



ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Г. БЕЛГОРОД, 27 АПРЕЛЯ 2018 Г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ



ЧАСТЬ 2

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ
И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Сборник научных трудов

по материалам
Международной научно-практической конференции
г. Белгород, 27 апреля 2018 г.

В двух частях
Часть II

Белгород
2018

УДК 001
ББК 72
Ф 94

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:
www.issledo.ru

Редакционная коллегия

Духно Н.А., д.ю.н., проф. (Москва); *Васильев Ф.П.*, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (Москва); *Винаров А.Ю.*, д.т.н., проф. (Москва); *Датий А.В.*, д.м.н. (Москва); *Кондрашихин А.Б.*, д.э.н., к.т.н., проф. (Севастополь); *Котович Т.В.*, д-р искусствоведения, проф. (Витебск); *Креймер В.Д.*, д.м.н., академик РАЕ (Москва); *Кумехов К.К.*, д.э.н., проф. (Москва); *Радина О.И.*, д.э.н., проф., Почетный работник ВПО РФ, Заслуженный деятель науки и образования РФ (Шахты); *Тихомирова Е.И.*, д.п.н., проф., академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ (Самара); *Алиев З.Г.*, к.с.-х.н., с.н.с., доц. (Баку); *Стариков Н.В.*, к.с.н. (Белгород); *Таджибов Ш.Г.*, к.филол.н., доц. (Худжанд); *Ткачев А.А.*, к.с.н. (Белгород); *Шановал Ж.А.*, к.с.н. (Белгород)

Ф 94 **Фундаментальные и прикладные исследования в области естественных и технических наук** : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 27 апреля 2018 г.: в 2-х ч. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2018. – Часть II. – 171 с.

ISBN 978-5-6040826-7-6
ISBN 978-5-6040826-9-0 (Часть II)

В настоящий сборник включены статьи и краткие сообщения по материалам докладов международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в области естественных и технических наук», состоявшейся 27 апреля 2018 года в г. Белгороде. В работе конференции приняли участие научные и педагогические работники нескольких российских и зарубежных вузов, преподаватели, аспиранты, магистранты и студенты, специалисты-практики. Материалы данной части сборника включают доклады, представленные участниками в рамках секций, посвященных вопросам развития химических и технических наук.

Издание предназначено для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, передовыми достижениями науки и технологий.

Статьи и сообщения прошли экспертную оценку членами редакционной коллегии. Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

УДК 001
ББК 72

© ООО АПНИ, 2018
© Коллектив авторов, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»	7
<i>Баженова Е.Н., Кодолов В.И.</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРЕДЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО МНОЖИТЕЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ.....	7
<i>Зяблова Д.О., Дошлов И.О.</i> ЭФФЕКТИВНЫЕ СВЯЗУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ПРИМЕРЕ ПЕКОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	10
<i>Кузьмин В.И., Кузьмина А.А.</i> ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИСЛОТНОЙ СХЕМЫ ЭКСТРАКЦИИ БРОМИДОВ ИЗ ХЛОРИДНО-КАЛЬЦИЕВЫХ РАСТВОРОВ СМЕСЯМИ ТРИБУТИЛФОСФАТА И МОЛЕКУЛЯРНОГО ЙОДА.....	13
СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	19
<i>Nguyen Viet Hai, Nguyen Hai Anh, Le Quang Minh</i> APPROACH TO BUILDING THE FRAMEWORK FOR DIGITAL INFORMATION INTERCHANGE STANDARD (DIIS) AND APPLICATION OF THIS FRAMEWORK FOR DEVELOPING DOMAIN-SPECIFIC DIIS	19
<i>Абдугамитова А.Е., Орымбетова Г.Э., Арынбаева М.Ж., Ахметжанова А.Т.</i> РАЗРАБОТКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ..	23
<i>Александров В.И., Большаков Ю.Н., Юдин В.С., Кошель А.А.</i> ПРИЧИНЫ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РФ	26
<i>Бабаев Ал.М., Бабаев Ан.М.</i> СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРЫ RBF-СЕТИ.....	30
<i>Башарин С.А., Годияк В.А.</i> ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ СЪЕМОК.....	35
<i>Белозеров И.Н.</i> ФАКТОР НАКОПЛЕНИЯ ТРЕЩИН ВНУТРИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (АВТОСЦЕПКА)	39
<i>Беляев С.В., Давыдков Г.А.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ.....	43
<i>Беляев С.В., Давыдков Г.А.</i> ЭВОЛЮЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ В ЕВРОПЕ	45
<i>Большаков Ю.Н., Александров В.И., Салихов И.И., Шайдунов В.И.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ВЗРЫВА ВО ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ТРУБОПРОВОД.....	48
<i>Большаков Ю.Н., Александров В.И., Тулешов А.А., Шайдунов В.И.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА	52
<i>Гонтарь Д.А., Килина М.С., Утюпин Д.С.</i> ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ И ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В НИХ	57

