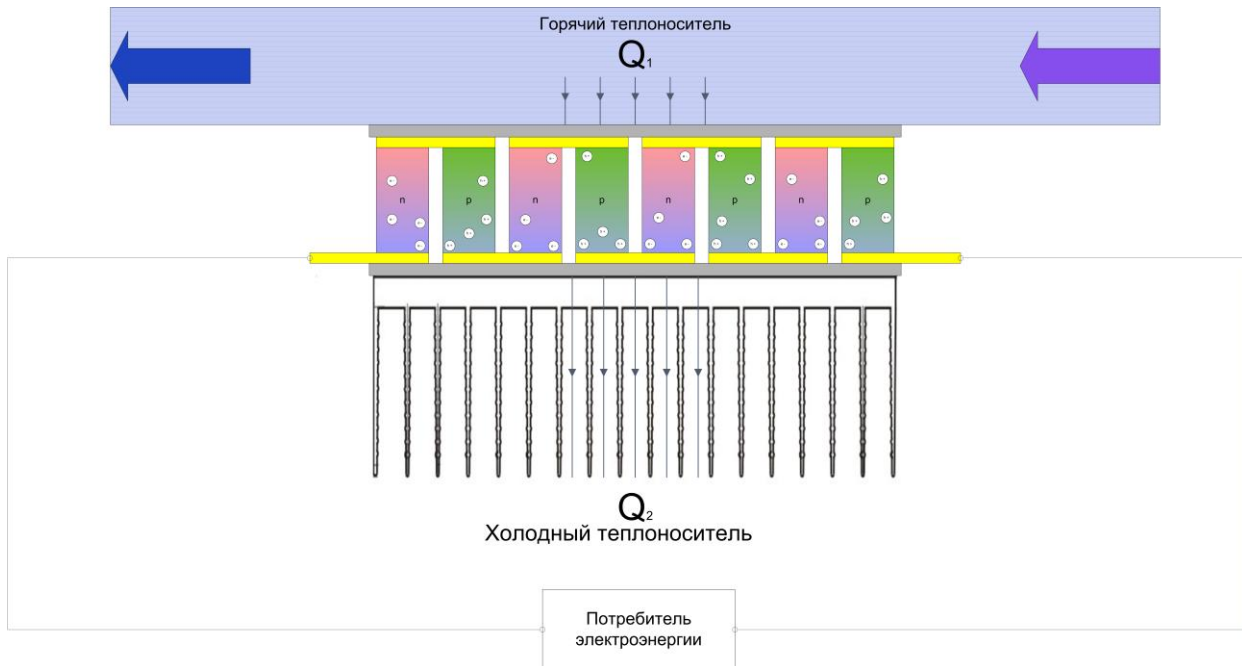


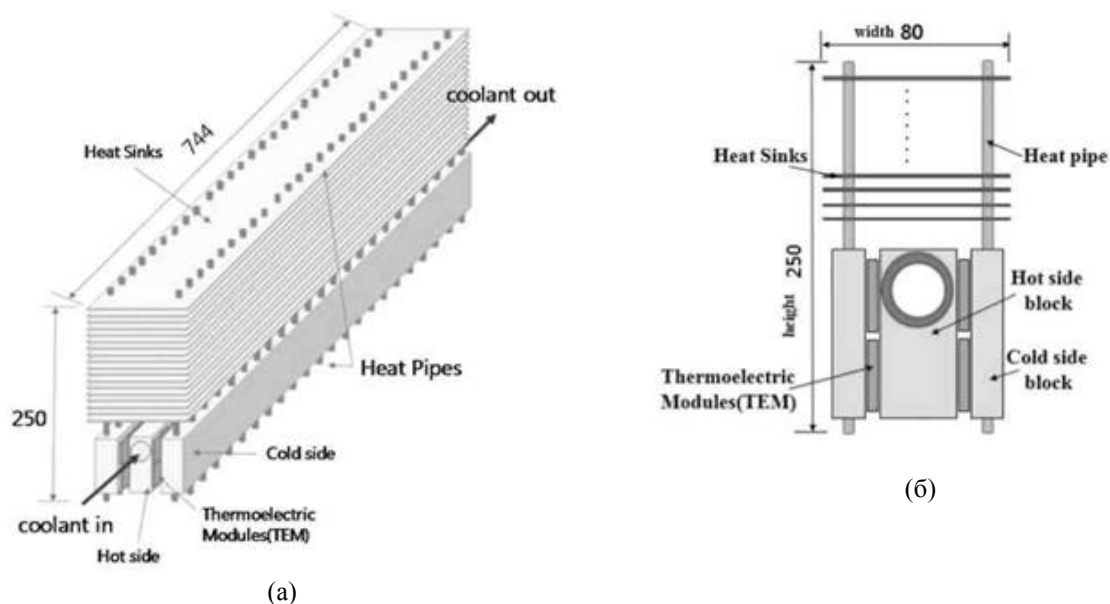
Рис. 1 – Конструкция термоэлектрического генераторного модуля

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации ТЭГ различного назначения и применения позволяет сделать вывод, что они имеют такие уникальные качества, как полная автономность, высокая надежность, простота эксплуатации, долговечность, способность работать в любом пространственном положении.

Ведущие автопроизводители, такие как General Motors, BMW и Toyota, разработали собственные термоэлектрические генераторы для утилизации тепловой энергии отработавших газов [3-5] и проводят их испытания, как лабораторные, так и в составе транспортных средств. При этом другой не менее перспективный источник теплоты, такой как система охлаждения теплового двигателя, позволяющий дополнительно улучшить энергоэффективность ДВС, рассматривается гораздо реже.

В работах [6] и [7] представлено исследование термоэлектрического генератора, смонтированного в системе охлаждения двигателя внутреннего сгорания на место штатного радиатора охлаждения. ТЭГ представляет собой систему из двух видов охлаждения - жидкостного и воздушного и включает в свою конструкцию тепловые трубки. Горячая часть генератора имеет впускные и выпускные патрубки для циркуляции охлаждающей жидкости из системы охлаждения двигателя. Охлаждающие пластины и горячая часть генератора имеют многослойную структуру. Термоэлектрические модули смонтированы на обеих сторонах горячей части генератора. Чтобы увеличить эффективную площадь поверхности горячей стороны блока ТЭГ, в конструкции предусмотрен ряд перегородок.

На рисунке 2 представлены составляющие элементы термоэлектрического генератора, вид сбоку и внутренняя структура горячей стороны блока. Стрелки указывают направление течения охлаждающей жидкости ДВС.



а - составляющие элементы, б - вид сбоку.
Рис. 2 – Термоэлектрический генератор

Аналогичный подход к конструкции термоэлектрического радиатора отражен в патенте [8]. Конструкция представленного генератора, показанная на рисунке 3, отличается соединением высокотемпературного теплообменного аппарата, отводящего тепловую энергию от охлаждающей жидкости, и низкотемпературного теплообменного аппарата, рассеивающего тепловую энергию в набегающем потоке воздуха, с помощью тепловых трубок различной конфигурации.

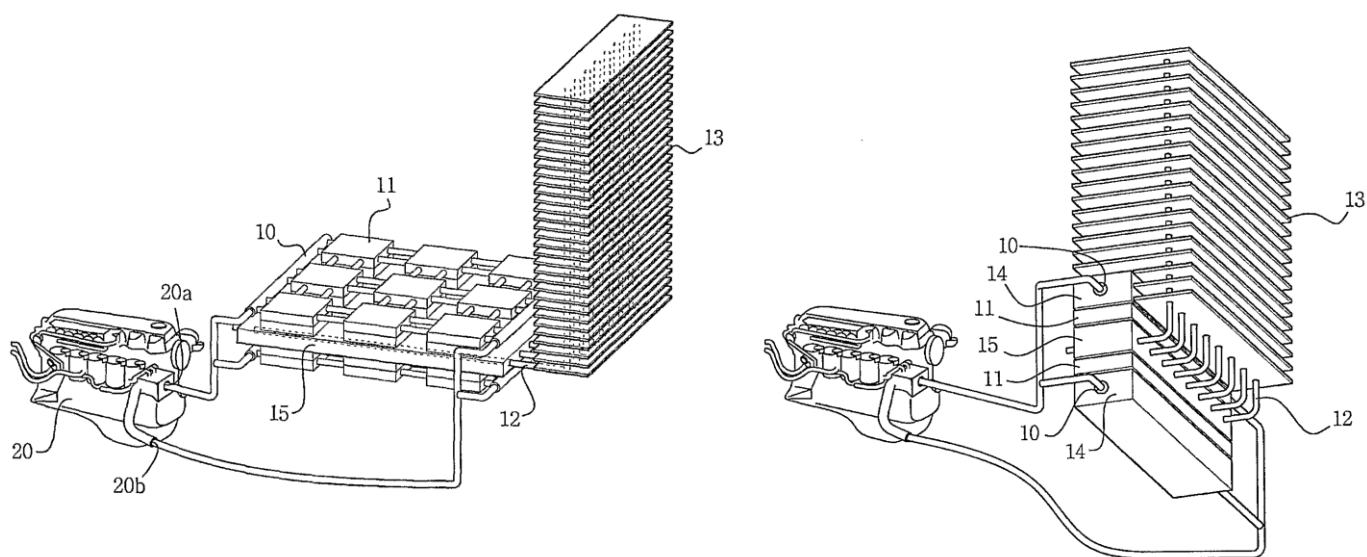


Рис. 3 – Конструкция термоэлектрического генератора с теплообменными трубками различных конфигураций

Рассмотренные варианты конструкции термоэлектрического радиатора обладают двумя существенными недостатками. Во-первых, наличие тепловых трубок значительно повышает себестоимость термоэлектрического радиатора и, во-вторых, что значительно ограничивает применимость данных конструкций в составе транспортных средств, оснащенных двигателями внутреннего сгорания, несовпадение габаритных и присоединительных размеров с аналогичными характеристиками штатных радиаторов.

Более целесообразным подходом в разработке конструкции, как с точки зрения снижения себестоимости готового изделия, так и упрощения последующего внедрения в транспортное средство, является сохранение габаритных и присоединительных размеров с изменением сердцевины радиатора. Это позволит использовать разработанный термоэлектрический радиатор в серийно выпускаемых транспортных средствах с сохранением компоновочной архитектуры подкапотного пространства.

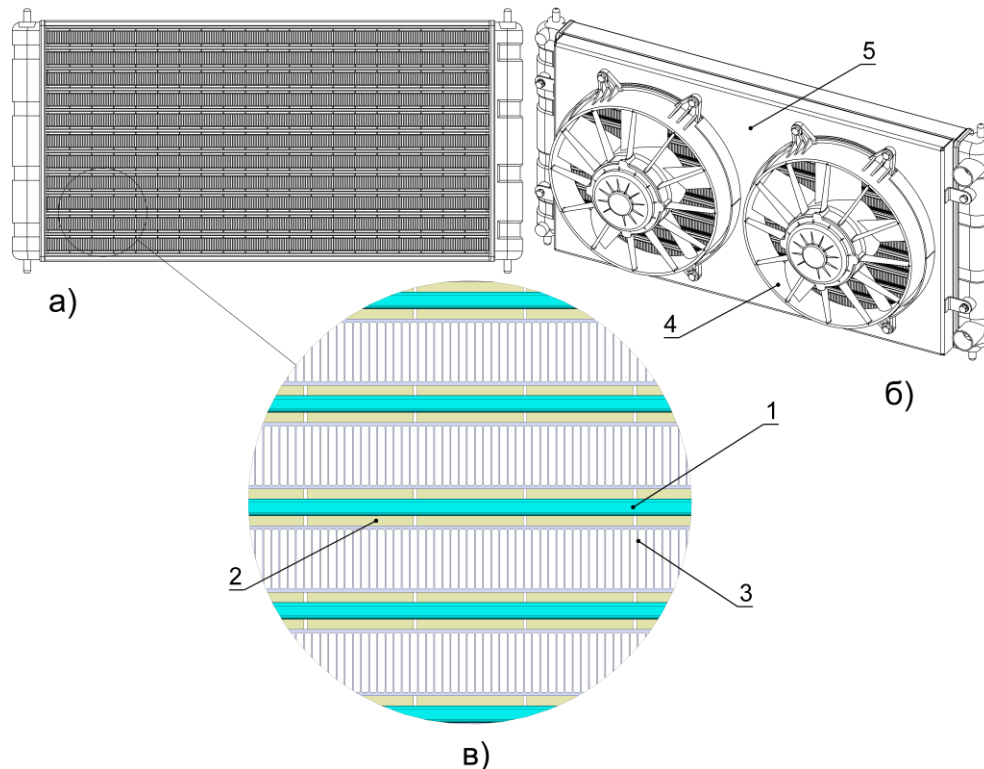
В данной работе в качестве прототипа был использован штатный радиатор 21230-1301012, технические характеристики которого приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики радиатора 21230-1301012

Модель радиатора	Теплоотдача при стандартных условиях, кВт ($T_{\text{вода}}=80^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{возд.}}=20^{\circ}\text{C}$)	Эффективные размеры сердцевины, мм	Масса, кг	Диаметр присоединительных патрубков, мм	Габаритные размеры, мм
21230-1301012	34,8	627x326x19	2,9	32,5	720x374x71

Безусловно, для обеспечения работы двигателя внутреннего сгорания, количество тепловой энергии, отбираемой термоэлектрическим радиатором от системы охлаждения должна быть не меньше, чем теплоотдача штатного радиатора, чему может, дополнительно, способствовать прямое преобразование части теплоты в электрическую энергию в термоэлектрических генераторных модулях.

На рисунке 4 показана конструкция термоэлектрического радиатора с габаритными и присоединительными размерами, не отличающимися от аналогичных параметров радиатора 21230-1301012.



а) – вид спереди; б) - изометрический вид; в) – увеличенный местный вид; 1 – плоская трубка; 2 – термоэлектрический генераторный модуль; 3 – ребра охлаждения; 4 - вентилятор; 5 – кожух вентиляторов.
Рис. 4 – Конструкция термоэлектрического радиатора

Основной функциональной частью термоэлектрического радиатора является термоэлектрический генераторный модуль. В термоэлектрических модулях происходит прямое преобразование тепловой энергии из системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания в электрическую. Охлаждающая жидкость проходит по плоским трубкам (1), с двух сторон которых расположены термоэлектрические генераторные модули (2), к холодным сторонам которых примыкают ребра охлаждения (3). Благодаря постоянному подводу теплоты от охлаждающей жидкости к горячим сторонам термоэлектрических генераторных модулей и одновременному отводу теплоты ребрами в окружающий воздух, возникает эффект Зеебека, позволяющий получить электрическую энергию, направляемую либо в бортовую сеть транспортного средства или аккумуляторную батарею.

Разрабатываемый термоэлектрический радиатор для замены штатных радиаторов в серийно выпускаемых автомобилях с целью утилизации части тепловой энергии, отводимой системой охлаждения двигателей внутреннего сгорания, должен обладать следующими характеристиками:

- значение теплоотдачи при стандартных условиях не менее чем у штатного радиатора, что необходимо для обеспечения заданного теплового режима работы двигателя внутреннего сгорания;
- габаритные и присоединительные размеры, полностью совпадающие со штатным радиатором, что позволит использовать его в серийно выпускаемых транспортных средствах с сохранением компоновочной архитектуры подкапотного пространства;
- значения аэродинамического сопротивления и гидравлического сопротивления, создаваемого в системе охлаждения, не более чем у штатного радиатора, что ограничивается производительностью вентилятора и жидкостного насоса;
- заправочный объем, равный аналогичному показателю штатного радиатора, для сохранения общего заправочного объема системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания на прежнем уровне.

Разработанный термоэлектрический радиатор предназначен для утилизации части тепловой энергии, отводимой системой охлаждения двигателя внутреннего сгорания, с получением электроэнергии. Внедрение в конструкцию транспортных средств, оснащенных двигателями внутреннего сгорания, разработанного термоэлектрического генератора позволит снизить потребление топлива и уменьшить отрицательное техногенное воздействие вредных выбросов с отработавшими газами на окружающую среду.

Литература

1. Bourhis, G., Leduc, P. Energy and exergy balances for modern diesel and gasoline engines. Oil & Gas Science and Technology. 2010. Rev. IFP, Vol. 65, No. 1 P. 39-46.
2. Khripach, N., Papkin, B. and Korotkov, V. Thermoelectric generators of motor vehicle powertrains, problems and prospects. Life Science Journal. 2014. 11(12) P.503-507.
3. Gregory P. Prior, GM global technology operations LLC. Internal combustion engine exhaust thermoelectric generator and methods of making and using the same // Патент США № 2013/0000285, 03.01.2013.
4. K. Shimoji, K. Suzuki, Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha. Thermoelectric generator for internal combustion engine // Патент США № 7687704, 30.03.2010.
5. Emitec Gesellschaft Für Emissionstechnologie MbH, Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft. Thermoelektrische Vorrichtung mit Rohrbündeln // Патент Германии № 102009033613, 20.01.2011.

6. Baatar, N., Kim, S. A thermoelectric generator replacing radiator for internal combustion engine vehicles. Telkomnika. 2011. Vol.9, No.3 P. 523-530.
7. Kim, S., Park, S., Kim, S. and Rhi, S.-H. A thermoelectric generator using engine coolant for light-duty internal combustion engine powered vehicles. Journal of electronic materials. 2011. Vol. 40, No. 5 P. 812-816.
8. Chungbuk National University Industry Academic Cooperation Foundation. Thermoelectric cooling and power-generating apparatus // Патент Кореи № 100986657, 04.10.2010.

References

1. Bourhis, G., Leduc, P. Energy and exergy balances for modern diesel and gasoline engines. Oil & Gas Science and Technology. 2010. Rev. IFP, Vol. 65, No. 1 P. 39-46.
2. Khrupach, N., Papkin, B. and Korotkov, V. Thermoelectric generators of motor vehicle powertrains, problems and prospects. Life Science Journal. 2014. 11(12) P.503-507.
3. Gregory P. Prior, GM global technology operations LLC. Internal combustion engine exhaust thermoelectric generator and methods of making and using the same // US patent № 2013/0000285, 03.01.2013.
4. K. Shimoji, K. Suzuki, Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha. Thermoelectric generator for internal combustion engine // US patent № 7687704, 30.03.2010.
5. Emitec Gesellschaft Für Emissionstechnologie Mbh, Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft. Thermoelektrische Vorrichtung mit Rohrbündeln // DE patent № 102009033613, 20.01.2011.
6. Baatar, N., Kim, S. A thermoelectric generator replacing radiator for internal combustion engine vehicles. Telkomnika. 2011. Vol.9, No.3 P. 523-530.
7. Kim, S., Park, S., Kim, S. and Rhi, S.-H. A thermoelectric generator using engine coolant for light-duty internal combustion engine powered vehicles. Journal of electronic materials. 2011. Vol. 40, No. 5 P. 812-816.
8. Chungbuk National University Industry Academic Cooperation Foundation. Thermoelectric cooling and power-generating apparatus // KR patent № 100986657, 04.10.2010.

Сайко А.С.

Аспирант, Университет ИТМО

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МИКРООПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ОСНОВАННЫЕ НА ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Аннотация

Проводимые исследования посвящены исследованию лазерных технологий изготовления массивов микролинз с использованием материалов, обеспечивающих применение элементов и устройств, базирующихся на данных элементах, в мощных лазерных пучках.

Ключевые слова: микролинзовые растры, лазерная микрообработка, взаимодействие лазерного излучения с веществом.

Sayko A.S.

Postgraduate student, ITMO University

PRODUCTION TECHNOLOGIES MICROOPTICS ELEMENTS BASED ON LASER EXPOSURE.

Abstract

Considered research are devoted to the study of laser technology manufacturing microlens arrays using materials providing application components and devices based on these elements in the high-power laser beams.

Keywords: microlens arrays, laser microprocessing, laser-matter interaction.

С учетом тенденций, сложившихся в настоящее время, главными вопросами в производстве микрооптических элементов является минимизация размеров элементов и устройств в целом, изготовление элементов, выдерживающих мощные световые пучки, а также повторяемость и качество формируемых оптических поверхностей [1]. С учетом этих условий возникает потребность в разработке новых и усовершенствовании имеющихся технологий изготовления микрооптических элементов. Решение данной задачи становится возможным благодаря использованию современных лазерных систем и специальных материалов.

Для решения подобных проблем необходимо изучение новых подходов к производству различных оптических элементов, имеющих определенную микроструктуру. Такими элементами являются микролинзы, микролинзовые растры, фазовые решетки и др.

Технологии создания микрооптических элементов можно условно разделить на механические, химические, фотохимические и лазерные. К первым относятся способы получения поверхностного микрорельефа с помощью операций фрезерования, шлифовки и полировки оптической заготовки. Также, к механическому методу можно отнести обработку металлической формы для дальнейшего формирования структуры с использованием операций штамповки или литья, что благоприятно для мелкосерийного производства. Главными недостатками механического метода являются низкая разрешающая способность инструмента и возникновение дефектов на поверхности в процессе обработки. Химический способ получения микрооптических элементов основан на применении процессов травления поверхности оптических материалов. Реализация процесса селективного травления накладывает определенные ограничения на размеры и однородность поверхностной структуры. Соединение этого способа с фотографическим процессом составляет содержание фотохимического способа, который основан на фоточувствительности некоторых органических соединений, что позволяет получать регулярный микрорельеф путем нанесения специальной фоточувствительной пленки с последующей обработкой светом через фотошаблон. Существует ограниченное количество материалов, применяемых при фотохимическом методе, большинство из них

неприменимо для использования в мощных световых пучках, поскольку обладают невысокими механическими свойствами.

С учетом приведенного краткого анализа методик формирования микрорельефа на оптических материалах, можно сделать вывод о том, что главными вопросами в производстве микрооптических элементов является минимизация размеров, а также изготовление образцов, выдерживающих мощные световые пучки, а также повторяемость и качество формируемых оптических поверхностей. С учетом этих условий возникает потребность в разработке новых и усовершенствовании имеющихся технологий изготовления микрооптических элементов.

Использование лазерных технологий имеет важные преимущества перед другими методами формирования оптических регулярных микроструктур, связанные с локальностью, бесконтактностью воздействия, а также с возможностью варьирования энергетических параметров воздействия и геометрических характеристик получаемых образцов. Кроме того, универсальность лазера как инструмента для микрообработки позволяет создавать структуры различных конфигураций и размеров.

Прецизионным инструментом, который возможно использовать для обработки многих оптических материалов, является CO₂ лазер, поскольку его излучение хорошо поглощается большинством материалов, применяющихся в микрооптике.

Рассмотрим технологии изготовления микролинзовых растров, основанные на применении излучения CO₂ лазера:

1. Испарительно-абляционные процессы с использованием кварцевого стекла[2].

Получение регулярного микрорельефа возможно методом локального удаления определенного объема материала путем его быстрого и высокоэнергетического разогрева до температуры испарения. Этот процесс успешен для оптических материалов с малым коэффициентом теплового расширения, таких как плавленый кварц. Процессом локального разрушения можно управлять, главным образом, изменением плотности мощности лазерного излучения и временем воздействия его на материалы, а также состоянием поверхности материала, поскольку его поглощательная способность зависит от многих параметров образца.

2. Лазерно-индуцированная денсификация микропористого стекла[3].

Денсификация (спекание) микропористых стекол заключается в локальном нагревании стекла для размягчения его каркаса. При этом начинается вязкое течение размягченного материала. Денсификация происходит, когда вязкость каркаса микропористого стекла на его поверхности уменьшается в процессе нагревания настолько, что давление поверхностного натяжения в поре будет ее захлопывать. При продолжении воздействия в глубине стекла фронт спекания продвигается вглубь. Это сопровождается изменением плотности материала и показателя преломления. В результате лазерного воздействия на поверхность микропористого стекла излучением с распределением интенсивности по сечению, близкому к гауссову, образуется уплотненная область с измененным показателем преломления, профиль которой близок к сферическому. Затем, необходимо произвести шлифовку, полировку и отжиг образца.

3. Аморфизация стеклокерамических материалов.

Локальная фазово-структурная модификация стеклокерамических материалов осуществима только при использовании лазерного излучения[4]. Эта технология заключается в нагреве локальной области стеклокерамики до температуры плавления, при этом происходит исчезновение упорядоченных связей между атомами, и эта область переходит в аморфное состояние. При прекращении лазерного воздействия модифицированная область стеклокерамики охлаждается настолько быстро, что атомы не успевают перегруппироваться в упорядоченную структуру, и образец остается в аморфном состоянии. Аморфная структура обладает меньшей удельной плотностью по сравнению с кристаллической структурой, поэтому модифицированный объем материала увеличивается. Линзообразная форма на поверхности образуется за счет влияния сил поверхностного натяжения. При последовательном воздействии на материал лазерным излучением с определенной длительностью воздействия и плотностью мощности становится возможным формирование регулярных микроструктур.

Сравнительный анализ рассмотренных технологий позволяет судить о приоритете исследования испарительно-абляционных процессов с использованием кварцевого стекла.

Литература

1. Optimizing Laser Beam Profiles using Micro-lens Arrays for Efficient Material Processing: Applications to Solar Cells./ D. Hauschild1. – Dortmund: LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH, 2009.
2. Changhwan Kim, Ik-Bu Sohn. Fabrication of a fused silica based mold for the microlenticular lens array using a femtosecond laser and a CO₂ laser. // Optical Materials Express Vol. 4, Issue 11, 2014 - pp. 2233-2240.
3. Интернет-энциклопедия «Wikipedia».[Электронный ресурс]. Статья «Пористое стекло». — Адрес страницы в Internet: http://ru.wikipedia.org/wiki/Пористое_стекло. Последнее изменение страницы: 6.12.2012.
4. Вейко В. П. Структурно-фазовая модификация стеклокерамических материалов под действием излучения CO₂-лазера./ В. П. Вейко, Г. К. Костюк, Н. В. Никоноров, Е. Б. Яковлев// Изв. АН СССР. Сер. физ. . – 15/02/2008 . – Т. 72, №2 . – 184-188 с.

References

1. Optimizing Laser Beam Profiles using Micro-lens Arrays for Efficient Material Processing: Applications to Solar Cells./ D. Hauschild1. – Dortmund: LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH, 2009.
2. Changhwan Kim, Ik-Bu Sohn. Fabrication of a fused silica based mold for the microlenticular lens array using a femtosecond laser and a CO₂ laser. // Optical Materials Express Vol. 4, Issue 11, 2014 - pp. 2233-2240.
3. Internet-enciclopedia «Wikipedia».[Electronniy resurs]. Stat'ya «Poristoe steklo». — Adres stranicy v Internet: http://ru.wikipedia.org/wiki/Пористое_стекло. Poslednee izmenenie: 6.12.2012.
4. Veiko V.P. Structurno-fazovaya modifikaciya steklokeramicheskikh materialov pod deistviem CO₂-lazera./ V.P. Вейко, G. K. Kostuk, N. V. Niconorov, E. B. Yakovlev// Izv. AN SSSR. Ser. fiz. . – 15/02/2008 . – T. 72, №2 . – 184-188 s.

Санчес Россель Хосе Агустин

Аспирант,

Институт компьютерных технологий и информационной безопасности

ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет»

**АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА ШИФРОВАНИЯ РОССИИ ГОСТ 28147-89 С ЦЕЛЮ
ЕГО ИНТЕГРАЦИИ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ БОЛИВАРИАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ ВЕНЕСУЭЛА**

Аннотация

В статье рассмотрен алгоритм криптографических преобразований ГОСТ 28147-89, используемый в настоящий момент в Российской Федерации, который регламентирует ряд действий шифрования, а так же построенного на смежных принципах алгоритма выработки имитовставки. Проанализирована возможность его интеграции в инфокоммуникационные структуры Боливарианской Республики Венесуэла.

Ключевые слова: алгоритм криптографической защиты, имитовставка, блочные шифры, симметричное шифрование, ГОСТ 28147-89.

Sanchez Rossel Jose Agustin

Postgraduate student,

FSBEI HPE «Southern Federal University»

**ANALYSIS OF PUBLIC ENCRYPTION STANDARD RUSSIAN GOST 28147-89 WITH A VIEW TO ITS
INTEGRATION IN INFORMATION AND COMMUNICATION PATTERNS
OF THE BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA**

Abstract

The article describes the cryptographic algorithm GOST 28147-89, currently in use in the Russian Federation, which regulates a number of actions encryption and built on related principles of the algorithm generate interpretation. Analyzed the possibility of its integration in information and communication patterns of the Bolivarian Republic of Venezuela.

Keywords: cryptographic algorithm for the protection, interpretation, block ciphers, symmetric encryption, GOST 28147-89.

Security of information and communication structures in the moment is one of the most important tasks of any state, along with the country's defense, health, economy and education.

Information security is organized with the help of cryptographic systems, i.e. using sets of cryptographic transformations or algorithms designed to operate in a single technological chain with the purpose of solving a specific task of protection of the information process. Their implementation uses cryptographic functions, which include: a key generators, encryption functions, pseudorandom generators, calculation and verification of the code values of the authenticity of the message and the digital signature, the value computation of the hash function and others. The present article is devoted to the analysis of cryptographic algorithms GOST 28147-89 (hereinafter simply GOST).

Description of the algorithm GOST

GOST refers to the standard symmetric encryption used in the Russian Federation since 1990 This standard describes a number of actions encryption and built on related principles of the algorithm generate interpretation (fig. 1) [1].

Authentication code is a segment of fixed length information obtained by a specific rule of open data and key and added to the encrypted data to ensure the protection of the encrypted communication system from imposing false data (prevention of false data entry).

The symmetric encryption has the following requirements:

- the lack of linearity (i.e. $f(a) \oplus f(b) = f(a \oplus b)$, otherwise facilitates the application of differential cryptanalysis of the cipher);

- complete loss of all statistical laws of original message (cipher must have the "avalanche effect").

The algorithm GOST is a data encryption 64-bit blocks using a key consisting of 256 bits. In the process of encryption takes place 32 round of transformation (Fig. 2):

1. One of the sub-blocks of data of 32-bit size is summed with the value of the 32-bit key encryption round K_i (by $\lfloor 232 \rfloor$).
2. The result is broken into eight 4-bit parts, which at the same time pass through eight of substitution tables S_1, \dots, S_8 .
3. Parts again after the substitutions are combined into a 32-bit subunit. Then the value of subunit cyclically shifted by 11 bits.

4. Next, after the operations described above, the subunit is superimposed on the raw by using the bitwise logical "exclusive or" (XOR).

5. Ultimately, the subunits are swapped.

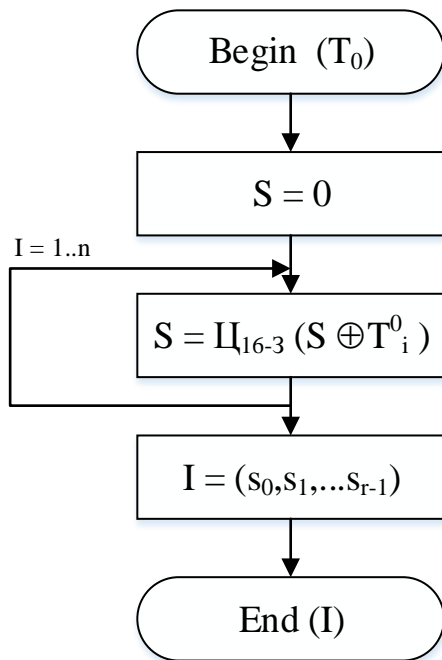


Fig. 1 – The algorithm of generation interpretation for data array

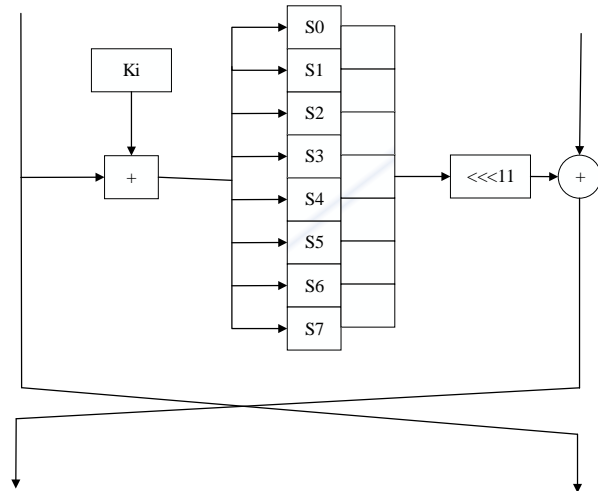


Fig. 2 – Round algorithm GOST 28147-89

Unlike most of the encryption algorithms GOST can use any variations of the blocks, as it has no fixed block replacement.

Classical block ciphers, including GOST, built on the principle of zero, that is, the secrecy of the key determines the secrecy of encrypted messages, so the resistance of such codes depends on the size of the used key. In the Guest uses 256-bit key and volume key space is 2^{256} . Secret 256-bit encryption key is represented as a sequence of eight 32-bit words (K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8). One of these eight words in each round of encryption is used as round key. Round key is defined as follows: 1 through 24 rounds are used sequentially K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K1, K2, etc., and from 25 to 32 rounds: K8, K7, K6, K5, K4, K3, K2, K1.

As we can see from the description, the algorithm GOST is quite simple to implement. In addition to the advantages of GOST can be attributed:

- the futility of force exhaustive search attack;
- efficient implementation on modern computers;
- protection against the imposition of false data (generation of the authentication code) and the same encryption round in all four algorithms GOST.

The disadvantage of GOST is the incompleteness of the standard in question generate keys and replacement tables. A trivial way to prove the existence of weak keys and replacement tables, but the standard does not include information about selection criteria and screening "weak".

Cryptanalysis of the algorithm

Today, you can find only a small number of works devoted to the analysis of cryptographic strength of the algorithm GOST, unlike encryption standards DES and AES.

One of the first public works, which was the analysis of the algorithm [2], shows that ponoramnoy algorithm GOST 28147-89 can be opened using differential cryptanalysis, related, but only in the case of weak replacement tables. In studies L. K. Babenko and E. A. Ishukova is an algorithm of searching for weak units [3, 4]. Application of this algorithm makes it easy to detect a large number of weakened replacement blocks, which can significantly weaken the resistance of the used encryption algorithm. Thus, the use of strong replacement tables found this algorithm for doing such an attack completely impractical.

In [5] is performed cryptanalysis modifications of the algorithm GOST 28147-89 (GOST-H and GOSTÅ). The analysis shows that the algorithms GOST-H and GOSTÅ weaker than the classical algorithm GOST 28147-89, since both classes have weak keys.

Below is information about all the known results strictly described attacks on GOST 28147-89 (table 1).

Table

Attack name	Complexity	Memory	The required material
Isobe	2^{224}	2^{64}	2^{32}
Dinur-Danckelmann-Shamir, FP, 2DMitM	2^{192}	2^{36}	2^{64}
Dinur-Danckelmann-Shamir, FP, low-memory	2^{204}	2^{19}	2^{64}
Dinur-Danckelmann-Shamir, Reflection, 2DMitM	2^{224}	2^{36}	2^{32}
Dinur-Danckelmann-Shamir, Reflection, 2DMitM	2^{236}	2^{19}	2^{32}
Full search	2^{256}	1	4

As can be seen from the data, while meeting current operational requirements, none of the proposed methods of

cryptanalysis of GOST 28147-89 is not possible to determine the key with lesser complexity of exhaustive search.

The above mentioned studies and several other studies [6-7] allow to conclude that a sufficiently high strength of Russian algorithm cryptographic protection.

Conclusions

Analysis of public encryption standard, Russian GOST 28147-89 shows that, regardless of age (as the state standard it is registered in 1989), algorithms GOST easy to use, still have considerable cryptographic strength and high efficiency.

Thus, to improve the effectiveness of information security of the Bolivarian Republic of Venezuela, it seems appropriate to integrate the algorithms GOST in information and communication structures of the state.

References

1. GOST 28147-89 System of information processing. The cryptographic protection. Cryptographic transformation algorithm – M.: Gosstandart of the USSR, 1989.
2. Kelsey J., Schneier B., Wagner D. Key-Schedule Cryptanalysis of IDEA, G-DES, GOST, SAFER, and Triple-DES. // <http://www.schneier.com> – 1996.
3. Babenko L.K., Ishukova E.A. The analysis of the algorithm GOST 28147-89: the search for weak units // News SFU. Technical science. Thematic issue on "Information security". – Taganrog: Изд-во ТТИ ЮФУ. – 2014. – № 2(151) – С. 148–157.
4. Babenko L.K., Ishukova E.A. Использование слабых блоков замены для линейного криптоанализа блочных шифров // News SFU. Technical science. Thematic issue on "Information security". – Taganrog: Изд-во ТТИ ЮФУ. – 2014. – № 2(151). – С. 136–147.
5. Oreku G.S., Li J., Pazynyuk T., Mtenzi F.J. Modified S-box to Archive Accelerated GOST. // <http://paper.ijcsns.org> – International Journal of Computer Science and Network Security, VOL. 7 No. 6, June 2007.
6. Schneier B. Applied cryptography. Protocols, algorithms, and source code in C language. – trans. from eng.: M.: Publisher ТРИУМФ, 2002 – 816 с.
7. Rostovtsev, A. G., Makhovenko E. B., Phillipov A. C., A. Chechulin, A. On the strength of GOST 28147-89. // <http://www.ssl.stu.neva.ru>– СПбГПУ.
8. Oreku G.S., Li J., Pazynyuk T., Mtenzi F.J. Modified S-box to Archive Accelerated GOST. // <http://paper.ijcsns.org> – International Journal of Computer Science and Network Security, VOL. 7 No. 6, June 2007

Сницарь М.А.¹, Самедов А.М.²

¹Аспирант, ²доктор технических наук, профессор,

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

РАСЧЕТ БАЛКИ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ ТЕПЛОТРАССЫ ПРИ ИМПУЛЬСНО-СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ В УПРУГОЙ СТАДИИ

Аннотация

Рассмотрено проблемы расчета балки подземного сооружения теплотрассы при совместном действии импульсных и статических нагрузок в упругой стадии работы. Составлены и решены дифференциальные уравнения движения (перемещения) балки при совместном действии динамических и статических нагрузок. Определены максимальные изгибающие моменты M_{max} и прогибы Y_{max} при различных видах закрепления концов балки.

Ключевые слова: импульсно-статические нагрузки, упругая стадия работы, жесткость балки, коэффициент динамичности.

Snitsar M.A.¹, Samedov A.M.²

¹Postgraduate student, ²PhD in Engineering, professor,

National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute»

CALCULATION OF BEAMS UNDERGROUND INSTALLATIONS OF HEATING MAINS UNDER PULSED-LOAD STATIC ELASTIC STAGE

Abstract

The problem of calculating the underground structure of a heating beam under the joint action of pulsed and static loads in the elastic stage of the work. We formulated and solved the differential equation of motion (movement) of the beam under the combined action of dynamic and static loads. Determine the maximum bending moments M_{max} and deflections Y_{max} for different types of fixing the ends of the beam.

Keywords: pulse-static load, the elastic stage of operation, the stiffness of the beam, the dynamic factor.

В инженерной практике часто применяются конструкции подземных сооружений в виде шарнирно-опертой балки нагруженной мгновенно-импульсной нагрузкой $P(t)$, и равномерно распределенной статической нагрузкой q от веса вышележащего грунтового слоя, собственного веса самой балки, плиты перекрытия и конструкции автодорожного покрытия.

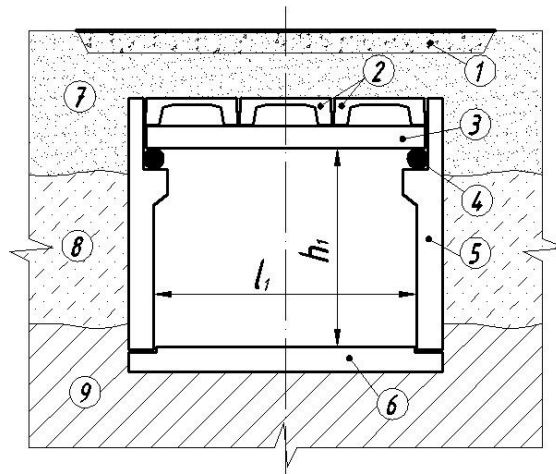


Рис. 1 – Общий вид подземного сооружения с шарнирно-опертой балкой и автодорога: 1 – асфальтобетонное покрытие дороги; 2 – ребристые плиты перекрытия; 3 – железобетонная балка; 4 – шарнирные катки; 5 – стенки сооружения; 6 – днище сооружения; 7 – грунт из пылеватых песков; 8 – грунт из супеси; 9 – грунт из твердой глины

Рассмотрим данную конструкцию, работающую в упругой стадии на действие кратковременных динамических нагрузок с одной степенью свободы путем задания формы колебаний, совпадающей со статической формой перемещения конструкции под действием рассматриваемой нагрузки.

Движение конструкции шарнирно-опертой балки под действием динамической нагрузкой $P(t)$ может быть описано дифференциальным уравнением:

$$A(w) + m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = p(t) F_1(D), \quad (1)$$

где $A(w)$ – дифференциальный оператор перемещения, в который входят производные только по пространственным координатам; $W(D, t)$ – перемещение произвольной точки D на поверхности конструкции балки во времени t ; $p(t) = pf(t)$ – параметр максимальной мгновенной импульсной нагрузки на 1 пог.м. балки; – функция, характеризующая изменение нагрузки по поверхности конструкции балки и функция, соответствующая данному моменту времени; m – вес конструкции.

Динамическое перемещение конструкции шарнирно-опертой балки от импульсной нагрузки можно представить в виде:

$$W(D, t) = pf(D)\psi(t), \quad (2)$$

где $f(D)$ – функция прогиба балки, описывающая перемещения конструкции балки от действия статической нагрузки q .

Функцию $f_1(D)$ можно определить путем решения дифференциального уравнения следующего вида:

$$A(F) = f_1(D),$$

которое удовлетворяет граничным условиям на контуре конструкции балки, зависящим от вида контурных закреплений.

Функцию динамичности передачи импульсной нагрузки и волны сжатия $\psi(t)$ можно описать изменением во времени перемещения конструкции балки, как следствие усилий, возникающих в балке, по методу Бубнова-Галеркина с помощью уравнения для функции $\psi(t)$ в виде колебаний:

$$\ddot{\psi} + \omega^2 \psi(t) = \omega^2 f(t), \quad (3)$$

где ω – круговая частота собственных колебаний конструкции, соответствующая принятой форме колебаний, совпадающей с формой прогиба от заданной статической нагрузки q при интенсивности $f_1(D)$, в точках перемещения D на поверхности балки.

Значение ω определяется из зависимости функции $\varphi_1(D)f(D)$ и точки D к массе $mf_2(D)$ и перемещения точки D в следующем виде:

$$\omega = \frac{\int f_1(D)f(D)dD}{m \int f^2(D)dD}. \quad (4)$$

Определив функцию $\psi(t)$ из уравнения (3) находим перемещение конструкции балки на поверхности точки D , в виде $W(D, t)$ в любой момент времени t по (2), а усилия в ней вычисляем по статистическим нагрузкам q на основе уже известных перемещений.

При расчетах значение круговой частоты ω можно не вычислять по (4), а принимать равным круговой частоте собственных колебаний конструкции балки, соответствующей той форме колебаний, которая наиболее близка к форме перемещений конструкции со статистической нагрузкой $q = q_1 + q_2 + q_{cp}$ от интенсивности $f_1(D)$. Если при расчете конструкции балки, аналитическое выражение для формы перемещения от статической нагрузки q очень

громоздко или не находятся в замкнутом виде, динамические усилия и перемещения можно определить умножением соответствующих им статических значений, принимаемых по литературным или справочным данным, на функцию динамичности $\psi(t)$. Эти статические значения можно найти от действия статической нагрузки q , распределенной по поверхности конструкции балки аналогично динамической и равной ее максимальной величине. Наибольшее значение функции динамичности называется коэффициентом динамичности. Он не является постоянной величиной и зависит от вида нагрузки и динамических свойств (массы и жесткости) балки.

Если динамические нагрузки от транспорта условно принимать мгновенно-импульсного типа, как приведено на рис. 2, в виде изменения во времени, тогда решение данной задачи будет несколько облегчено.

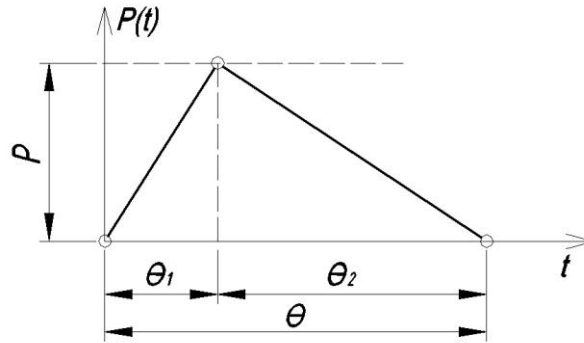


Рис. 2 – Закон изменения динамической нагрузки во времени, в виде условно принятого мгновенно-импульсного типа

При относительно большом времени нарастания нагрузки $P(t)$, когда $\omega(\theta_1) \geq 20$, действие динамической нагрузки $P(t)$ на сооружение можно принимать таким, что практически эквивалентно статической нагрузке интенсивностью p . Например, временную динамическую нагрузку от грузового автотранспорта, условно можно принимать эквивалентной к статической нагрузке, т.е. $p(t) = p$.

Функции динамичности и коэффициенты динамичности для таких нагрузок можно выразить в следующем виде:

$$p(t) = \begin{cases} p \frac{t}{\theta_1}, & \theta \leq t \leq \theta_1; \\ p(1 - \frac{t - \theta_1}{\theta_2}), & \theta_1 \leq t \leq \theta_1 + \theta_2 = \theta; \\ 0, & t < \theta. \end{cases} \quad (5)$$

$$p(t) = \begin{cases} \frac{t}{\theta_1} - \frac{\sin \omega t}{\omega \theta_1}, & 0 \leq t \leq \theta_1; \\ 1 - \frac{t - \theta_1}{2} + (\frac{1}{\omega \theta_1} + \frac{1}{\omega \theta_2}) \sin \omega(t - \theta_1) - \frac{\sin \omega t}{\omega \theta_1}, & \theta_1 \leq t \leq \theta; \\ c_1 \cos \omega(t - \theta) + c_2 \sin \omega(t - \theta), & t > \theta, \end{cases} \quad (6)$$

$$\text{где } c_1 = (\frac{1}{\omega \theta_1} + \frac{1}{\omega \theta_2}) \sin \omega \theta_2 - \frac{\sin \omega \theta}{\omega \theta_1}; \quad c_2 = -\frac{1}{\omega \theta_2} + (\frac{1}{\omega \theta_1} + \frac{1}{\omega \theta_2}) \cos \omega \theta_2 - \frac{\cos \omega \theta}{\omega \theta_1}.$$

Коэффициент динамичности k_d при $\omega \theta_2 > 200$ следует вычислить как величину достигающую максимальной функции по следующей формуле:

$$k_d = 1 + \frac{2 \left| \sin \frac{\omega \theta_1}{2} \right|}{\omega \theta_1}, \quad \text{при } \omega \theta_2 > 200, \quad (7)$$

$$\text{а при } \omega \theta_2 < 200: k_d = 1 + \frac{t - \theta_1}{2} + (\frac{1}{\omega \theta_1} + \frac{1}{\omega \theta_2}) \sin \omega(t - \theta_1) - \frac{\sin \omega t}{\omega \theta_1}, \quad \text{при } \omega \theta_2 < 200. \quad (8)$$

Значение k_d для нагрузок вида показанного на рис. 2 можно определить также по графикам, приведенным на рис. 3.

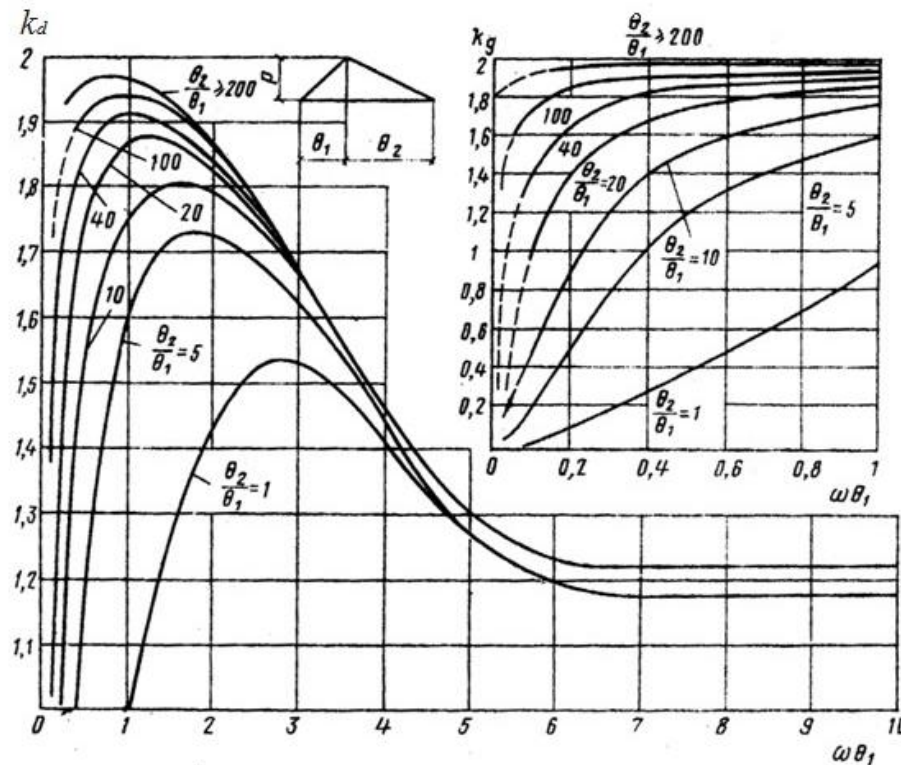


Рис. 3 – Коэффициенты динамичности, при расчете конструкции балки подземных сооружений, в упругой стадии для динамической нагрузки с нарастанием во времени.

Вычисления прогибов и изгибающих моментов в однопролетных балках, нагруженных равномерно распределенной статической q и динамической p нагрузками с учетом коэффициента динамичности k_d можно выполнить следующими формулами:

$$M_{\max} = M_p k_d + M_q; Y_{\max} = Y_p k_d + Y_q, \quad (9)$$

где M_p , Y_p – изгибающий момент и прогиб балки от действия статической q и динамической p нагрузок; M_q , Y_q – изгибающий момент и прогиб от действия статической нагрузки q , определенные методами теории железобетонных конструкций.

Таким образом, зная защемленности балок можно вычислить величины максимальных изгибающих моментов и прогибов балки, как в опорной части, так и в пролете при различных значениях изменения динамической нагрузки во времени θ_1 и θ_2 .

При расчетах изменения нагрузки можно принимать постоянными во времени $t \geq \theta_2$, $\omega\theta_2 \geq 50$ при расчете конструкции в упругой стадии нагружения и $\omega\theta_2 \geq 300$ при расчете в пластической стадии нагружения.

Балка подземных сооружений при действии импульсно-статических нагрузок работает в упругой и упругопластической стадии. Конструкция является наиболее долговечной, когда расчет производится в упругой стадии работы. Из всех элементов подземных сооружений при динамических нагрузках самым опасным является балка, которая может быть закреплена к конструкциями стенок шарнирными, жесткими, шарнирно-защемленными соединениями. В зависимости от вида закрепления величины изгибающих моментов и прогибов балки имеют разные значения.

Литература

1. Лужин О.В. Динамический расчет сооружений на специальные воздействия / О.В.Лужин, Н.Н. Попов, Б.С. Расторгуев. - М.: Стройиздат, 1981. – 215с.
2. Попов Н.Н. Динамический расчет железобетонных конструкций / Н.Н. Попов, Б.С. Расторгуев. – М.: Стройиздат, 1974. – 207 с.
3. Самедов А.М. Расчет и проектирование подземных сооружений мелкого заложения. – Киев, НТУУ "КПИ", 2013. – 851 с.

References

1. Luzhin O.V. Dinamicheskij raschet sooruzhenij na special'nye vozdejstvija / O.V.Luzhin, N.N. Popov, B.S. Rastorguev. – M.: Strojizdat, 1981. – 215s.
2. Popov N.N. Dinamicheskij raschet zhelezobetonnyh konstrukcij / N.N. Popov, B.S. Rastorguev. – M.: Strojizdat, 1974. – 207 s.
3. Samedov A.M. Raschet i proektirovanie podzemnyh sooruzhenij melkogo zalozhenija. – Kiev, NTUU "KPI", 2013. – 851 s.

Соколова Д.Ю.

Старший преподаватель кафедры информатики,

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ WEB 2.0 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ LMS MOODLE

Аннотация

В этой статье рассматривается такой аспект информатизации управления вузом, как система управления обучением. Также рассматривается взаимодействие LMS Moodle и сервисов Web 2.0 для повышения эффективности деятельности вуза.

Ключевые слова: информатизация, образование, web 2.0, moodle, система управления обучением.

Sokolova D.Y.

Senior lecturer in computer science, St. Petersburg State University of Economics

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE METAL DETERGENT PRODUCTION PROJECT

Abstract

This article discusses the aspect of Informatization of University management, system management training. Also considers the interaction of LMS Moodle and Web 2.0 services to enhance the performance of the University.

Keywords: Informatics, education, web 2.0, moodle, learning management system.

Современное развитие информационных технологий, компьютерной техники и коммуникаций находит свое отражение во всех сферах деятельности человека. Работая с различными видами информации, общество становится менее индустриальным и более информационным, стараясь создать глобальное коллективное знание.

Нынешнее поколение людей, родилось и росло в эпоху интернета, соответственно глобальная сеть стала для них средой обитания. Именно они становятся современными студентами. Сами того не подозревая, они практически круглосуточно используют технологии web 2.0, так как создают посты в блогах, читают и комментируют, просматривают видеоролики в YouTube, выкладывают фотографии, используют форумы, чаты и социальные сети для общения и многое другое. Пользователи перестают быть пассивными читателями, а становятся создателями контента, а интернет не только канал доступа к ресурсу, но и площадка для создания собственного ресурса. В основе Web 2.0 преумножаются знания при помощи взаимодействия пользователей. Кроме вышеперечисленного принципами этой технологии являются:

- Интерактивность, использование программных приложений с помощью веб-браузера по интернету, т.е. веб выступает как платформа.
- Синдикация (mash-up) и использование новых веб-технологий, таких как:
 - Mash-up, веб-приложение, которое объединяет информацию из нескольких источников, в один интегрированный инструмент,
 - технология AJAX, при которой нет необходимости перезагружать всю страницу для изменения какой-либо ее части,
 - RSS-ленты, кратко отражают новую информацию на сайте со ссылкой на полную версию,
 - теги, для более быстрого поиска;
 - Вики, совместное создание информации;
 - Блоги, сетевые дневники, которые постоянно пополняются записями, предоставляющие возможность ознакомления с публичным материалом многими пользователями одновременно и их комментариями;
 - Совместное создание и редактирование документов;
 - Мультимедийные системы распространения информации, Youtube и прочие;
 - Вебинары, онлайн телекоммуникативный инструмент, который позволяет охватить достаточно большую аудиторию, построен на принципе взаимодействия.
- Социализация, коллективный интеллект.

Термин Web 2.0 как «методику проектирования систем, которая путем учета сетевых взаимодействий становится тем лучше, чем больше людей ей пользуются» ввел Тим О'Рейли, опубликовав в своей статье «What Is Web 2.0» в сентябре 2005 года.¹ Технология Web 2.0 позволяет оптимизировать коммуникацию со слушателями и направлять их к нужным материалам. В системе высшего образования формируется требование к непрерывности процесса обучения, соответственно применение такой технологии дает возможность привлекать студентов не только как потребителей, но и как создателей образовательного контента, путем обмена информацией и опытом. Формируется качественная образовательная среда, в которой можно задавать вопросы не только своему преподавателю, а еще и другим специалистам в нужной области.[4]

В СПбГЭУ используется система управления процессом обучения LMS Moodle, веб-приложение, которое дает возможность создавать и управлять образовательными сайтами для распространения учебных онлайн материалов при обеспечении совместного доступа, создается информационно-образовательная среда [2]. Элементами и характеристиками такой среды являются:

- интерактивное обучение,
- самообучаемость студента,
- конфиденциальность,
- образовательные траектории выстраиваются индивидуально,
- справочная система постоянно активна,
- модульная система обучения,

¹ <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>

- изученный материал многократно повторяется,
- представление информации в различных форматах.

Преподаватель, являясь администратором своего курса, может зачислять и отчислять с курса, кроме того присваивает роли слушателям, от распределения которых зависит участие в наполнении курса. [5] Акцент в Moodle базируется на концепции социального конструктивизма, взаимодействие преподавателя и студента в процессе поиска новой информации. Каждый участник системы имеет возможность редактировать свои учетные записи, фотографии, личные данные, обмениваться сообщениями, настроить E-mail рассылку. Таким образом, Moodle может выступать своеобразной студенческой корпоративной социальной сетью.

Реализация технологий Web 2.0 в LMS Moodle представлена такими элементами курса как вики, форум, чат. Вики – веб-сайт, структуру и наполнение которого, пользователи изменяют, используя предоставленные инструменты. Преподаватель настраивает режим совместной вики, соответственно в системе студент получает возможность редактировать информацию, а также добавлять иллюстрации и прочие файлы. Форумы создаются в системе в нескольких режимах: простое обсуждение, стандартный форум для общих обсуждений, форум вопрос ответ, каждый открывает свою тему. Каждая из этих настроек регулирует формы обсуждения. Добавление чата позволяет, согласовав время, удобное для всех участников, организовать общение в режиме реального времени. Своевременно ответить на актуальные, интересующие студентов вопросы. Эти технологии реализованы автором в курсе «информатика», преподаваемый в СПбГЭУ для студентов первого курса направления подготовки «экономика». На рисунке 1 представлены шаги создания вики страницы 1-3, общий вид форума и окно создания индивидуальной темы 4-5, и окно входа в чат 6.

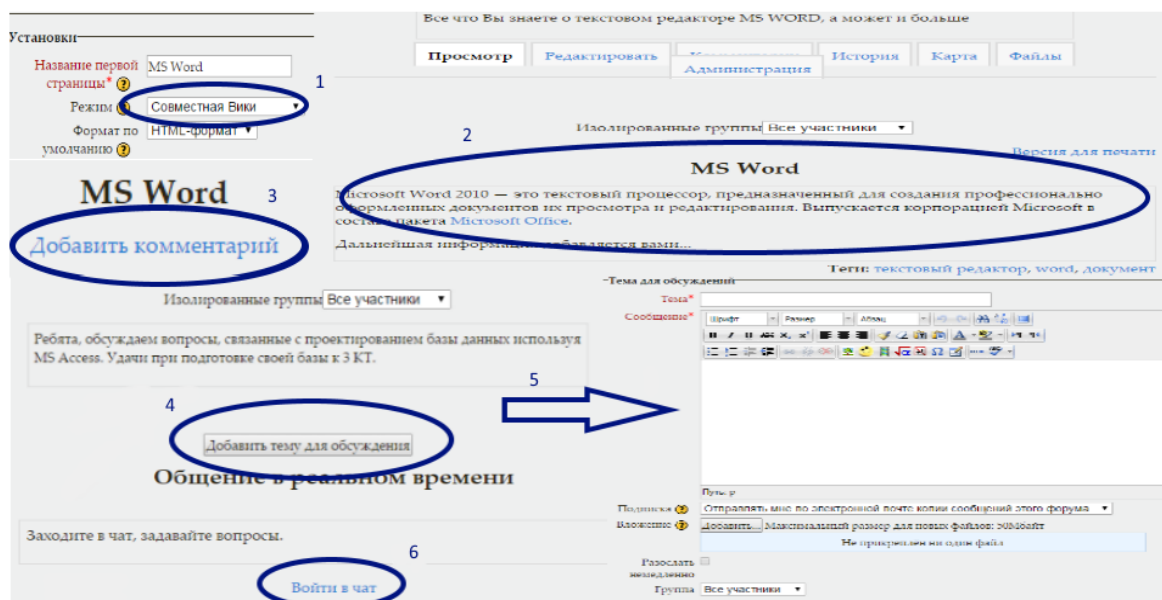


Рис. 1

При создании курса функционал системы управления обучением позволяет нам создавать разно-наполненный интерактивный учебный материал с использованием различных ресурсов и элементов курса. Добавление файлов можно осуществить путем непосредственного их добавления с компьютера, а также из хранилища данных, предоставляемых системой. Многие преподаватели используют в своих курсах видео и аудио материалы, которые так же можно просто добавить в курс, или с помощью добавления ресурса «гиперссылка». С ее помощью происходит переадресация студента на любой другой нужный сайт или веб-ресурс. Таким образом, реализуются другие элементы технологии web 2.0: блоги, сборники закладок (тегов), вебинары и т.д.

В последние годы глобальная сеть во-первых, вместо способа доставки информации становится местом, которым происходит исследовательская и учебная деятельность, а во-вторых, становится все ближе к пользователю, учитывая его нужды и предпочтения. Исходя из этого понятна целесообразность внедрения новых веб-технологий 2.0 в образовательный процесс. Желание стать конкурентоспособным специалистом является мотивацией для самостоятельного обучения, используя онлайн обучение, соответственно растет доступность и качество образования. По своей сути Web 2.0, представляет собой платформу, которая позволяет создать ряд бесплатных сервисов на своей основе. Происходит так называемый переход к web 3.0, когда помимо пользователей в создании контента участвуют эксперты. Кроме того различные поисковые системы технологии 3.0 «запоминает» информацию, которая вам чаще всего необходима и в соответствии с этим выстраивает ответы на запросы. Эволюция Web 2.0 в Web 3.0, предполагает не только переход на качественно новый уровень коллективного знания, но и индивидуализацию информационных потоков, различные виды ввода информации и т.д.

Литература

1. Ажель Ю. П. Использование технологий ВЕБ 2.0 в преподавании иностранных языков [Текст] / Ю. П. Ажель // Молодой ученый. — 2012. — №6. — С. 369-371.
2. Трофимов В.В. Новые модели образования на базе современных информационных технологий / Сборник научных статей 8-й международной научной конференции. Под редакцией В.В. Трофимова, В.Ф. Минакова. Санкт-Петербург.- 2013.- С. 6-12.

3. Макаrchuk Т.А. Информационные технологии ibooks author для визуализации образовательного контента // Образовательные технологии и общество. 2014. - Т.17. - №2. - С. 141-417
4. Гнеденко В.В., Тютяев А.В. Использование технологий Web 2.0 в образовании // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – № 3 – С. 82-0
5. Боброва Л.В., Смирнова Н.А. // Организация интерактивного дистанционного обучения с использованием ЛМС-СИСТЕМ. //Наука и мир - 2014. - Т.3. - №3(7), - С. 33-35

References

1. Azhel YP Using Web 2.0 technologies in teaching foreign languages [text] / YP Azhel // Young scientist. - 2012. - №6. - S. 369-371.
2. VV Trofimov New model of education based on modern information technology / Collection of scientific articles of the 8th international scientific conference . Edited by VV Trofimov VF Minakova . St. Petersburg.- 2013.- pp 6-12 .
3. TA Makarchuk Information technology ibooks author to visualize the educational content // Educational Technology and Society . 2014 - T.17 . - №2. - P. 141-417
4. V. Gnedenko , AV Sissy Use of Web 2.0 Technologies in Education // International Journal of applied and fundamental research . - 2009. - № 3 - C 82-0
5. Bobrova LV, Smirnov NA // Organization of interactive distance learning using LMS systems. // Science and peace - 2014 - V.3 . - №3 (7) , - S. 33-35

Счастный К.С.¹, Мазиков Е.Б.²¹Магистр, ²кандидат технических наук,

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ КОНФЛИКТА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕЛЕУСТРЕМЛЕННЫХ СИСТЕМ*Аннотация*

В статье рассмотрено создание метода формализации конфликта и взаимодействия целеустремленных систем, основой которого является модально-временная логика. Метод формализации конфликта и взаимодействия целеустремленных систем позволяет создавать модели, более полно описывающие процессы их взаимодействия. Использование подобных моделей позволит учитывать рефлексию противоборствующих сторон и в конечном счете повысить общую эффективность принятия управленческих решений.

Ключевые слова: управление системой, формализация, модель.

Schastnyy K.S.¹, Mazakov E.B.²¹Master, ²PhD in Engineering, National Mineral Resources University (Mining University)**FORMALIZATION OF KNOWLEDGE OF THE CONFLICT AND INTERACTION OF PURPOSEFUL SYSTEMS***Abstract*

The article describes the development of a method to formalize the conflict and interaction of purposeful systems, which is based on a modal-temporal logic. The method of formalization of the conflict and interaction of purposeful systems allows you to create models that more fully describes the processes of their interaction. The use of such models will take into account the reflection of the opposing sides and, ultimately, improve the overall efficiency of managerial decision-making.

Keywords: system management, formalization, model.

В настоящее время эффективное управление сложной системой при ее взаимодействии с другой системой или системами предполагает использование моделирования [1], как наиболее рациональный вариант изучения ее свойств. В связи с этим, для создания более полной модели системы возникает необходимость разработки методов формализации.

Предлагается вариант создания метода формализации конфликта и взаимодействия целеустремленных систем на основе модально – временной логики.

В качестве теоретической базы логики конфликта и взаимодействия можно принять модально – временную логику при условии введения некоторых дополнений и уточнения интерпретации ранее введенных операторов.

Рассмотрим две взаимодействующие системы S_1 и S_2 [2], каждая из которых располагает определенными возможностями (отражениями), применимыми в данной ситуации.

Введем вспомогательные предикаты [3], описывающие изменение состояния среды при изменении возможностей m_1 , m_2 в ситуации α :

$$C_1(\alpha, \beta, t_1, t_2) \equiv \exists m_1 P_1(\alpha, t_1, m_1) \wedge \forall m_2 [P_2(\alpha, t_1, m_2) \rightarrow H(\alpha, \beta, t_1, t_2 / m_1, m_2)] \quad \text{где} \quad P_1(\alpha, t_1, m_1), P_2(\alpha, t_2, m_2) -$$

предикаты, описывающие возможности, применяемые в ситуации α в момент времени t_1 , для I_1 и I_2 соответственно;

$H(\alpha, \beta, t_1, t_2 / m_1, m_2)$ - предикат, принимающий значение «истина», если для ситуации α в момент времени t_1 достижима ситуация β в момент времени t_2 при применении стратегий m_1 и m_2 ;

$$C_2(\alpha, \beta, t_1, t_2) \equiv \exists m_2 P_2(\alpha, t_1, m_2) \wedge \forall m_1 [P_1(\alpha, t_1, m_1) \rightarrow H(\alpha, \beta, t_1, t_2 / m_1, m_2)]$$

Множество достижимых результирующих ситуаций описывается предикатом

$$C_{12}(\alpha, \beta, t_1, t_2) \equiv \exists m \exists m_2 P_1(\alpha, t_1, m_1) \wedge P_2(\alpha, t_1, m_2) \rightarrow H\left(\alpha, \beta, t_1, \frac{t_2}{m_1}, m_2\right).$$

Для введенных соотношений C_1, C_2 и C_{12} сохраняются все свойства (транзитивность, рефлексивность и т.п.) с модальной логики где $C(\alpha_0, \alpha, t_0, t_1)$ - предикат, принимающий значение «истина» в том и только том случае, когда существует такие действия системы или последовательность действий, которые переводят среду из состояния α_0 в момент t_0 в состояние α в момент времени t , причем t_0 - текущее время в момент отнесения высказываний.

Дополнительными свойствами являются:

$$\begin{aligned} & \forall \alpha \forall \beta \forall \gamma \forall t_1 \forall t_2 \forall t_3 \left[C_1(\alpha, \beta, t_1, t_2) \wedge C_2(\alpha, \gamma, t_1, t_3) \rightarrow \right. \\ & \quad \left. \rightarrow C_1(\gamma, \beta, t_3, t_2) \vee C_2(\beta, \gamma, t_2, t_3) \right], \\ & \forall \alpha \forall \beta \forall \gamma \forall t_1 \forall t_2 \forall t_3 \left[C_1(\alpha, \beta, t_1, t_2) \wedge C_2(\gamma, \beta, t_3, t_2) \rightarrow \right. \\ & \quad \left. \rightarrow C_1(\alpha, \gamma, t_1, t_3) \vee C_2(\gamma, \alpha, t_2, t_3) \right], \\ & \forall \alpha \forall \beta \forall \gamma \forall t_1 \forall t_2 \forall t_3 \left[C_1(\alpha, \beta, t_1, t_2) \wedge C_{12}(\alpha, \gamma, t_1, t_3) \rightarrow \right. \\ & \quad \left. \rightarrow C_1(\gamma, \beta, t_3, t_2) \vee C_{12}(\beta, \gamma, t_2, t_3) \right], \\ & \forall \alpha \forall \beta \forall \gamma \forall t_1 \forall t_2 \forall t_3 \left[C_1(\alpha, \beta, t_1, t_2) \wedge C_2(\alpha, \gamma, t_3, t_2) \rightarrow \right. \\ & \quad \left. \rightarrow C_1(\alpha, \gamma, t_1, t_3) \vee C_2(\gamma, \alpha, t_3, t_1) \right], \\ & \forall \alpha \forall \beta \forall \gamma \forall t_1 \forall t_2 \forall t_3 \left[C_2(\alpha, \beta, t_1, t_2) \wedge C_{12}(\alpha, \gamma, t_1, t_3) \rightarrow \right. \\ & \quad \left. \rightarrow C_2(\gamma, \beta, t_3, t_2) \vee C_{12}(\beta, \gamma, t_2, t_3) \right], \\ & \forall \alpha \forall \beta \forall \gamma \forall t_1 \forall t_2 \forall t_3 \left[C_2(\alpha, \beta, t_1, t_2) \wedge C_{12}(\gamma, \beta, t_3, t_2) \rightarrow \right. \\ & \quad \left. \rightarrow C_2(\alpha, \gamma, t_1, t_3) \vee C_{12}(\gamma, \alpha, t_3, t_1) \right]. \end{aligned}$$

Введем следующие операторы логики конфликта и взаимодействия:

1. Для I_1 гарантированно $p: G_1 \uparrow p \equiv_{df} \exists \alpha \exists t \{C_1(\alpha_0, \alpha, t_0, t) \wedge p(\alpha, t)\}$, где $p(\alpha, t)$ - некоторая формула, истинность которой зависит от состояния среды α в момент времени t , на котором она определена.
2. Для всех ситуаций в прошлом, в которых для I_2 было гарантировано α_0 имело место $p: G_1 \downarrow p \equiv_{df} \exists \alpha \exists t \{C_1(\alpha_0, \alpha, t_0, t) \wedge p(\alpha, t)\}$.
3. Для I_2 гарантировано $p: G_2 \uparrow p \equiv_{df} \exists \alpha \exists t \{C_2(\alpha_0, \alpha, t_0, t) \wedge p(\alpha, t)\}$.
4. Для всех ситуаций в прошлом, в которых для I_2 было гарантировано α_0 имело место $p: G_2 \downarrow p \equiv_{df} \exists \alpha \exists t \{C_2(\alpha_0, \alpha, t_0, t) \wedge p(\alpha, t)\}$.
5. Возможно для I_1 и I_2 (при согласованных совместных действиях) $p: M \uparrow p \equiv_{df} \exists \alpha \exists t \{C_{12}(\alpha_0, \alpha, t_0, t) \wedge p(\alpha, t)\}$.
6. Во всех ситуациях в прошлом, из которых для I_1, I_2 достижимо α_0 , имело место $p: M \downarrow p \equiv_{df} \exists \alpha \exists t \{C_{12}(\alpha_0, \alpha, t_0, t) \wedge p(\alpha, t)\}$.

Операторы достижимости для I_1 и I_2 определяются соответственно следующим образом:

$$L_1 \uparrow p \equiv_{df} \neg G_1 \uparrow \neg p, L_2 \uparrow p \equiv_{df} \neg G_2 \uparrow \neg p, L_1 \downarrow p \equiv_{df} \neg G_1 \downarrow \neg p, L_2 \downarrow p \equiv_{df} \neg G_2 \downarrow \neg p.$$

Свойства операторов $L \uparrow, L \downarrow, L_1 \uparrow, L_1 \downarrow, L_2 \uparrow, L_2 \downarrow$, аналогичны свойствам операторов необходимости $L \uparrow, L \downarrow$ модально – временной логики, а операторов $M \uparrow, M \downarrow, G_1 \uparrow, G_1 \downarrow, G_2 \uparrow, G_2 \downarrow$ - свойствами операторов $M \uparrow, M \downarrow$. Все аксиомы модально-временной логики остаются справедливыми при замене оператора L на операторы L_1 или L_2 , а операторы M - на операторы G_1 или G_2 .

В дополнение к этим аксиомам необходимо ввести следующие:

$$\begin{aligned} L \uparrow p &\rightarrow L_1 \uparrow p, & L \uparrow p &\rightarrow L_2 \uparrow p, \\ L \downarrow p &\rightarrow L_1 \downarrow p, & L \downarrow p &\rightarrow L_2 \downarrow p. \end{aligned}$$

Дополнительно к правилу вывода модально – временной логики R_1 введем следующие правила:

R_2 . Правило ассиметрии: если выводима формула p , то выводима и g , полученная из p путем замены индекса i у оператора G_i, L_i на индекс 2 и индекса 2 на i .

R_3 . Если выводима формула p , то выводима g , полученная из p путем замены оператора L на L_1 или L_2 .

R_4 . Если выводима формула p , то выводима и g , полученная путем замены оператора M на G_1 или G_2 .

Данный метод формализации конфликта и взаимодействия целеустремленных систем позволяет создавать модели, более полно описывающие процессы их взаимодействия. В свою очередь, использование таких моделей позволит учитывать рефлексию противоборствующих сторон и повысить общую эффективность принятия управленческих решений.

Литература

1. Гурко А.В., Степанов Ю.Л., Мазиков Е.Б. Представление и обработка знаний в системах искусственного интеллекта. - СПб.: СПВУРЭ ПВО, 1998.
2. Арефьев И.Б., Мартыщенко Л.А. Теория управления (современные проблемы управления и принятия решений). - СПб.: СЗПИ, 2000.
3. Ярушек В.Е., Прохоров В.П., Судаков Б.Н., Мишин А.В. «Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления». - Харьков, 1993 г., 443с.

References

1. Gurko A.V., Stepanov Ju.L., Mazakov E.B. Predstavlenie i obrabotka znaniy v sistemah iskusstvennogo intellekta. - SPb.: SPVURJe PVO, 1998.
2. Aref'ev I.B., Martyshhenko L.A. Teoriya upravleniya (sovremennye problemy upravleniya i prinjatija reshenij). - SPb.: SZPI, 2000.
3. Jarushek V.E., Prohorov V.P., Sudakov B.N., Mishin A.V. «Teoreticheskie osnovy avtomatizacii processov vyrabotki reshenij v sistemah upravleniya». - Har'kov, 1993 g., 443s.

Сысоев С.Н.¹, Литвинов И.С.², Овчинников В.А.³

¹Доктор технических наук, профессор, ²аспирант, ³магистрант,

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

РЫЧАЖНЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ ТИПА «ВАЛ-ВТУЛКА»

Аннотация

В статье описывается сборка изделий типа вал-втулка. Анализируются методы коррекции положения собираемых изделий. Предлагаются новые рычажные корректирующие устройства, работающие с комбинированным методом коррекции положения изделий, с использованием рефлекторной системы управления. Приводятся результаты натурных исследований данных устройств.

Ключевые слова: сборка, коррекция положений изделий, рычажные устройства, комбинированный метод, рефлекторная система управления.

Sysoev S.N.¹, Litvinov I.S.², Ovchinnikov V.A.³

¹PhD in Engineering, professor; ²postgraduate student, ³master,

Vladimir State University

LEVER-TYPE DEVICES OF "SHAFT-SLEEVE" PARTS AUTOMATIZED ASSEMBLY

Abstract

The article describes the assembly of "shaft-sleeve" parts. Much attention is given to investigation of the methods of location correction for assembled parts. It is spoken of new lever-type corrective devices which run by means of combined method with reflex control system. The new devices for this method implementation are proposed. Data are given about results of empirical research for these devices.

Keywords: assembly, parts location correction, lever-type devices, combined method, reflex control system.

В условиях современного производства повышение его технического уровня осуществляется путем внедрения комплексной механизации и автоматизации технологических процессов.

Автоматизация сборочных работ является важнейшим направлением совершенствования и развития различных видов производств. Обеспечение автоматизированного совмещения сопрягаемых деталей, адаптация такого процесса к реальному технологическому процессу представляет наиболее сложную проблему данного направления.

Уровень автоматизации сборочных работ в большинстве отраслей промышленности не превышает 10... 15%, а трудоемкость сборочных работ в настоящее время составляет до 40 % и более от общих трудовых затрат на изготовление изделий [1].

В связи с этим, разработка корректирующих устройств с целью компенсации погрешности позиционирования сопрягаемых изделий является актуальной задачей.

Наиболее эффективны корректирующие устройства с комбинированной адаптацией [2], рефлекторной системой управления [3], где используются причинные взаимосвязи между физическими явлениями, происходящими в технологическом процессе.

Причинная взаимосвязь между направлением перекоса вала и требуемым направлением его корректирующего перемещения (рис. 1) реализована в корректирующем модуле [4], состоящим из двух шарнирно соединенных и подпружиненных в среднем положении рычагов.

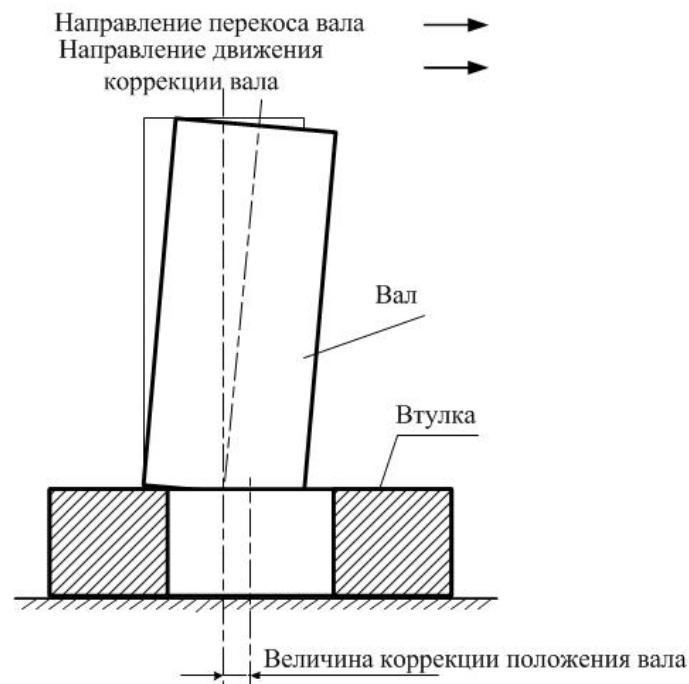


Рис. 1 – Схема расположения сопрягаемых деталей

Однако наличие двух рычагов для коррекции усложняет конструктивное выполнение устройства и ограничивает величину корректирующего перемещения вала относительно втулки.

Во Владимирском государственном университете разработан новый однорычажный захватный корректирующий модуль (рис. 2), в котором устранены вышеуказанные недостатки.

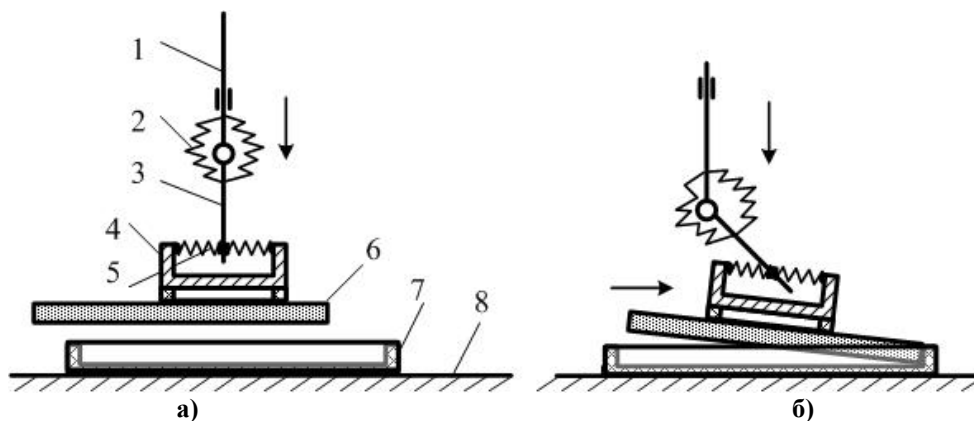


Рис. 2 – Схемы коррекции положения изделий при сборке изделий типа «вал-втулка»: а) в исходном положении; б) в процессе коррекции

Устройство [5] состоит из привода линейного перемещения рабочего органа 1, который пружинами 2 соединен с одним концом рычага, а другой конец рычага 3, связан с вакуумным захватом 4 и пружинами 5. Вакуумный захват применяется для сопряжения изделия (вала) 6 с втулкой 7, установленной на рабочей поверхности 8.

Перемещение привода в направлении рабочей поверхности приводит к касанию изделия (вала) торцевой поверхности втулки. В случае рассогласования их взаимного положения силовое взаимодействие изделия с втулкой приводит к перекосу захвата и верхнего конца рычага в направлении, противоположном требуемому смещению изделия. Далее увеличивается величина угла наклона рычага и увеличивается силовое воздействие на изделие в направлении требуемой коррекции положения. Захват сдвигает изделие вправо. Данное перемещение изделия приводит к выполнению требуемой коррекции его положения.

Устройство отличается конструктивной простотой и расширенной рабочей зоной. В захватном корректирующем модуле такого типа увеличена величина шага коррекции положения изделий за счет использования всей длины рычага, что позволяет повысить быстродействие.

В лаборатории кафедры Автоматизации технологических процессов Владимирского государственного университета проводились натурные испытания данного устройства, фото макета показано на рис. 3.



Рис. 3 – Макет однорычажного корректирующего модуля

Условия эксперимента: вал жестко закреплен в захвате корректирующего модуля, диаметр вала $d_{\text{вала}} = 110$ мм, фаска $5\text{ мм} \times 15^\circ$, втулка жестко закреплена на рабочей поверхности, диаметр втулки $d_{\text{втулки}} = 112$ мм, длина рычага $l = 100$ мм. Исследования проводились при величине смещения вала относительно втулки от 5 до 30 мм, на рис. 4 (1 – смещение 5 мм, 2 – смещение 15 мм, 3 – смещение 25 мм) показан график зависимости силы, с которой перемещается захватный модуль от величины его перемещения.

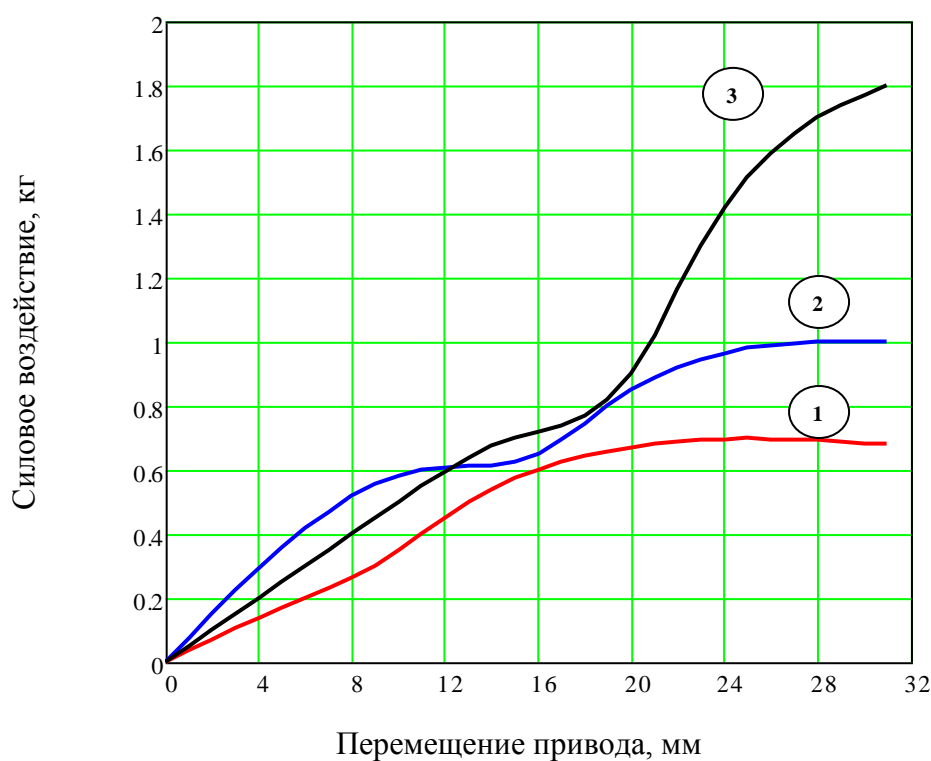


Рис. 4 – Зависимость силового воздействия привода от величины перемещения корректирующего модуля

На рис. 5 показан график зависимости максимальной силы воздействия корректирующего модуля при сборке от начальной величины смещения вала относительно втулки.



Рис. 5 – Зависимость максимального силового воздействия в момент сборки от величины первоначального отклонения

При величине смещения 30 мм сборка не происходит, для обеспечения сборки необходимо увеличить длину рычага ℓ , соответственно для обеспечения работоспособности конкретного корректирующего модуля необходимо на стадии разработки предусматривать необходимое сочетание максимального отклонения положения вала относительно втулки от рабочей длины рычага корректирующего модуля.

Литература

1. Технология автоматической сборки / А.Г. Холодкова, М.Г. Кристаль, Б.Л. Штриков и др.; под ред. А.Г. Холодковой. – М.: Машиностроение, 2010. – 560с.
2. Сысоев С.Н. Устройства коррекции положения сопрягаемых изделий // Прогрессивные технологии в машиностроении : сб. науч.тр. –Ковров.: ФГБОУ «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2013.–С.71-80.
3. Управление дискретными процессами в ГПС/ Л.С. Ямпольский, З. Банашак, К. Хасегава, Б. Круг, К. Такахаши, А. В. Борусан.— К.: Техника; Вроцлав: Изд-во Вроцлав, политехн. ин-та; Токио: Токосё, 1992. — 251 с.
4. Пат. 15711 Российская Федерация, МПК B25J 15/06. Захватный корректирующий модуль / Сысоев С.Н., Еропова Е.В., Коробова Т.Н. - №2011145329/02; заявл. 08.11.11; опубл. 10.05.12., Бюл.№13. – 3с.
5. Пат. № 128150. Российская федерация, МПК B25J 15/06. Захватный корректирующий модуль / Сысоев С.Н., Столяров А.В. – №2012152328; заявл. 5.12.12; опубл. 20.05.13, Бюл.№14. –3с.

References

1. Tehnologija avtomatičeskoj sborki / A.G. Holodkova, M.G. Kristal', B.L. Shtrikov i dr.; pod red. A.G. Holodkovej. – М.: Mashinostroenie, 2010. – 560s.
2. Sysoev S.N. Ustrojstva korekcii polozhenija soprjagaemyh izdelij // Progressivnye tehnologii v mashinostroenii : sb. nauch.tr. –Kovrov.: FGBOU «KGTA im. V.A. Degtjareva», 2013.–S.71-80.
3. Upravlenie diskretnymi processami v GPS/ L.S. Jampol'skij, Z. Banashak, K. Hasegava, B. Krog, K. Takahashi, A. V. Borusan.— К.: Tjehnika; Vroclav: Izd-vo Vroclav, politehn. in-ta; Tokio: Tokosjo, 1992. — 251 s.
4. Pat. 15711 Rossijskaja Federacija, MPK B25J 15/06. Zahvatnyj korrektrujushhij modul' / Sysoev S.N., Eropova E.V., Korobova T.N. - №2011145329/02; zajavl. 08.11.11; opubl. 10.05.12., Bjul.№13. – 3s.
5. Pat. № 128150. Rossijskaja federacija, MPK B25J 15/06. Zahvatnyj korrektrujushhij modul' / Sysoev S.N., Stoljarov A.V. – №2012152328; zajavl. 5.12.12; opubl. 20.05.13, Bjul.№14. –3s.

Тугенгольд А.К.¹, Волошин Р.Н.², Ющенко С.В.³¹Доктор технических наук, ²магистрант, ³магистрант, Донской государственный технический университет

Работа выполнена в рамках инициативной НИИ

МОДУЛЬ E-MIND MACHINE В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА СТАНКА**Аннотация**

Рассматривается модуль *e-Mind Machine*, система, осуществляющая мониторинг состояния станков. Представлена структура организации *e-Mind Machine*. Введены новые понятия, такие как нечеткая граница общей работоспособности/безотказности и нечеткая граница параметрической безотказности работы. Определяется, что использование интеллектуальной системы управления открывает новые возможности для автоматизации мониторинга.

Ключевые слова: интеллектуальная система мониторинга, *e-Mind Machine*, нечеткая граница общей работоспособности/безотказности, нечеткая граница параметрической безотказности работы, ширина пограничной полосы.

Tugengold A.K.¹, Voloshin R.N.², Yuschenko S.V.³¹PhD in Engineering, ²master, ³master student, Don State Technical University**MODULE E-MIND MACHINE IN THE INTELLECTUAL MONITORING SYSTEM OF THE MACHINE****Abstract**

We consider the module *e-Mind Machine*, a system that monitors the status of machines. Presents the structure the organization *e-Mind Machine*. New concepts such as blurred the overall health / reliability and fuzzy border parametric uptime. Determined, that the use of intelligent control system opens up new possibilities for the automation of monitoring.

Keywords: Intelligent monitoring system, *e-Mind Machine*, blurred general performance / reliability, the fuzzy boundary of parametric uptime, the width of the border strip.

Повышенные требования к качеству металлорежущих станков в современных условиях компьютеризированного производства обусловлено рядом объективных причин. К ним относятся большая стоимость станков, соответствующих повышенным требованиям к точности и сложности обработки деталей, высокая производительность с возможностью использования прогрессивных инструментов и высокоскоростных режимов резания, высокая надежность.

Однако целый ряд проблем мониторинга в связи с повышением уровня автоматизации обслуживания машин различного назначения остаются актуальными в настоящее время. Среди проектов, отвечающих вопросам автоматизации процессов стоит выделить системы IMS, PROMISE, SIMON [1]. Проект IMS состоит в разработке нового поколения систем сбора, обработки и управления потоком информации о техническом состоянии машины, а также в обеспечении непрерывного электронного преобразования данных и информации в знания и принятия решений [2, 3].

Вопросы построения систем технического обслуживания и ремонта многооперационных станков (МОС) остаются не решенными. В статье представлены основные решения по организации и управлению состоянием МОС на базе модуля **e-Mind Machine (e-MM)**.

Создание интеллектуального модуля "умной машины" - e-MM в составе УЧПУ станка является важным этапом на пути формирования единой среды эксплуатации, программирования и технического обслуживания станков, в том числе многооперационных, и другого мехатронного технологического оборудования на различных предприятиях и от различных производителей.

Модуль e-MM принимает систему знаний (СЗ) как основу интеллектуальной платформы [4, 5], включающую совокупность блоков, в число которых входят: **Процесс обработки, Состояние станка, Инструмент, Заготовка-деталь** и **Информационный обмен** (Рис 1).

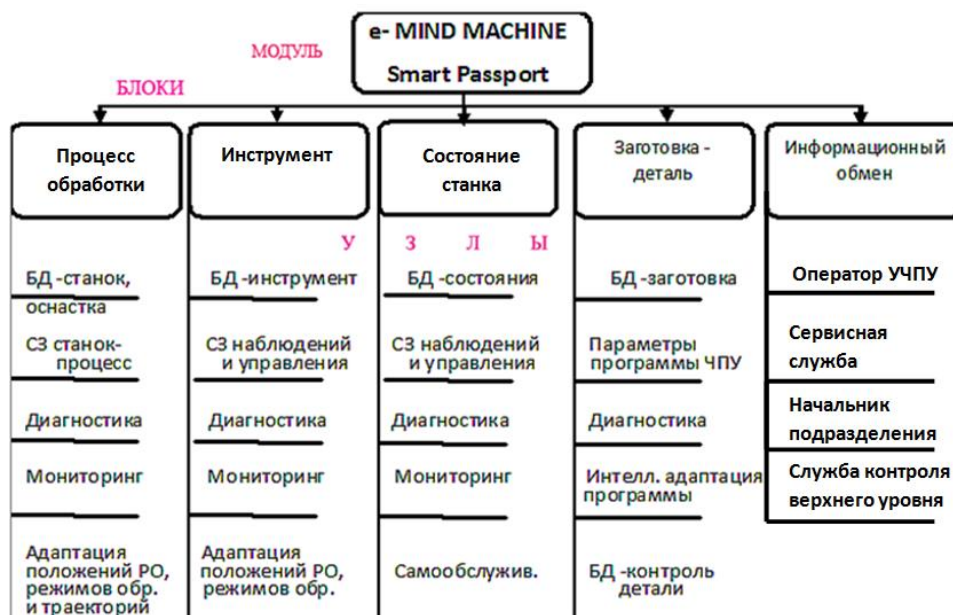


Рис. 1 – e-Mind Machine

Используя подобную структуру построения СЗ создается возможность управления МОС путем непосредственного внесения коррекций в УЧПУ за счет информационной и интеллектуальной поддержки за счет знаний о состоянии станка

СЗ использует различные методы интеллектуального анализа данных, в том числе нечетких множеств, нечеткой логики и нейросетевых алгоритмов [6].

Для устройства интеллектуальной системы мониторинга (ИСМ) станка рассматривается блок **состояние станка**, основная функция которого заключается в мониторинге состояния устройств МОС и предупреждения нарушения работоспособности. Основными функциями мониторинга выступают: наблюдение за состоянием МОС по критериям работоспособности, наблюдение за изменением и развитием процессов, происходящих в устройствах станка, их оценивание, прогнозирование развития и принятие оперативных и тактических решений для выполнения действий по устранению причин, вызывающих появление отказов. Из общих определений можно выделить, что работоспособность машины - это такое её состояние, при котором она способна выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативной технической документацией, а работоспособность станка - способность бесперебойно выпускать годную продукцию в заданном количестве в течение определенного срока.

В системе е-ММ понятия **нечетких границ работоспособности (безотказной работы)** введено как обобщение понятия условной *границы стойкости*, используемое при решении задач управления состоянием инструментов в соответствии со статьей [7]. Это условное значение в периоде безотказной работы на некотором интервале времени. В соответствии с теорией нечетких множеств Л. Заде используются представления нечеткой границы и нечеткой пограничной полосы стойкости, показанные на рис. 2.

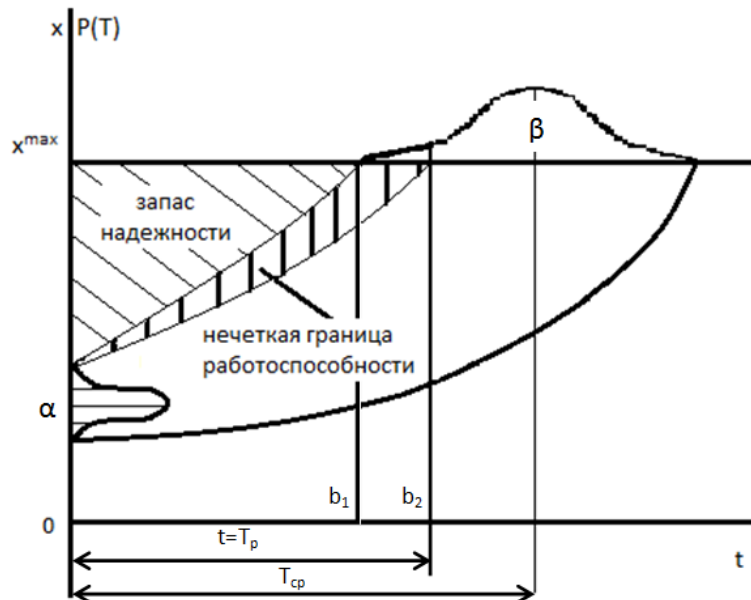


Рис. 2 – Схема определения границы работоспособности

На Рис.2. α - начальное распределение параметров исследуемого узла, β - распределение времени работы исследуемого узла. T_p - время достижения предельного значения X_{max} с нормируемой вероятностью; T_{cp} - среднее время службы узла; b_1 и b_2 – предельные значения пограничной полосы работоспособности.

Для описания этих понятий введены следующие термины:

- **нечеткая граница общей работоспособности /безотказности** (до наступления отказа функционирования станка/узла/устройства/элемента) – Fuzzy boundary of operability (**FBO**), представленная на рис. 2;
- **нечеткая граница параметрической безотказности работы** (до наступления параметрического отказа станка/узла/устройства/элемента) – Fuzzy boundary of parametric operability (**FBPO**);
- **ширина пограничной полосы** – Width of the fuzzy boundary (**WFBO**, **WFBPO**) - ширина полосы характеризуется доверительным интервалом ($b_1 < b < b_2$), который на основе экспертных оценок отображает допустимую возможность работы машины без наступления рассматриваемого вида отказа при непрерывном контроле состояния МОС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведены основные положения подхода к техническому обслуживанию МОС, в котором бортовая интеллектуальная система управления е-Mind Machine применена для достижения максимальной эффективности обработки деталей и надежности функционирования в сочетании с возможностями самообслуживания станка. Задача решается путем преобразования данных диагностики в знания о текущем состоянии, отслеживание технического состояния станка в реальном времени, прогнозирования и поддержки принятия решений для предотвращения возможных отказов. создана методика, в которой использованы впервые Введены показатели (**FBO**), (**FBPO**), (**WFBO**, **WFBPO**), позволяющие дать качественную оценку надежности станочной системы при мониторинге

Литература

1. SensorFused Intelligent Monitoring Systemfor Machining (SIMON) project from IntelligentManufacturingSystems(IMS). 2.4.32.2-Final-Report-SIMON. <http://www.ims.org/2012/11/simon-sensor-fused-intelligent-monitoring-system-for-machining/> (дата обращения: 03.12.2014)
2. TakataS., KimuraF.,vanHoutenF.J.A.M., WestkamperE., ShpitalniM., Ceglarek D., Lee J. Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management // CIRP annals. 2004, vol. 53, n°2. P. 643–655].
3. Б.В. Соколов, М.Ю. Охтилев, А.И. Птушкин. Анализ возможных путей внедрения концепции CL2M при разработке программных систем // 10-я международная конференция «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM—2010)», Россия, Москва, 19–21 октября 2010 г. Труды конференции. М.: Институт проблем управления РАН. С.314–317.
4. Самодуров Г.В., Тугенгольд А.К., Юденков Н.П., Лукьянов Е.А. Принципы построения интеллектуальной электронной документации станка // СТИН. – 2012. №7.
5. Тугенгольд А.К., Тишин А.С., Лысенко А.Ф. К вопросу формирования системы знаний при интеллектуальном электронном документировании мехатронных объектов. // Вестник ДГТУ. – 2012. №3(64).
6. Тугенгольд А.К. Smart-Passportоткрытой мехатронной технологической системы. Контент / Интеллектуальная электронная документация. Saarbrücken: LAPLAMBERTAcademicPublishing, 2013/ - 83 с.
7. Тугенгольд А.К., Изюмов А.И. Принципы концептуального подхода к созданию подсистемы "ИНСТРУМЕНТ" в смарт-паспорте многооперационного станка. Вестник ДГТУ. Т.14, №2 - 2014, с. 74 - 83.

References

1. SensorFused Intelligent Monitoring Systemfor Machining (SIMON) project from IntelligentManufacturingSystems(IMS). 2.4.32.2-Final-Report-SIMON. <http://www.ims.org/2012/11/simon-sensor-fused-intelligent-monitoring-system-for-machining/> (data obrashheniya: 03.12.2014)
2. TakataS., KimuraF.,vanHoutenF.J.A.M., WestkamperE., ShpitalniM., Ceglarek D., Lee J. Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management // CIRP annals. 2004, vol. 53, no2. P. 643–655].
3. B.V. Sokolov, M.Ju. Ohtilev, A.I. Ptushkin. Analiz vozmozhnyh putej vnedreniya koncepcii CL2M pri razrabotke programmnyh sistem // 10-ja mezhdunarodnaja konferencija «Sistemy proektirovaniya, tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva i upravleniya jetapami zhiznennogo cikla promyshlennogo produkta (CAD/CAM/PDM—2010)», Rossiya, Moskva, 19–21 oktjabrja 2010 g. Trudy konferencii. M.: Institut problem upravleniya RAN. S.314–317.
4. Samodurov G.V., Tugengol'd A.K., Judenkov N.P., Luk'janov E.A. Principy postroenija intellektual'noj jelektronnoj dokumentacii stanka // STIN. – 2012. №7.
5. Tugengol'd A.K., Tishin A.S., Lysenko A.F. K voprosu formirovaniya sistemy znaniy pri intellektual'nom jelektronnom dokumentirovanii mehatronnyh ob#ektov. // Vestnik DGTU. – 2012. №3(64).
6. Tugengol'd A.K. Smart-Passportotkrytoj mehatronnoj tehnologicheskoy sistemy. Kontent / Intellektual'naja jelektronnaja dokumentacija. Saarbrücken: LAPLAMBERTAcademicPublishing, 2013/ - 83 с.
7. Tugengol'd A.K., Izjumov A.I. Principy konceptual'nogo podhoda k sozdaniju podsistemy "INSTRUMENT" v smart-pasporte mnogooperacionnogo stanka. Vestnik DGTU. T.14, №2 - 2014, s. 74 - 83.

Уваров В.А.¹, Староверов С.В.², Феоктистов А.Ю.³, Юдин А.И.⁴

¹Доктор технических наук, ²кандидат технических наук, ³кандидат технических наук, ⁴аспирант, Государственный технический университет им. В. Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ПАРМЕТРОВ УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ НА ТЕПЛОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ

Аннотация

В статье рассмотрено – влияние различных параметров уходящих дымовых газов на тепловой потенциал.

Ключевые слова: теплоэнергетика, энергосбережение, промышленность.

Uvarov V.A.¹, Staroverov S.V.², Pheoktistov A.Y.³, Yudin A.I.⁴

¹PhD in Engineering, ²PhD in Engineering, ³PhD in Engineering, ⁴Postgraduate student, Shukhov State Technical University

INFLUENCE PARMETERS OF THE LEAVING COMBUSTION GASES ON THERMAL POTENTIAL AT UTILIZATION

Abstract

In article it is considered – influence of various parameters of the leaving combustion gases on thermal potential.

Keywords: heat-and-power engineering, energy saving, industry.

К вопросу об использовании тепла от уходящих дымовых газов

В настоящее время существует большое количество технологического оборудования, где конечным продуктом использования природного газа являются высокотемпературные уходящие дымовые газы.

На тепловой потенциал уходящих дымовых газов оказывает влияние несколько основных факторов:

- состав уходящих газов;
- количество;
- температура;

В данной статье рассматривается влияние основных факторов на тепловой потенциал дымовых газов, а так же погрешность при использовании двух методик расчёта тепловой мощности.

Первая методика расчёта учитывает только сухой остаток состава уходящих газов:

1. Для определения тепловой мощности уходящих газов:

$$Q = M_{\text{д}} \cdot (I_1 - I_2);$$

$$2. \quad I_1 = c_{\text{cp}} \cdot t_1 + (r_n + c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot t_1) \cdot \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{100};$$

$$3. \quad I_2 = c_{\text{cp}} \cdot t_2 + (r_n + c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot t_2) \cdot \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{100};$$

$$4. \quad c_{\text{cp}} = \frac{(c_{\text{CO}_2} \cdot m_{\text{CO}_2}) + (c_{\text{N}_2} \cdot m_{\text{N}_2}) + (c_{\text{O}_2} \cdot m_{\text{O}_2})}{m_{\text{CO}_2} + m_{\text{N}_2} + m_{\text{O}_2}};$$

В данной методике не учитывается содержание влаги в уходящих газах.

Вторая методика расчёта предусматривает содержание влаги в уходящих газах:

$$1. \quad Q = M_{\text{д}} \cdot (I_1 - I_2);$$

$$2. \quad I_1 = c_{\text{cp}} \cdot t_1 + (r_n + c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot t_1) \cdot \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{100};$$

$$3. \quad I_2 = c_{\text{cp}} \cdot t_2 + (r_n + c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot t_2) \cdot \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{100};$$

$$4. \quad c_{\text{cp}} = \frac{(c_{\text{CO}_2} \cdot m_{\text{CO}_2}) + (c_{\text{N}_2} \cdot m_{\text{N}_2}) + (c_{\text{O}_2} \cdot m_{\text{O}_2}) + (c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_{\text{H}_2\text{O}})}{m_{\text{CO}_2} + m_{\text{N}_2} + m_{\text{O}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}}};$$

Для упрощения расчётов воспользуемся программой Microsoft Office EXCEL.

Оценим погрешность в расчётах

Таблица 1 (окончание на след. странице)

Температура дымовых газов:			
- перед котлом-утилизатором	тн	820,00	°C
Расход дымовых газов, приведенный к н.у.	Лд	17187,57	м³/ч
		4,77	м³/с
	Мд	5,71	кг/с
Состав дымовых газов, объемных %			
	CO ₂	8,64	
	H ₂ O	18,46	
	N ₂	71,18	
	O ₂	1,72	
	Σ	100,00	
Плотности компонентов при н.у.	ρ		кг/м³
	CO ₂	1,977	
при 100 С	H ₂ O	0,598	
	N ₂	1,25	
	O ₂	1,429	
Средняя плотность дымовых газов при н.у.	ρ	1,195519	кг/м³
Средняя плотность дымовых газов (сухой части) при н.у.	ρ	1,330788	кг/м³
Плотности компонентов после печи	ρ		кг/м³
	CO ₂	0,493798	
	H ₂ O	0,204075	
	N ₂	0,312214	
	O ₂	0,356923	
Средняя плотность дымовых газов	ρ	0,308706	кг/м³
Средняя плотность дымовых газов (сухой части)	ρ	0,332392	кг/м³

Таблица 1 (окончание)

Состав дымовых газов, массовых %			
	CO ₂	13,82	
	H ₂ O	12,20	
	N ₂	71,99	
	O ₂	1,99	
	Σ	100,00	
Теплоемкость компонентов при н.у.	с		кДж/(кг·К)
	CO ₂	0,846	
при 100 С	H ₂ O	2,02	
	N ₂	1,042	
	O ₂	0,92	
Теплоемкость компонентов после печи	с		кДж/(кг·К)
	CO ₂	1,204	
	H ₂ O	2,186	
	N ₂	1,135	
	O ₂	1,071	
Средняя теплоемкость дымовых газов	с	1,271516	кДж/(кг·К)
Средняя теплоемкость дымовых газов (сухой части)	с	1,144412	кДж/(кг·К)
Энтальпия дымовых газов после печи	J	1566,58	кДж/кг
Энтальпия дымовых газов после печи (по теплоемкости сухой части)	J	1462,354	кДж/кг
Погрешность	ΔJ	6,653078	%
Температура дымовых газов:			
- после котла-утилизатора	tn	350,00	°С
Теплоемкость компонентов после к-у	с		кДж/(кг·К)
	CO ₂	1,076	
	H ₂ O	2,026	
	N ₂	1,076	
	O ₂	1,004	
Средняя теплоемкость дымовых газов	с	1,190498	кДж/(кг·К)
Средняя теплоемкость дымовых газов (сухой части)	с	1,074371	кДж/(кг·К)
Энтальпия дымовых газов после к-у	J	808,4014	кДж/кг
Энтальпия дымовых газов после к-у (по теплоемкости сухой части)	J	767,757	кДж/кг
Погрешность	ΔJ	5,027748	%
Тепловая мощность котла-утилизатора	Q1	4327,524	кВт
	Q1'	3964,615	кВт

Оценим влияние каждого компонента уходящих газов, от фактического, увеличив на 15%:

Таблица 2

Состав дымовых газов, объемных %			
+15%	CO ₂	9,93	
	H ₂ O	18,46	
	N ₂	71,18	
	O ₂	1,72	
	Σ	101,29	
Средняя теплоемкость дымовых газов	c	1,270149	кДж/(кг·К)
Средняя теплоемкость дымовых газов (сухой части)	c	1,145782	кДж/(кг·К)
Энтальпия дымовых газов после печи	J	1554,852	кДж/кг
Энтальпия дымовых газов после печи (по теплоемкости сухой части)	J	1452,87	кДж/кг
Погрешность	ΔJ	6,558915	%
Температура дымовых газов:			
- после котла-утилизатора	tn	350,00	°C
Теплоемкость компонентов после к-у	c		кДж/(кг·К)
	CO ₂	1,076	
	H ₂ O	2,026	
	N ₂	1,076	
	O ₂	1,004	
Средняя теплоемкость дымовых газов	c	1,18818	кДж/(кг·К)
Средняя теплоемкость дымовых газов (сухой части)	c	1,074409	кДж/(кг·К)
Энтальпия дымовых газов после I к-у	J	799,6598	кДж/кг
Энтальпия дымовых газов после I к-у (по теплоемкости сухой части)	J	759,8398	кДж/кг
Погрешность	ΔJ	4,979616	%
Тепловая мощность I котла-утилизатора	Q1	4402,56	кВт
	Q1'	4040,176	кВт

Таблица 3 (окончание на след. странице)

Состав дымовых газов, объемных %			
	CO ₂	8,64	
+15%	H ₂ O	21,23	
	N ₂	71,18	
	O ₂	1,72	
	Σ	102,77	
Средняя теплоемкость дымовых газов	c	1,287964	кДж/(кг·К)
Средняя теплоемкость дымовых газов (сухой части)	c	1,144412	кДж/(кг·К)
Энтальпия дымовых газов после печи	J	1647,864	кДж/кг
Энтальпия дымовых газов после печи (по теплоемкости сухой части)	J	1530,151	кДж/кг
Погрешность	ΔJ	7,143346	%
Температура дымовых газов:			
- после I котла-утилизатора	tn	350,00	°C
Теплоемкость компонентов после к-у	c		кДж/(кг·К)
	CO ₂	1,076	

Таблица 3 (окончание)

	H ₂ O	2,026	
	N ₂	1,076	
	O ₂	1,004	
Средняя теплоемкость дымовых газов	c	1,205525	кДж/(кг·К)
Средняя теплоемкость дымовых газов (сухой части)	c	1,074371	кДж/(кг·К)
Энтальпия дымовых газов после к-у	J	864,3506	кДж/кг
Энтальпия дымовых газов после к-у (по теплоемкости сухой части)	J	818,4468	кДж/кг
Погрешность	ΔJ	5,310785	%
Тепловая мощность котла-утилизатора	Q1	4534,109	кВт
	Q1'	4118,559	кВт

Таблица 4

Состав дымовых газов, объемных %			
	CO ₂	8,64	
	H ₂ O	18,46	
+15%	N ₂	81,85	
	O ₂	1,72	
	Σ	110,67	
Средняя теплоемкость дымовых газов	c	1,258224	кДж/(кг·К)
Средняя теплоемкость дымовых газов (сухой части)	c	1,143382	кДж/(кг·К)
Энтальпия дымовых газов после печи	J	1504,668	кДж/кг
Энтальпия дымовых газов после печи (по теплоемкости сухой части)	J	1410,497	кДж/кг
Погрешность	ΔJ	6,258587	%
Температура дымовых газов:			
- после котла-утилизатора	tn	350,00	°C
Теплоемкость компонентов после к-у	c		кДж/(кг·К)
	CO ₂	1,076	
	H ₂ O	2,026	
	N ₂	1,076	
	O ₂	1,004	
Средняя теплоемкость дымовых газов	c	1,17935	кДж/(кг·К)
Средняя теплоемкость дымовых газов (сухой части)	c	1,07455	кДж/(кг·К)
Энтальпия дымовых газов после к-у	J	766,3595	кДж/кг
Энтальпия дымовых газов после к-у (по теплоемкости сухой части)	J	729,6793	кДж/кг
Погрешность	ΔJ	4,786294	%
Тепловая мощность I котла-утилизатора	Q1	4684,045	кВт
	Q1'	4319,307	кВт

Максимальная погрешность при расчётах достигается при увеличении влаги в составе уходящих газов и достигает более 7%. Однако в большей степени на тепловой потенциал оказывает влияние увеличение расхода дымовых газов.

Литература

1. Уонг Х. Основные формулы по теплообмену для инженеров: Пер. с англ. / Справочник. - М.: Атомиздат, 1979. - 216 с
2. Теплофизические свойства технически важных газов при высоких температурах и давлениях: Справочник / В.Н. Зубарев, А.Д. Козлов, В.М. Кузнецов и др. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 232 с.

References

1. Wong X. Basic formulas on heat exchange for engineers: The lane with english / the Reference book. - M.: Atomizdat, 1979. - 216 pages.
2. Heatphysical properties of technically important gases at high temperatures and pressure: The reference book / V. N. Zubarev, A.D. Kozlov, V. M. Kuznetsov, etc. - M.: Energoatomizdat, 1989. - 232 pages.

Филуков Н.Е.

Аспирант, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

МЕТОДИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ АСТПП С PDM-СИСТЕМОЙ*Аннотация*

В статье предлагается методика организации взаимодействия PDM-системы с веб-ориентированной автоматизированной системы технологического подготовки производства, состоящей из независимых компонентов, решающих технологические задачи. Предлагаются алгоритмы импорта и экспорта данных между любой компонентой системы и PDM-системой.

Ключевые слова: веб-ориентированная АСТПП, мультиагентные системы, веб-приложения, веб-сервисы, PDM-система, расширенные предприятия.

Filyukov N.E.

Postgraduate student, Saint-Petersburg national research university of information technology, mechanics and optics (ITMO University)

METHODIC OF INTERACTION THE WEB-BASED MULTI-AGENT CAM/CAPP WITH PDM-SYSTEM*Abstract*

In this article proposed a methodic of the organization interaction PDM-system with the web-based CAM/CAPP that consists from independent components that solve technological tasks. The paper proposed algorithms of import and export data between any component and PDM-system.

Keywords: CAM/CAPP, multi-agent systems, web-app, web-services, PDM-system, extended enterprise.

Сегодня любое современное приборо- или машиностроительное предприятие сложно представить без использования специализированных компьютерных систем. Одной из таких систем являются системы управления данными предприятия PDM-системы (Product Data Management). В рамках таких систем обеспечивается хранение конструкторской и технологической документации, а также различных моделей изделия. Кроме того, реализуется электронный документооборот и отслеживается жизненный цикл изделия.

Для расширенных предприятий использование PDM-систем позволяет создать единое информационное пространство, что дает возможность организатору кооперации передавать часть подготовительных и производственных задач другим участникам, входящих в расширенное предприятие и работающих в рамках единого технологического проекта.

Поэтому возникает необходимость создании веб-ориентированной автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП), которая дает возможность обеспечить совместную работу всех участников расширенного предприятия [1].

Исследования в этом направлении ведутся на кафедре технологии приборостроения Университета ИТМО. Сложность взаимодействия между компонентами веб-ориентированной АСТПП привела к необходимости создания методики организации такого взаимодействия [2]. Разработанная методика основывается на следующих технологиях:

1. Технология облачных вычислений для обеспечения возможности доступа всем участникам кооперации (компоненты АСТПП реализуются как веб-сервисы).

1. Технология построения мультиагентных систем (система делится на независимые компоненты, которые ничего не знают друг о друге и способны обменяться информацией между собой).

2. Технология управления разрабатываемым проектом с помощью PDM-системы, содержащей всю информацию о проекте и поддерживающей жизненный цикл проекта.

Для выполнения интеграции PDM-системы с веб-ориентированной АСТПП необходимо выполнить три основных условия:

1. PDM-система должна предоставлять веб-сервис (ВС), через который осуществлялся бы авторизованный доступ к функционалу системы.

2. В рамках веб-ориентированной АСТПП должна быть разработана специальная компонента связи (КС), которая обеспечивала бы связь с конкретной PDM-системой предприятия.

3. Компоненты веб-ориентированной АСТПП должны иметь веб-методы для импорта и экспорта объектов.

На данный момент некоторые фирмы, разработчики PDM-систем уже предоставляют необходимое программное обеспечение для расширения функционала в части предоставления специальных веб-сервисов, через которые имеется возможность подключаться к системе и выполнять необходимые с ней действия.

Одной из таких систем является PDM-система Enovia Smarteam и ее компонента i-Platform SDK [3]. Данная компонента имеет необходимое описание, с помощью которого можно сформировать необходимые запросы для взаимодействия. Минусом можно назвать, то, что компоненту iPlatform-SDK необходимо покупать за дополнительную плату.

Важным моментом является, то, что при организации взаимодействия веб-ориентированной АСТПП помимо возможности обращения к веб-сервису нужно знать структуру базы данных и объекты, которые позволяет использовать PDM-система и другую информацию. Поэтому при разработке КС должно участвовать бюро, сопровождающее PDM-систему на предприятии, так как только они могут обладать полной информацией о структуре базы данных и использовании необходимых объектов в ее рамках. Таким образом, любое предприятие или организация, использующая веб-ориентированную АСТПП, сможет настроить ее для взаимодействия со своей PDM-системой.

Так как концепция построения мультиагентных систем, предполагает использование агентов, то КС должна также являться агентом.

В рамках веб-ориентированной АСТПП предлагается следующие алгоритмы импорта/экспорта данных из PDM-системы.

Во-первых. Импорт данных в PDM-систему выполняется в соответствии с диаграммой последовательности, показанной на рисунке 1.

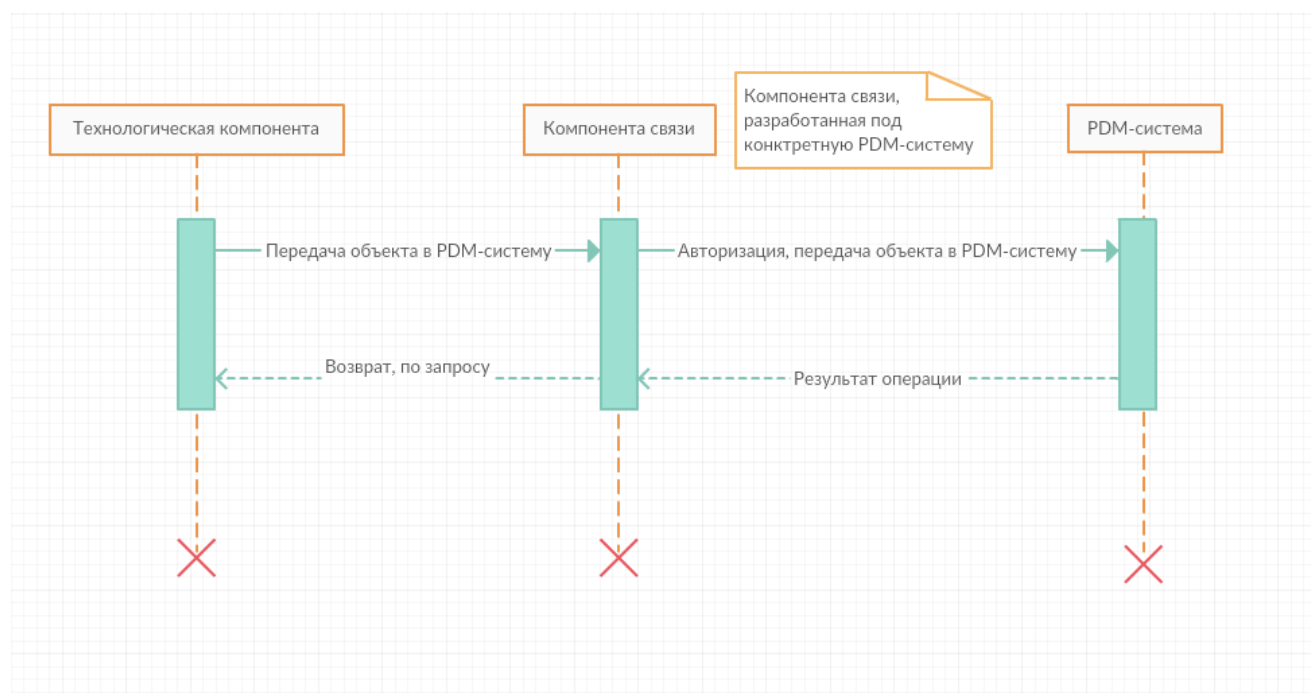


Рис. 1 – Импорт данных в PDM-систему

Для реализации механизма импорта в компоненте, решающей технологические задачи, должен быть реализован метод, с помощью которого производится переадресация к КС с одновременной передачей объекта и его описания. В компоненте пользователь вводит необходимые данные для прохождения авторизации в PDM-системе, недостающее описание объекта и другие данные. После чего объект передается в PDM-систему.

Во-вторых. Экспорт данных из PDM-системы производится в соответствии с диаграммой последовательности, показанной на рисунке 2.

Пользователь в PDM-системе выбирает файл, который необходимо открыть на просмотр или для редактирования. Выбранный объект с параметрами открытия передается в КС. Компонента связи производит поиск нужной компоненты, решающей технологические задачи и способной обрабатывать выбранный объект. После чего, при удачном поиске, производится переадресация к такой компоненте с объектом.

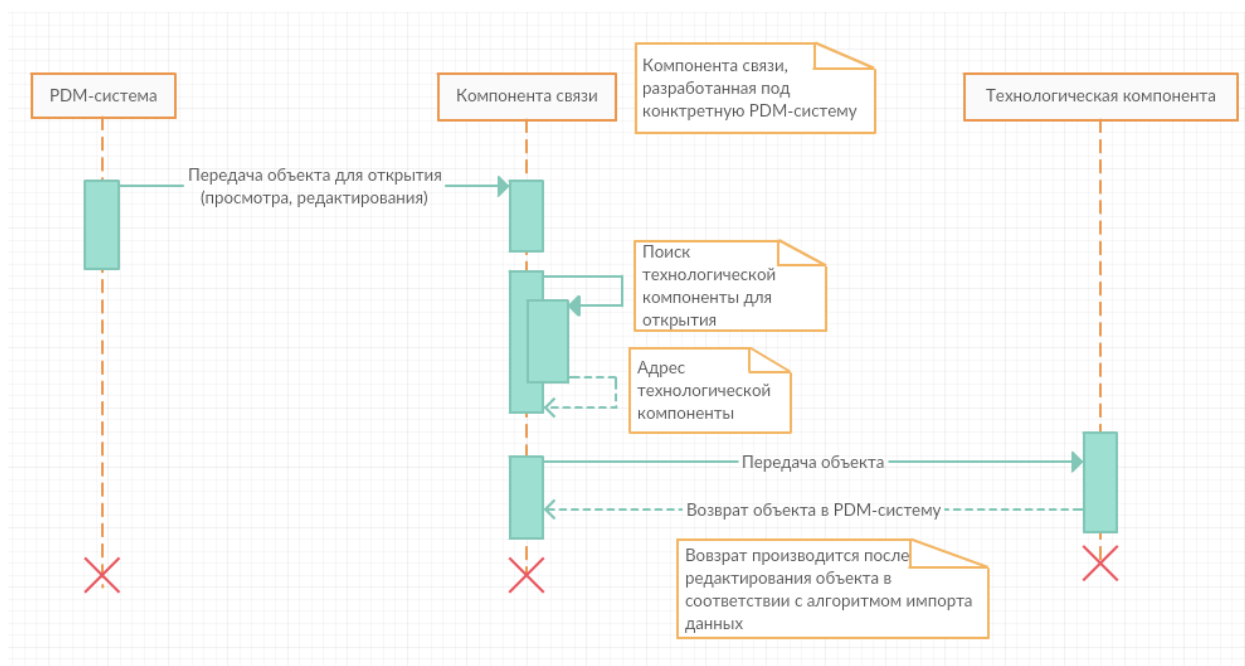


Рис. 2. Экспорт данных из PDM-системы

После редактирования возможен импорт объекта в соответствии с алгоритмом импорта данных в PDM-систему, описанный выше.

Предложенная методика интеграции и алгоритмы для обеспечения интеграции между веб-ориентированной АСТПП и PDM-системой удовлетворяют требованиям при разработке мультиагентных систем и способны выполняться веб-приложениями. Так как КС разрабатывает под конкретную PDM-систему, то возможно обеспечить интеграцию с любой подобной системой, если она имеет возможность доступа к своим данным по интернет протоколам.

Литература

1. Д.Д. Куликов, Б.С. Падун, Е.И. Яблочников. Перспективы автоматизации технологической подготовки производства//Изв. вузов. Приборостроение. 2014. Т. 57, №8. С. 7 – 11
2. М.Я. Афанасьев, А.А. Саломатина, Е.Е. Алёшина, Е.И. Яблочников. Применение многоагентных технологий для реализации системы управления виртуальным предприятием // Науч. техн. вестн. Информационных технологий, механики и оптики. 2011 №5(75). С.105-111
3. SMARTTEAM Version 5 Release 11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.smarteam.ru/publications/article8/article8.pdf>, свободный.

References

1. D.D. Kulikov, B.S. Padun, E.I. Jablochnikov. Perspektivy avtomatizacii tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva//Izv. vuzov. Priborostroenie. 2014. T. 57, №8. S. 7 – 11
2. M.Ja. Afanas'ev, A.A. Salomatina, E.E. Aljoshina, E.I. Jablochnikov. Primenenie mnogoalennyh tehnologij dlja realizacii sistemy upravlenija virtual'nyim predpriatiem // Nauch. tehn. vestn. Informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki. 2011 №5(75). S.105-111
3. SMARTTEAM Version 5 Release 11 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.smarteam.ru/publications/article8/article8.pdf>, svobodnyj.

Цимбал В.А.¹, Шиманов С.Н.², Тоискин В.Е.³¹Доктор технических наук, ²доктор технических наук, ³кандидат технических наук,
МОУ «Институт инженерной физики»**НАХОЖДЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОНЕЧНЫХ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ШАГАХ ПЕРЕХОДОВ****Аннотация**

В статье представлен методический подход к анализу характеристик неоднородных конечных марковских цепей при разных шагах переходов. Предложен подход к определению вероятностно-временных характеристик и временных характеристик.

Ключевые слова: сеть передачи данных (СПД), конечная марковская цепь (КМЦ), шаг перехода из состояния в состоянии КМЦ, фиктивные состояния, неоднородная КМЦ.

Tsimbal V.A.¹, Shimanov S.N.², Toiskin V.E.³¹PhD in Engineering, ²PhD in Engineering, ³PhD in Engineering,
MOU «Institute of engineering physics»**FINDING OF CHARACTERISTICS OF FINITE MARKOV CIRCUITS AT THE ARBITRARY STEPS OF PASSAGES****Abstract**

In article final chain Marcova with different steps of transitions in which there is a reduction of length of all steps to the minimum is presented. The concept of the fictitious conditions providing adequacy of generated final chain Marcova to physical process is thus entered. The approach by definition of is likelihood-time characteristics and time characteristics of non-uniform final chains Marcova with identical and different step of transition from a condition in conditions of final chain Marcova is offered.

Keywords: data transmission network (DTN), final chain Marcova (FCM), a step of transition from a condition in conditions FCM, fictitious conditions, non-uniform FCM.

Конечные марковские цепи (КМЦ) широко используются при описании циклических процессов, протекающих во многих технических системах, в частности, в системах радиотехнического и телекоммуникационного профиля [1,2]. Например, процесс функционирования сети передачи данных (СПД) хорошо описывается КМЦ. Это обусловлено тем, что [3,4]: - процесс доставки сообщений в СПД является случайным, что вытекает из наличия в каналах связи (КС) помех, приводящих к искажениям передаваемых бит информации; - физика процесса доставки сообщений в СПД подтверждает соблюдение в нем марковского свойства; - изменение состояния данного процесса происходит в дискретные моменты времени, вызванные передачей информационного или квитационного кадров; - количество состояний рассматриваемого процесса счетно и конечно. Именно эти свойства и лежат в основе определения такого случайного процесса как конечная марковская цепь. Различают поглощающие и эргодические КМЦ. В первом случае в КМЦ имеется одно или несколько поглощающих состояний, во втором - таковые отсутствуют. Случайный процесс, попав в поглощающее состояние, выйти из него уже не может. Здесь рассматриваются только поглощающие КМЦ.

Основными характеристиками КМЦ, находимыми в различных исследованиях, как правило, являются вероятностно-временные (ВВХ) и временные характеристики (ВХ), при этом исходными данными для анализа являются матрица переходных вероятностей (МПВ) и вектор вероятностей начальных состояний КМЦ.

В случае, когда КМЦ является однородной (МПВ неизменна от шага к шагу) и шаг переходов (ШП) по всей цепи одинаков, нахождение ВВХ и ВХ осуществляется известными подходами теории КМЦ [2-4].

Отметим, что под ВВХ понимается динамика вероятностей состояний КМЦ на i -м шаге, и они описываются уравнением Колмогорова-Чепмена (УКЧ):

$$P_{S(n)}^{(i)} = P_{S(n)}^{(0)} \cdot P_{[n,n]} \quad (1)$$

где $P_{S(n)}^{(0)}$ - вектор вероятностей состояний КМЦ на нулевом шаге (вектор начальных состояний);

$P_{S(n)}^{(i)}$ - вектор вероятностей состояний КМЦ на i -м шаге;

$P_{[n,n]}$ - МПВ КМЦ.

Под ВХ понимается математическое ожидание (МО) числа шагов $M[L]$, затрачиваемое процессом для перехода из l -го состояния в поглощающее и дисперсия $D[L]$ (среднее квадратическое отклонение $\sigma[L]$ (СКО)) числа таких шагов. Определения ВХ поглощающей КМЦ осуществляется по фундаментальной матрице (ФМ) $N_{[n-r,n-r]}$, получаемой из матрицы $Q_{[n-r,n-r]}$, сформированной из МПВ $P_{[n,n]}$, где r - количество поглощающих состояний КМЦ. ФМ имеет вид:

$$N_{[n-r,n-r]} = (I - Q)^{-1}, \quad (2)$$

где I - единичная матрица размером $(n-r) \times (n-r)$.

МО числа шагов $M[L]$, затрачиваемое процессом для перехода из l -го состояния в поглощающее, равно сумме элементов последней строки ФМ.

Дисперсия числа шагов $D[L]$ находят по так называемой дисперсионной матрице (ДМ), получаемой по формуле:

$$N_{d[n-r,n-r]} = N_{[n-r,n-r]} \times (2N_{dg[n-r,n-r]} - I) - N_{sg[n-r,n-r]}, \quad (3)$$

где $N_{dg[n-r,n-r]}$ - диагональная матрица, полученная из ФМ заменой всех элементов нулями, кроме элементов главной диагонали; $N_{sg[n-r,n-r]}$ - матрица, полученная из диагональной возведением каждого ее члена в квадрат.

Дисперсия числа шагов $D[L]$, затрачиваемых процессом для перехода из l -го состояния в поглощающие, равно сумме элементов последней строки ДМ (3).

Переход к реальному времени при нахождении ВВХ на l -м шаге процесса в классической теории КМЦ осуществляется умножением текущего числа шагов на длину шага τ_{u_l} , т.е. $t_l = l \cdot \tau_{u_l}$. Переход к реальному времени при нахождении МО и дисперсии осуществляется так:

$$M[t] = M[L] \cdot \tau_{u_l}; \quad D[t] = D[L] \cdot \tau_{u_l}^2. \quad (4)$$

Однако, во многих практических случаях в КМЦ ШП разные. Это актуально, например, для СПД, у которых процесс доведения сообщений сопровождается как передачей на канальном уровне повтора информационного кадра (ИК), так и квитанционного кадра (КК) о верном или неверном доведении ИК. Учитывая, что длины ИК и КК разные, а скорость передачи информации как в прямом, так и в обратном каналах чаще всего одинакова, возникает проблема определения ВХ и ВВХ по описывающей данный процесс КМЦ с разными ШП. Снять данное ограничение классической теории КМЦ позволяют метод «фиктивных состояний» и метод «среднего шага переходов».

Метод фиктивных состояний заключается в следующем [5,6]. Среди всех ШП анализируемой КМЦ, кроме перехода «сам в себя», выделяется наименьший и все остальные шаги нормируются по нему. Причем, наименьший ШП рассматриваемой КМЦ является наибольшим общим делителем всех её ШП. Во все переходы с «длинными» шагами вводится дополнительно фиктивные состояния, причем их число равно норме «длинного» шага по отношению к «короткому» без единицы. Переход в первое фиктивное состояние некоторого перехода осуществляется с имеющейся ПВ, а переходы из одного фиктивного состояния в другое, а также из последнего фиктивного состояния в искомое происходит с вероятностью 1. Таким образом, во всей КМЦ ШП выравнивается по самому короткому шагу. Последнее позволяет использовать классический подход к нахождению ВХ и ВВХ КМЦ.

Недостатком этого метода является существенное увеличение числа состояний КМЦ при большом временном разбросе значений ШП и как следствие - увеличение размеров МПВ. При этом МПВ будет увеличиваться только за счет введения нулевых элементов, что не приводит к её усложнению, а следовательно, и не усложнит трудоемкий процесс нахождения самих переходных вероятностей (ПВ). Однако метод фиктивных состояний при большом числе разных ШП анализируемой КМЦ требует нахождения наибольшего общего делителя и модификации КМЦ, которая становится разреженной, что вызывает сложности при её обращении.

Для этого случая используется метод среднего шага переходов [4]. Его суть заключается в следующем. Пусть имеется КМЦ с n состояниями, переходы между которыми происходят с разными шагами. Аналогично МПВ $P_{[n,n]}$ для

КМЦ вводится матрица шагов переходов (МШП) $T_{[n,n]}$, при этом каждой ПВ $P_{i,j}$ соответствует свой шаг $\tau_{i,j} (i, j = \overline{1, n})$. КМЦ рассматривается в переходном режиме за L шагов. Распределение вероятностей КМЦ на нулевом шаге задано вектором $P_{S_{(n)}}^{(0)}$, финальное распределение вероятностей – вектором $P_{S_{(n)}}^{(f)}$. Для каждого i -го состояния КМЦ вводится частный средний ШП во все состояния:

$$t_i = \sum_{j=1}^n p_{i,j} \tau_{i,j} = const, \quad (5)$$

и для всей КМЦ средний ШП на текущем ℓ -м шаге $\bar{\tau}_{u_\ell}$.

В основу метода среднего шага переходов положены следующие доказанные утверждения.

Утверждение 1. Средний ШП в КМЦ с разными ШП на каждом текущем шаге ℓ является своим, т.е. если $\tau_{i,j} \neq const$, то:

$$\forall \ell = \overline{0, L} \quad \exists \quad \bar{\tau}_{u_\ell} = \sum_{i=1}^n t_i \cdot P_{S_{(n)}}^{(\ell)}. \quad (6)$$

Утверждение 2. Средний шаг в КМЦ с разными ШП зависит от начального распределения вероятностей состояний, т.е. если $\tau_{i,j} \neq const$, то:

$$\forall \ell = \overline{0, L} \quad \exists \quad \bar{\tau}_{u_\ell} = f\left(P_{S_{(n)}}^{(0)}\right). \quad (7)$$

Утверждение 3. Реальное среднее время за L шагов КМЦ с разными ШП $\tau_{i,j}$ равно:

$$\forall \ell = \overline{0, L} \quad \exists \quad t_L = \sum_{\ell=1}^L \bar{\tau}_{u_\ell}. \quad (8)$$

Утверждение 5. Дисперсия «среднего шага» в КМЦ с разными ШП на каждом текущем шаге ℓ является своей, т.е. если $\tau_{i,j} \neq const$, то:

$$\forall \ell = \overline{0, L} \quad \exists \quad D[\tau_{u_\ell}] = \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{\tau}_{u_\ell})^2 \cdot P_{S_{(n)}}^{(l)}. \quad (9)$$

Утверждение 6. Средний ШП эргодической КМЦ с разными ШП с течением времени стремится к постоянной величине, т.е. если $\tau_{i,j} \neq const$, то:

$$\lim_{\ell \rightarrow \infty} \bar{\tau}_{u_\ell} = \sum_{i=1}^n \tau_i P_{S_i}^{(f)}. \quad (10)$$

Утверждение 7. Средний ШП поглощающей КМЦ с разными ШП с течением времени стремится к ШП поглощающего состояния, т.е. если $\tau_{i,j} \neq const$, то:

$$\lim_{\ell \rightarrow \infty} \bar{\tau}_{u_\ell} = \tau_{n,n}. \quad (11)$$

Утверждение 8. Дисперсия «среднего шага» в эргодической и поглощающей КМЦ с разными ШП с течением времени стремится нулю, т.е. если $\tau_{i,j} \neq const$, то:

$$\lim_{l \rightarrow \infty} D[\tau_{u_l}] = 0. \quad (12)$$

Утверждение 9. Среднее время перехода КМЦ из состояния i в состояние j при разных ШП равно:

$$\forall i, j = \overline{1, n} \quad \exists \quad M[t] = \sum_{k=i}^{j-1} M[S_k] \cdot \tau_k, \quad (13)$$

где $M[S_k]$ - среднее число шагов, проводимых процессом в k -м сообщаемом состоянии (находится по ФМ (2));

τ_k - частный средний ШП для k -го состояния.

Утверждение 10. Дисперсия времени перехода КМЦ из состояния i в состояние j при разных ШП равна:

$$\forall i, j = \overline{1, n} \quad \exists \quad D[t] = \sum_{k=i}^{j-1} D[S_k] \cdot \tau_k^2, \quad (14)$$

где $D[S_k]$ - дисперсия числа шагов, проводимых процессом в k -м состоянии (находится по ДМ (3)).

Таким образом, для нахождения ВВХ по методу среднего шага переходов необходимо использовать УКЧ (для нахождения вектора вероятностей состояний) и воспользоваться один раз выражением (5) и на каждом шаге решения УКЧ выражениями (6), (8) и (9) для нахождения длины конкретного шага и длительности всего процесса в целом. Для нахождения ВХ достаточно воспользоваться выражениями (13) и (14) в совокупности с выражением (5).

В телекоммуникационных системах процесс доведения сообщений зачастую имеет нестационарный характер, что объясняется, например, изменением вероятности ошибки на элементарный символ в сеансе связи и др.

Соответствующая таким реальным процессам КМЦ является неоднородной, т.к. компоненты (ПВ) МПВ у неё меняется от шага к шагу. Кроме того, в такой КМЦ ШП могут быть также как одинаковыми, так и разными.

Нахождение ВВХ в неоднородной КМЦ при одинаковых ШП осуществляется по известному УКЧ в следующей модификации [7]:

$$P_{S_{(n)}}^{(i)} = P_{S_{(n)}}^{(i-1)} \cdot P_{[n,n]}^{(i)} \quad (15)$$

где $P_{[n,n]}^{(i)}$ - МПВ на i -м шаге КМЦ.

Длительность анализируемого процесса будет зависеть от числа шагов так: $t_i = i \cdot \tau_{u_i}$.

Нахождение ВХ ($M[L]$ и $D[L]$) базируется на получении из МПВ ФМ и ДМ. Но МПВ на каждом шаге КМЦ своя. Следовательно, на каждом шаге l могут быть получены свои $M[L]_l$ и $D[L]_l$. К их усреднению могут быть применены разные подходы. Один из них заключается в следующем. Для всех L шагов находятся МПВ, а затем на их множестве для каждого шага строится матрица дисперсий ПВ. Суммированием всех дисперсий такой матрицы получаем для неё некий коэффициент. Нормируя данные коэффициенты по всему множеству МПВ, получаем весовые коэффициенты для каждой МПВ. Именно они и будут использованы для усреднения $M[L]$ и $D[L]$ на всем множестве шагов.

Нахождение ВВХ в неоднородной КМЦ при разных ШП осуществляется также по УКЧ (15), при этом на каждом шаге УКЧ дает вектор вероятностей состояний. Для нахождения длительности процесса при разных ШП также используется метод среднего шага переходов. При этом на каждом текущем шаге необходимо воспользоваться выражениями (5), (6), (8) и (9) для нахождения длины конкретного шага и длительности всего процесса в целом.

Нахождение ВХ в неоднородной КМЦ при разных ШП осуществляется комбинацией подходов для случая однородной КМЦ и разных ШП и случая неоднородной КМЦ и одинаковых ШП. Это допустимо в силу независимости процедур нахождения среднего текущего шага и процедуры нахождения весовых коэффициентов для усреднения $M[L]$ и $D[L]$ на всем множестве шагов.

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Основы сетей передачи данных. Курс лекций. Учебное пособие/Издание второе исправное/ - М.: Интуит.ру «Интернет-университет Информационных Технологий», 2005 – 176с.
2. Казаков В.А. Введение в теорию марковских процессов и некоторые радиотехнические задачи.-М.: Сов.радио, 1973.
3. Кемени Джон Дж., Снелл Дж. Ларк. Конечные цепи Маркова./Пер. с англ. – М.: Наука, 1970.
4. Цимбал, В. А. Информационный обмен в сетях передачи данных. Марковский подход : монография [Текст] / В. А. Цимбал. – М.: Вузовская книга, 2014. – 144 с.: ил.
5. Цимбал В.А., Косарева Л.Н. Метод фиктивных состояний определения характеристик конечных марковских цепей при разнотипной длине шага переходов. /VI международная конференция. – г. Пушкино. – 1999. – С.286.
6. Цимбал В.А. Нахождение характеристик реальных процессов на основе метода фиктивных состояний. - М.: Измерительная техника №12, 2001.
7. В.А.Цимбал, М.Ю.Попов, М.Ю.Дробышев Математическое моделирование процесса доведения сообщения в радиосети без обратной связи с повторениями и накоплением информации / Информационные технологии в проектировании и производстве №3,2010/ – Москва. - С.78 - 83

References

1. Olifer V.G., Olifer N.A. Osnovi setej peredachi danih. Kurs lekcij. Uchebnoe posobie. / Izdanie vtoroe ispravlennoe / - M.: Intuit.ru «Internet-universitet informacionnih tehnologij», 2005 – 176s.
2. Kazakov V.A. Vvedenie v teoriiu marcovskih processov I nekotorie radiotekhnicheskie zadachi.-M.: Sov.radio, 1973.
3. Kemeni Djon Dj., Snell Dj. Lark. Konechnie cepi Markova / Per. s angl. – M.: Nauka, 1970.
4. Tsimbal, V. A. Informacionnij obmen v cetyah peredachi danih.Markovskij podhod: monografiya. / V. A. Tsimbal. – M.: Vuzovskaya kniga, 2014. – 144 s.: il.
5. Tsimbal, V. A. Metod fiktivnih sostoyanij opredeleniya harakteristik konechnih markovskih cepej pri raznoj dline shaga perehodov // V. A. Tsimbal, L. N. Kosareva / VI mejdunarodnaya konferenciya. – g. Push'ino. – 1999. – S.286.
6. Tsimbal, V. A. Nahojdenie harakteristik realnih processov na osnove metoda fiktivnih sostoyanij. - M.: Izmeritelnaya tehnika №12, 2001.
7. Tsimbal, V. A. В.А.Цимбал, М.Ю.Попов, М.Ю.Дробышев Математическое моделирование процесса доведения сообщения в радиосети без обратной связи с повторениями I накоплением информации / Informacionnie tehnologii v proectirovanii i proizvodstve №3,2010/ – М.: - S.78 - 83

Черкашина Н.И.

Кандидат технических наук, доцент,

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

Работа выполнена при поддержке проектной части Государственного задания Минобрнауки РФ,

проект № 11.2034.2014/К и гранта РФФИ, проект. № 14-41-08059.

КОНСТРУКЦИОННЫЕ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Аннотация

Рассмотрены технологические особенности получения конструкционных радиационно-защитных композиционных материалов для защиты ядерно-энергетических объектов. Установлен состав и основные свойства разработанного материала защиты.

Ключевые слова: радиационная защита, композиционный материал, состав, свойства.

Cherkashina N.I.

PhD in technica, Associate professor, Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhova

CONSTRUCTIONAL RADIATION AND PROTECTIVE MATERIALS OF NEW GENERATION

Abstract

Technological features of receiving constructional radiation protective composite materials for protection of nuclear and power objects are considered. The structure and the main properties of the developed is established swore at protection.

Keywords: radiation protection, composite material, structure, properties.

Основной недостаток используемых для биологической защиты на АЭС с РБМК и ВВЭР серпентинитовых бетонов ЖБСЦК (железобарийсерпентинитовый цементный камень) - низкая теплопроводность (1,75 Вт/(м·К)), затрудняющая отвод выделяемого в защите тепла, сравнительно низкие физико-механические показатели (прочность на сжатие 40 МПа), недостаточно высокая радиационная стойкость при повышенных температурах и мощности дозы более 2 Мрад/час (до 10 МГр), невысокая температура эксплуатации (до 280 °С) и повышенный уровень газовыделения за счет радиолитической связанной воды, содержание которой достигает 140 л/м³ бетона [1-15].

Кроме того, действующие АЭС ставят вопрос о повышении радиационно-защитных свойств биологической защиты. Известные зарубежные аналоги обладают схожими недостатками, а используемые научно-технологические подходы не в полной мере решают данные проблемы, повышая значения одних показателей за счет снижения других [16-30].

Необходимо проведение исследований по разработке радиационно-стойкого композиционного материала на основе тяжёлого магнетито-серпентинитового цементного бетона (МСЦБ), обеспечивающего высокие нейтроннозащитные свойства ядерных реакторов АЭС на тепловых нейтронах за счет содержания химически связанных с наполнителем редкоземельных элементов и кристаллизационной воды на уровне не менее 1,5% после длительной термообработки бетона в рабочих условиях при температуре 300 °С. Используемый состав материала обеспечит теплопроводность бетона на уровне 3,85 Вт/(м·К), прочность на сжатие более 55 МПа, радиационную

стойкость более 30 МГр, температуру эксплуатации более 400 °С и содержание связанной воды до 90 л/м³. При этом радиационно-защитные свойства разрабатываемого бетона по нейтронному и гамма излучению будут на 25 % выше по сравнению с существующими аналогами. Введение в состав ферритных фаз позволит установить возможность радиационного упрочнения материала под действием промежуточных процессов бомбардировки структуры быстрыми электронами, возникающими при реакторном гамма излучении.

Модифицирование железорудной поверхности наполнителя позволит достичь максимальной активации неорганической поверхности и упрочнение композита. Для активации использованы ионы Fe³⁺, которые, адсорбируясь из раствора способны достраивать кристаллическую решётку оксидов железа, изменяя тем самым общее ионное равновесие в растворе.

Находящийся в дисперсионной среде активный комплексобразующий ион Fe³⁺ характеризуется способностью к насыщению части координационных сфер соответствующими лигандами. Если противоион не является достаточно хорошим донором, а другие комплексобразующие лиганды отсутствуют, что имеет место в рассматриваемом случае, то координируются молекулы растворителя, в результате чего образуются сольватные комплексы – аквакомплексы Fe(H₂O)₆³⁺. Являясь валентно-ненасыщенными, но насыщенными координационно, эти аквакомплексы присоединяют указанные выше гидроксиланионные лиганды, образуя соединения вида Fe(H₂O)₅(OH)₂⁺ An⁻.

Использование модифицированного магнетитового концентрата увеличивает прочностные характеристики композиционного материала, в сравнении с не модифицированным магнетитом, особенно на ранних сроках твердения бетонной смеси (на 50 % больше прирост прочности через 7 и 14 суток твердения, и на 17% больше через 28 суток).

При твердении МСЦБ, образующиеся в процессе гидратации цемента гидросиликаты, гидроалюминаты и гидроксиды кальция сорбируются на крупных кристаллах гидроксिलированных оксидов железа. В дальнейшем происходит интенсивный рост гидросиликатов на поверхности оксидов железа, которые выступают центрами кристаллизации для продуктов гидратации клинкерных минералов.

Усиление процессов гидролиза клинкерных минералов и интенсификация процессов гидратации приводит к образованию более однородной матрицы, обладающей повышенной плотностью и прочностью. Заполнение порового пространства в МСЦБ на модифицированном магнетите на 12% выше, чем на не модифицированном.

Литература

1. Pavlenko V. I. Simulation of the processes of gamma-radiation transport through shielding containers for radioactive waste / Pavlenko V.I., Yastrebinskii R.N., Lipkanskii V.M. // Russian Physics Journal. 2003. Т. 46. №10. С.1062-1065.
2. Pavlenko V. I. Modeling of processes of interaction of high-energy radiations with radiation-protective oxide of iron composites / Pavlenko V. I., Yastrebinskij R. N., Degtyarev S. V. // Электромагнитные волны и электронные системы. 2005. Т. 10. № 1-2. С. 46-51.
3. Матюхин П. В. Композиционный материал, стойкий к воздействию высокоэнергетических излучений / Матюхин П. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 25-27.
4. Композиционный материал для защиты от гамма-излучения / Ястребинский Р. Н., Павленко В. И., Матюхин П. В., Четвериков Н. А. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 3. С. 17-20.
5. Ястребинская А. В. Модифицированный конструкционный стеклопластик на основе эпоксидных олигомеров для строительных изделий: Автореф. дис. канд. техн. наук. / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород. 2004. 19 с.
6. Ястребинский Р. Н. Модифицированные железоксидные системы – эффективные сорбенты радионуклидов / Ястребинский Р. Н., Павленко В. И., Бондаренко Г. Г., Ястребинская А. В., Черкашина Н. И. // Перспективные материалы. - 2013. - № 5. - С. 39-43.
7. Перспективы создания современных высококонструкционных радиационно-защитных металлокомпозитов / Матюхин П. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Бондаренко Ю. М. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 2. - С. 27-29.
8. Композиционный материал для радиационной защиты / Матюхин П. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Бондаренко Ю. М. // Патент на изобретение, RU 2470395, 20.12.2010.
9. Матюхин П. В. Исследование механизмов модифицирования поверхности природных железорудных минералов алкилсиликонатами / Матюхин П. В., Ястребинский Р. Н. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. - 2005. - Т. 48. - № 4. - С. 140.
10. Павленко В. И. Радиационно-защитный бетон для биологической защиты ядерных реакторов / Павленко В. И., Епифановский И. С., Ястребинский Р. Н. // Перспективные материалы. - 2006. - № 3. - С. 22.
11. Павленко В. И. Радиационно-защитный тяжелый бетон на основе железорудного минерального сырья / Павленко В. И., Воронов Д. В., Ястребинский Р. Н. // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2007. - № 4. - С. 40-42.
12. Радиационно-защитный бетон для биологической защиты ядерных реакторов / Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Смоликов А. А., Дегтярев С. В., Воронов Д. В. // Перспективные материалы. - 2006. - № 2. - С. 47-50.
13. Павленко В. И. Тяжелый бетон для защиты от ионизирующих излучений / Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Воронов Д. В. // Строительные материалы. - 2007. - № 8. - С. 48-49.
14. Павленко В. И. Исследование тяжелого радиационно-защитного бетона после активации быстрыми нейтронами и гамма-излучением / Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Воронов Д. В. // Инженерно-физический журнал. - 2008. - Т. 81. - № 4. - С. 661-665.
15. Радиационно-защитный бетон для АЭС с РБМК на основе железо-серпентинитовых композиций с цементным связующим / Павленко В. И., Смоликов А. А., Ястребинский Р. Н., Дегтярев С. В., Панкратьев Ю. В., Орлов Ю. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2004. - № 8. - С. 66.

16. Полимерные радиационно-защитные композиты / Павленко В.И. монография // В. И. Павленко, Р. Н. Ястребинский. Белгород. 2009.
17. Термопластичные конструкционные композиционные материалы для радиационной защиты / Павленко В. И., Епифановский И. С., Ястребинский Р. Н., Куприева О. В. // Перспективные материалы. 2010. № 6. С. 22-28.
18. Нанонаполненные полимерные композиционные радиационно-защитные материалы авиационно-космического назначения / Едаменко О. Д., Ястребинский Р. Н., Соколенко И. В., Ястребинская А.В. // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 128.
19. Радиационно-защитный композиционный материал на основе полистирольной матрицы / Павленко В. И., Едаменко О. Д., Ястребинский Р. Н., Черкашина Н. И. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 3. - С. 113-116..
20. Высокодисперсные органосиланосилоксановые наполнители полимерных матриц / Павленко В. И., Ястребинская А. В., Павленко З. В., Ястребинский Р. Н. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2010. № 2. С. 99-103.
21. Павленко В. И. Полимерные диэлектрические композиты с эффектом активной защиты / Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Ястребинская А. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 3. С. 62-66.
22. Thermoplastic constructional composite material for radiation protection Pavlenko V. I., Yastrebinskii R. N., Kuprieva O. V., Epifanovskii I. S. // Inorganic Materials: Applied Research. 2011. T. 2. № 2. С. 136-141.
23. Ястребинская А. В. Разработка и применение композиционного материала на основе эпоксидиановой смолы для строительных конструкций и теплоэнергетики / Ястребинская А. В., Огрель Л. Ю. // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 2. С. 173.
24. Ястребинская А. В. Коррозионностойкие полимеркомпозиты на основе эпоксидных и полиэфирных олигомеров для строительства / Ястребинская А. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н. // Перспективы развития строительного комплекса. - 2012. - Т. 1. - С. 243-247.
25. Структурообразование металлоолигомерных водных дисперсий / Ястребинский Р. Н., Павленко В. И., Ястребинская А. В., Матюхин П. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 121-123.
26. Механическая активация полимерных диэлектрических композиционных материалов в непрерывном режиме / Ястребинская А. В., Павленко В. И., Матюхин П. В., Воронов Д. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 3. С. 74-77.
27. Огрель Л. Ю. Полимеризация эпоксидного связующего в присутствии добавки полиметилсилоксана / Огрель Л. Ю., Ястребинская А. В., Бондаренко Г. Н. // Строительные материалы. 2005. № 9. С. 82-87.
28. Огрель Л. Ю. Структурообразование и свойства легированных эпоксидных композитов / Огрель Л. Ю., Ястребинская А. В. // Строительные материалы. 2004. № 8. С. 48-49.
29. Расчеты процессов прохождения гамма-квантов через полимерный радиационно-защитный композит/ Павленко В. И., Липканский В. М., Ястребинский Р.Н.//Инженерно-физический журнал. 2004. Т.77. №1. С.12-15.
30. Моделирование прохождения высокоэнергетических электронов в высоконаполненном полимерном композите / Соколенко И. В., Ястребинский Р.Н., Крайний А. А., Матюхин П. В., Тарасов Д. Г. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С.145-148.

References

1. Pavlenko V. I. Simulation of the processes of gamma-radiation transport through shielding containers for radioactive waste / Pavlenko V.I., Yastrebinskii R.N., Lipkanskii V.M. // Russian Physics Journal. 2003. T. 46. №10. С.1062-1065.
2. Pavlenko V. I. Modeling of processes of interaction of high-energy radiations with radiation-protective oxide of iron composites / Pavlenko V. I., Yastrebinskij R. N., Degtyarev S. V. // Электромагнитные волны и электронные системы. 2005. Т. 10. № 1-2. С. 46-51.
3. Matjuhin P. V. Kompozicionnyj material, stojkij k vozdejstvu vysokojenergeticheskikh izluchenij / Matjuhin P. V., Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2012. № 2. S. 25-27.
4. Kompozicionnyj material dlja zashhity ot gamma-izluchenija / Jastrebinskij R. N., Pavlenko V. I., Matjuhin P. V., Chetverikov N. A. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2011. № 3. S. 17-20.
5. Jastrebinskaja A. V. Modificirovannyj konstrukcionnyj stekloplastik na osnove jepoksidnyh oligomerov dlja stroitel'nyh izdelij: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk. / Belgorodskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova. Belgorod. 2004. 19 s.
6. Jastrebinskij R. N. Modificirovannye zhelezooksidnye sistemy – jeffektivnye sorbenty radionuklidov / Jastrebinskij R. N., Pavlenko V. I., Bondarenko G. G., Jastrebinskaja A. V., Cherkashina N. I. // Perspektivnye materialy. - 2013. - № 5. - S. 39-43.
7. Perspektivy sozdaniya sovremennyh vysokokonstrukcionnyh radiacionno-zashhitnyh metallokompozitov / Matjuhin P. V., Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Bondarenko Ju. M. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. - 2011. - № 2. - S. 27-29.
8. Kompozicionnyj material dlja radiacionnoj zashhity / Matjuhin P. V., Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Bondarenko Ju. M. // Patent na izobretenie, RU 2470395, 20.12.2010.
9. Matjuhin P. V. Issledovanie mehanizmov modifirovaniya poverhnosti prirodnyh zhelezorudnyh mineralov alkilsilikonatami / Matjuhin P. V., Jastrebinskij R. N. // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya: Himija i himicheskaja tehnologija. - 2005. - Т. 48. - № 4. - S. 140.

10. Pavlenko V. I. Radiacionno-zashhitnyj beton dlja biologicheskoy zashhity jadernyh reaktorov / Pavlenko V. I., Epifanovskij I. S., Jastrebinskij R. N. // Perspektivnye materialy. - 2006. - № 3. - S. 22.
11. Pavlenko V. I. Radiacionno-zashhitnyj tjazhelyj beton na osnove zhelezorudnogo mineral'nogo syr'ja / Pavlenko V. I., Voronov D. V., Jastrebinskij R. N. // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. - 2007. - № 4. - S. 40-42.
12. Radiacionno-zashhitnyj beton dlja biologicheskoy zashhity jadernyh reaktorov / Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Smolikov A. A., Degtjarev S. V., Voronov D. V. // Perspektivnye materialy. - 2006. - № 2. - S. 47-50.
13. Pavlenko V. I. Tjazhelyj beton dlja zashhity ot ionizirujushhih izluchenij / Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Voronov D. V. // Stroitel'nye materialy. - 2007. - № 8. - S. 48-49.
14. Pavlenko V. I. Issledovanie tjazhelogo radiacionno-zashhitnogo betona posle aktivacii bystryimi nejtronami i gamma-izlucheniem / Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Voronov D. V. // Inzhenerno-fizicheskij zhurnal. - 2008. - T. 81. - № 4. - S. 661-665.
15. Radiacionno-zashhitnyj beton dlja AJeS c RBMK na osnove zhelezo-serpentinitovyh kompozicij s cementnym svjazujushhim / Pavlenko V. I., Smolikov A. A., Jastrebinskij R. N., Degtjarev S. V., Pankrat'ev Ju. V., Orlov Ju. V. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. - 2004. - № 8. - S. 66.
16. Polimernye radiacionno-zashhitnye kompozity / Pavlenko V.I. monografija // V. I. Pavlenko, R. N. Jastrebinskij. Belgorod. 2009.
17. Termoplastichnye konstrukcionnye kompozicionnye materialy dlja radiacionnoj zashhity / Pavlenko V. I., Epifanovskij I. S., Jastrebinskij R. N., Kuprieva O. V. // Perspektivnye materialy. 2010. № 6. S. 22-28.
18. Nanonapolnennye polimernye kompozicionnye radiacionno-zashhitnye materialy aviacionno-kosmicheskogo naznachenija / Edamenko O. D., Jastrebinskij R. N., Sokolenko I. V., Jastrebinskaja A.V. // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. № 6. S. 128.
19. Radiacionno-zashhitnyj kompozicionnyj material na osnove polistirolnoj matricy / Pavlenko V. I., Edamenko O. D., Jastrebinskij R. N., Cherkashina N. I. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. - 2011. - № 3. - S. 113-116..
20. Vysokodispersnye organosvinec-siloksanovye napolniteli polimernyh matric / Pavlenko V. I., Jastrebinskaja A. V., Pavlenko Z. V., Jastrebinskij R. N. // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Serija: Tehnicheskie nauki. 2010. № 2. S. 99-103.
21. Pavlenko V. I. Polimernye dijelektricheskie kompozity s jeffektom aktivnoj zashhity / Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N., Jastrebinskaja A. V. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2009. № 3. S. 62-66.
23. Jastrebinskaja A. V. Razrabotka i primenenie kompozicionnogo materiala na osnove jepoksidianovoj smoly dlja stroitel'nyh konstrukcij i teplojenergetiki / Jastrebinskaja A. V., Ogrel' L. Ju. // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2004. № 2. S. 173.
24. Jastrebinskaja A. V. Korroziionnostojkie polimerkompozity na osnove jepoksidnyh i polijefirnyh oligomerov dlja stroitel'stva / Jastrebinskaja A. V., Pavlenko V. I., Jastrebinskij R. N. // Perspektivy razvitiya stroitel'nogo kompleksa. - 2012. - T. 1. - S. 243-247.
25. Strukturoobrazovanie metallooligomernyh vodnyh dispersij / Jastrebinskij R. N., Pavlenko V. I., Jastrebinskaja A. V., Matjuhin P. V. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2012. № 2. S. 121-123.
26. Mehanicheskaja aktivacija polimernyh dijelektricheskikh kompozicionnyh materialov v nepreryvnom rezhime / Jastrebinskaja A. V., Pavlenko V. I., Matjuhin P. V., Voronov D. V. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2009. № 3. S. 74-77.
27. Ogrel' L. Ju. Polimerizacija jepoksidnogo svjazujushhego v prisutstvii dobavki polimetilsiloksana / Ogrel' L. Ju., Jastrebinskaja A. V., Bondarenko G. N. / Stroitel'nye materialy. 2005. № 9. S. 82-87.
28. Ogrel' L. Ju. Strukturoobrazovanie i svojstva legirovannyh jepoksidnyh kompozitov / Ogrel' L. Ju., Jastrebinskaja A. V. // Stroitel'nye materialy. 2004. № 8. S. 48-49.
29. Raschety processov prohozhdenija gamma-kvantov cherez polimernyj radiacionno-zashhitnyj kompozit/ Pavlenko V. I., Lipkanskij V. M., Jastrebinskij R.N.//Inzhenerno-fizicheskij zhurnal. 2004. T.77. №1. S.12-15.
30. Modelirovanie prohozhdenija vysokojenergeticheskikh jelektronov v vysokonapolnennom polimernom kompozite / Sokolenko I. V., Jastrebinskij R.N., Krajnij A. A., Matjuhin P. V., Tarasov D. G. // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2013. №6. S.145-148.

Чернопазов М.С.¹, Миронов И.С.², Постоногов С.А.³, Будник А.С.⁴¹Ведущий эксперт; ²заместитель ГД, руководитель экспертного центра; ³главный инженер;⁴генеральный директор ООО «НЕФТЕПРОМДИАГНОСТИКА»**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА****Аннотация**

Проанализировано влияние термообработки на напряженно-деформированное состояние металла. Произведен численный анализ результатов, полученных методом магнитометрического контроля. Предложен комплекс методов неразрушающего контроля для определения напряженно-деформированного состояния.

Ключевые слова: Метод магнитной памяти металла, зоны концентрации напряжений, неразрушающий контроль, трубопроводы, напряженно-деформированное состояние.

Chernopazov M.S.¹, Mironov I.S.², Postanogov S.A.³, Budnik A.S.⁴¹Leading expert; ²deputy general director, head of expert center; ³chief engineer;⁴general director «NEFTEPROMDIAGNOSTICA»**STUDY ON THE INFLUENCE OF HEAT DTRESS-STRAIN STATES BY MEANS OF THE METALL MAGNETIC MEMORY****Abstract**

The effect of heat treatment on the stress-strain state of the metal was analyzed. Produced by numerical analysis of the results obtained by magnetometric control. The complex is offered of nondestructive inspection to determine the stress-strain state.

Keywords: The metal magnetic memory method, stress concentration zones, non-destructive testing, pipelines, the stress-strained state.

Введение

Все известные магнитные методы диагностики конструкционных материалов, преимущественно ферромагнитных, можно разделить на две группы: активные – с созданием в материале исследуемой детали «принудительного» магнитного поля заданной ориентации и пассивные – использующие остаточную намагниченность изделия, вызванную внешними магнитными полями естественного или искусственного происхождения.

Активные магнитные методы используют зависимость магнитных характеристик металла от его структуры или фазового состояния, которые определяются технологической предысторией материала и начинают заметно изменяться только при значительных механических напряжениях, близких к предельным. При этом, ограничением возможностей активных методов является практически полное отсутствие чувствительности к аномалиям материала, расположенным в глубине детали.

Известные пассивные магнитные методы диагностики напряженно – деформированного состояния ферромагнитных материалов представляют более тонкий инструмент, однако, и для них характерны низкая чувствительность к аномалиям, расположенным в глубине материала, и неоднозначность результатов оценки состояния материала.

Особое место среди пассивных магнитных методов неразрушающего контроля занимает метод магнитной памяти металла. Это второй после акустической эмиссии метод, использующий внутреннюю энергию материалов.

Метод магнитной памяти металла относится к неразрушающему пассивному феррозондовому магнитному методу. Данный метод основан на измерении и анализе распределения собственных полей рассеяния металла изделий, отражающих их структурную и технологическую наследственность, включая сварные соединения. При контроле используют естественную намагниченность, сформировавшуюся в процессе изготовления в слабом магнитном поле.

Проведение и результаты исследования

В качестве объекта исследования был выбран корпус турбобура [1].

Исследование объекта производилось в объеме:

Определение особенностей конструкции корпуса;

Магнитометрический контроль;

Ультразвуковая толщинометрия и твердометрия (УЗТ и ТД);

Повторное проведение магнитометрического контроля после термообработки.

В ходе исследования проведены замеры размеров объекта, определены конструктивные особенности (резьба, отверстия, изменения толщины стенки и т.п.) и осуществлена привязка их местоположения. Информация о конструктивных особенностях объекта учитывается при анализе результатов магнитометрического контроля.

В качестве метода магнитометрического контроля был выбран контроль по методу магнитной памяти металла (МПМ – контроль).

Магнитометрический контроль корпуса турбобура проводился методом сканирования согласно [3], [4], [5].

В качестве основного диагностического параметра рассматривалась нормальная составляющая напряженности магнитного поля H_p .

В зонах развивающихся повреждений металла и зонах наиболее предрасположенных к возникновению и развитию дефектов (зонах концентрации напряжений - ЗКН) нормальная составляющая магнитного поля претерпевает следующие изменения:

- резкое локальное изменение амплитуды поля;
- резкое локальное изменение поля со сменой знака;

Были построены карты изолиний по уровню нормальной составляющей магнитного поля H_p и суммарного вектора магнитного поля \vec{H} с нанесенными "нулевыми линиями" (рис. 2 – 5).

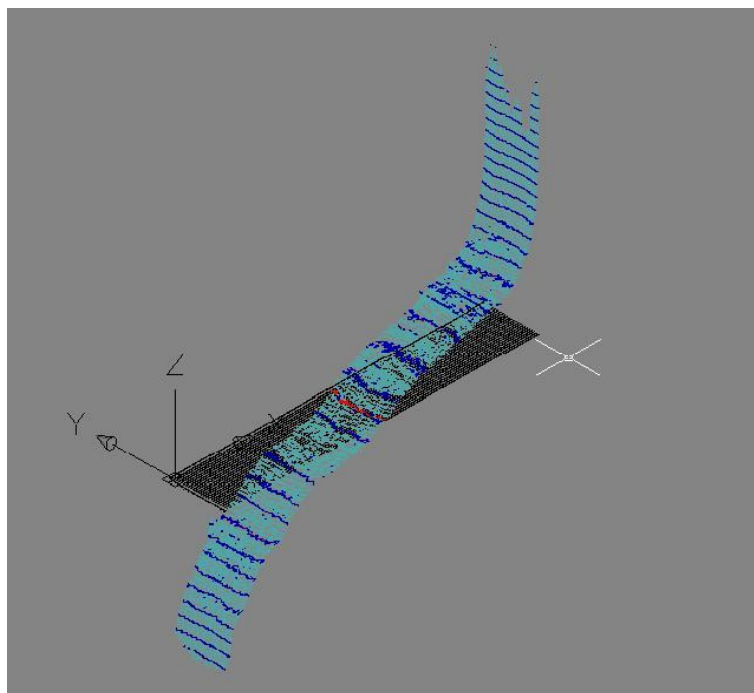


Рис. 2 – График распределения нормальной составляющей H_p магнитного поля до термообработки. Ось X – длина объекта исследования; ось Y – ширина развертки объекта исследования; ось Z – нормальная составляющая H_p магнитного поля

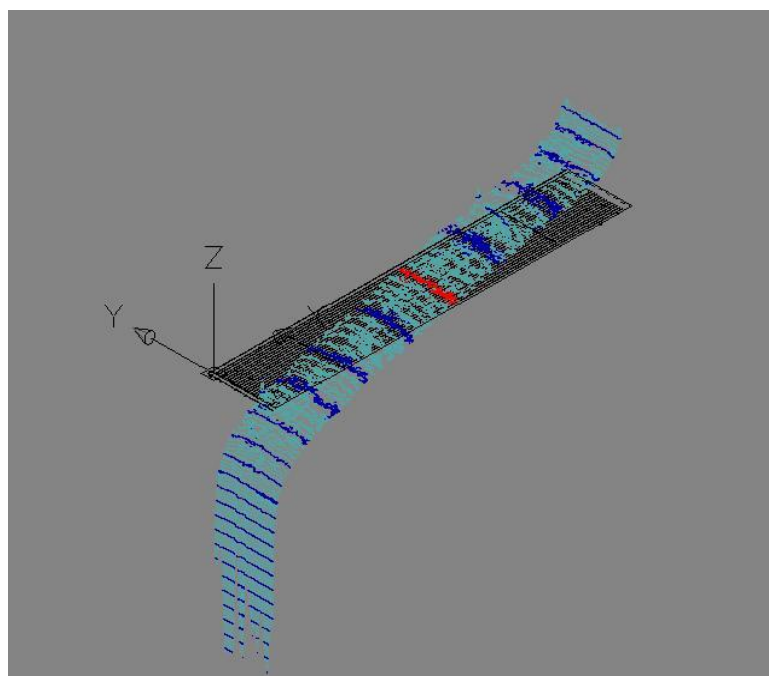


Рис. 3 – График распределения нормальной составляющей H_p магнитного поля (после термообработки). Ось X – длина объекта исследования; ось Y – ширина развертки объекта исследования; ось Z – нормальная составляющая H_p магнитного поля

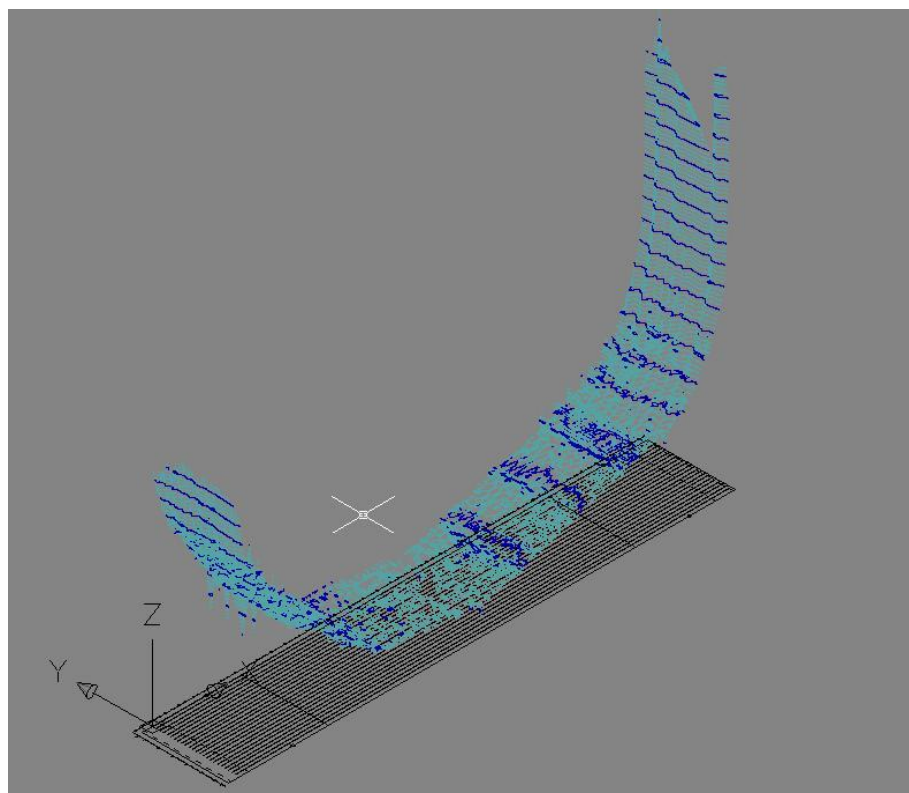


Рис. 4 – График распределения суммарного вектора магнитного поля \vec{H} до термообработки. Ось X – длина объекта исследования; ось Y – ширина развертки объекта исследования; ось Z – суммарного вектора магнитного поля \vec{H}

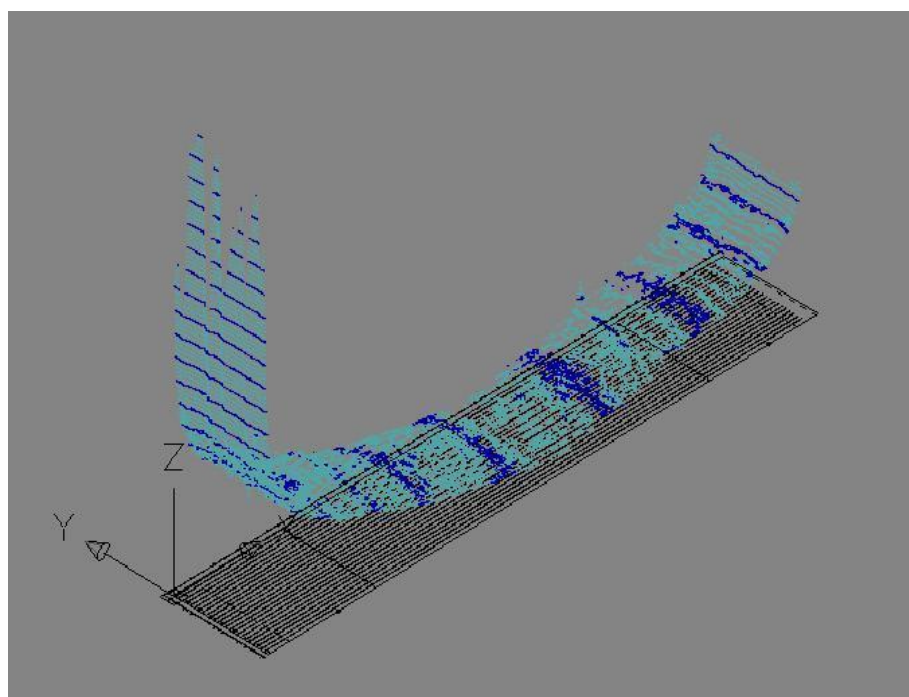
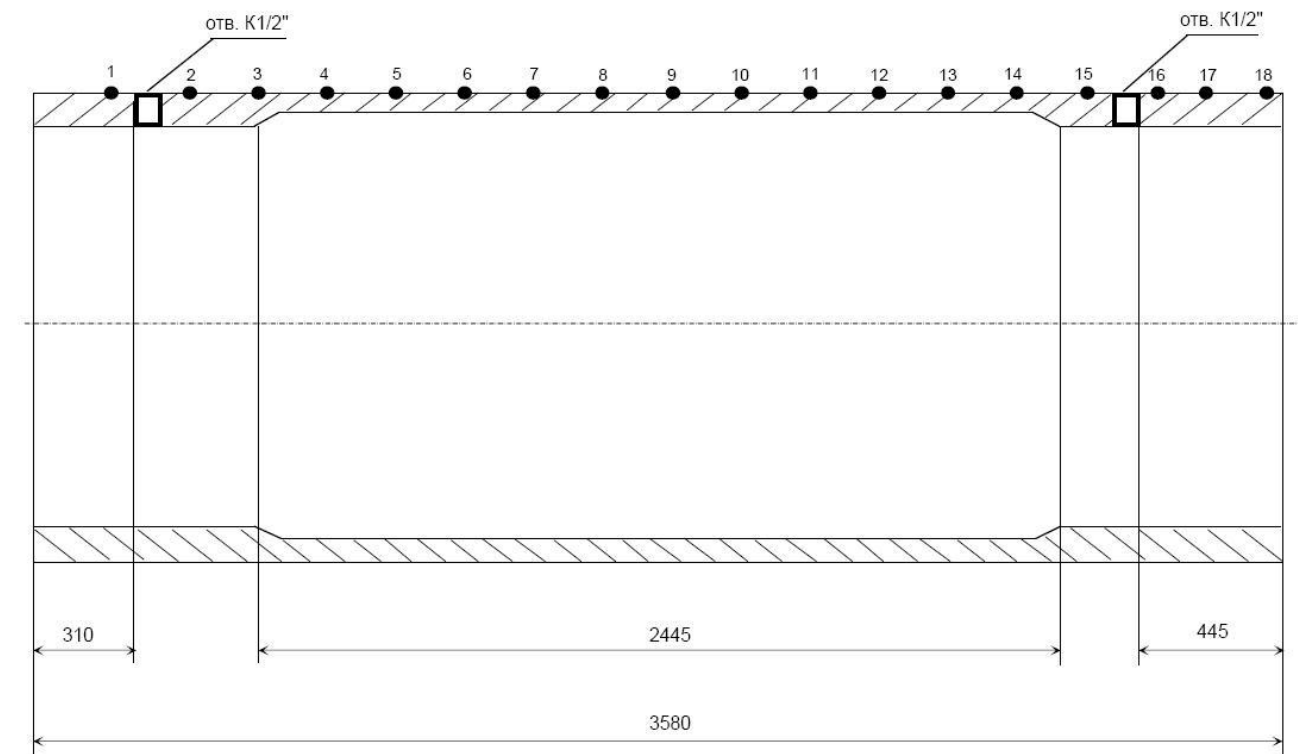


Рис. 5 – График распределения суммарного вектора магнитного поля \vec{H} после термообработки. Ось X – длина объекта исследования; ось Y – ширина развертки объекта исследования; ось Z – суммарного вектора магнитного поля \vec{H}

Произведено 18 замеров толщины и твердости металла на элементах исследуемого объекта. Для каждого элемента определены минимальные значения толщины и значения фактической твердости металла.



Условные обозначения:

- - точка замеров толщины и твердости
- - риска

Рис. 6 – Схема проведения ультразвуковой толщинометрии и твердометрии

После проведения термообработки исследуемого объекта был повторно произведен магнитометрический контроль. Объем контроля и перечень измеряемых характеристик были идентичны первичному контролю.

Выводы

Из анализа полученных результатов следует, что амплитуда поля уменьшилась на 69,49% (в 3,28 раза) относительно первоначального состояния с диапазона (от -1235,75 А/м до 1920,375 А/м) до диапазона (от -375,25 А/м до 587,75 А/м). Структура поля не претерпела значительных изменений. Сохранились характерные участки изменения поля до и после термообработки. При этом после термообработки отмечено некоторое смещение среднего значения H_p в область отрицательных значений с -13,9 А/м до -31,2 А/м.

После проведенной термообработки произошло смещение "0" - линии и при этом произошли ее структурные изменения. Смещение и изменение структуры "0" - линии в данном случае является результатом общего снижения намагниченности и не может свидетельствовать об отсутствии устойчивых линий концентрации напряжений, возникших в процессе эксплуатации.

Интенсивность поля уменьшилась на 78,45% (в 4,64 раза) относительно первоначального состояния до термообработки с диапазона (от -294,25 до 214,5 А/м/мм) до диапазона (от -75,25 до 34,375 А/м/мм). При этом изменение стандартного отклонения градиента суммарного поля (нормальная и тангенциальная составляющие) практически равно изменению стандартного отклонения амплитуды суммарного поля, что свидетельствует об однородности интенсивности поля и равномерном распределении напряжений по объекту.

Вследствие того, что до термообработки объект имел значительную намагниченность не возможно сделать корректные выводы о динамике данного показателя. Для определения взаимосвязи между намагниченностью объекта, возникающей в процессе эксплуатации, и динамикой параметров магнитного поля необходимо учитывать результаты анализа аналогичных параметров по изделиям данного типа.

Литература

- Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин: учеб. пособие для вузов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2002. – 632 с.
- Дубов А.А., Дубов Ал. Ан., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля. Учебное пособие. М.: ЗАО "ТИССО", 2008. 365 с.
- ГОСТ Р 52081-2003. Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Термины и определения.
- ГОСТ Р 52005-2003. Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Общие требования.
- Методические указания по техническому диагностированию концевых деталей УЭЦН с использованием метода магнитной памяти металла.

References

1. Basarygin Ju.M., Bulatov A.I., Proselkov Ju.M. Burenje neftjanyh i gazovyh skvazhin: ucheb. posobie dlja vuzov. – M.: Nedra-Biznescentr, 2002. – 632 s.
2. Dubov A.A., Dubov Al. An., Kolokol'nikov S.M. Metod magnitnoj pamjati metalla i pribory kontrolja. Uchebnoe posobie. M.: ZAO "TISSO", 2008. 365 s.
3. GOST R 52081-2003. Kontrol' nerazrushajushhij. Metod magnitnoj pamjati metalla. Terminy i opredelenija.
4. GOST R 52005-2003. Kontrol' nerazrushajushhij. Metod magnitnoj pamjati metalla. Obshhie trebovanija.
5. Metodicheskie ukazanija po tehničeskemu diagnostirovaniju koncevyh detalej UJeCN s ispol'zovaniem metoda magnitnoj pamjati metalla.