Григорьева К.И., Сидорова Л.П. ПРОЕКТ АЭРОБНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДООЧИСТИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ.....	60
Гридчин Д.Н. ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА АДАПТАЦИИ В СИСТЕМАХ РАДИОСВЯЗИ	65
Дёмин С.Б., Глыбовский А.А., Забелина С.А. АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРИБОРОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ	67
Евсеева О.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАДСТРОЙКИ ТИПОВЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ	70
Емцев В.В., Астанин В.К., Стекольников Ю.А., Санников Э.М. ВОССТАНОВЛЕНИЕ САМОТЕЧНЫХ ЗЕРНОПРОВОДОВ.....	73
Еремина Л.В., Петровых А.Э. ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕРМИНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	75
Еремина Л.В., Приходько А.В. ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....	78
Ефремова В.С., Сидорова Л.П. ПРОЕКТ ПО АНАЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДООЧИСТИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ	81
Жиркова С.А., Астаилов Р.А. ВЛИЯНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭКОЛОГИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	87
Идрисов Н.И. НЕЙРО-НАУЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДОБРОВОЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ	90
Кириш А.В., Кириш П.В., Кромина Л.А. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ «БАЗЫ ОТДЫХА».....	93
Кириш А.В., Кириш П.В., Кромина Л.А. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПТОВОЙ ТОРГОВЛИ	97
Красовская Л.В., Лунин И.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМ МАССОВЫХ ОТКРЫТЫХ ОНЛАЙН-КУРСОВ В ОБРАЗОВАНИИ.....	101
Курень С.Г., Рябых Г.Ю., Жеребятников И.А., Чистяков Д.А. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА	103
Липатова А.А., Садыгова М.К., Сергеев В.В. ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЛИНИЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФБГНУ «ЕРШОВСКАЯ ОСОЗ НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА».....	105

Мухиддинов М.М. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ	109
Новикова Г.М., Бормусова А.Ю. ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАТОРА МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ	112
Обоймова Н.Т., Мельникова М.О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОВЕДЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ.....	115
Орлова М.Е., Лапунова К.А., Бовкун Т.В., Куницын В.К. ХАРАКТЕРИСТИКА АРГИЛЛИТОПОДОБНЫХ ГЛИН КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОЙ ЧЕРЕПИЦЫ И КЛИНКЕРНОЙ ПЛИТКИ.....	118
Орлова М.Е., Петров В.И. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА.....	120
Павлова Д.А. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	122
Петровский А.А., Ржещицкий Э.П., Мингалимова А.А. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ	125
Пляшешник К.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ И ЗНАЧИМОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ СУДНА В MATLAB	128
Пономарев Н.С., Горшков А.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЛОАГРЕГАТОВ КАСКАДНЫХ КОТЕЛЬНЫХ	131
Пономарев Н.С., Курилов Д.А. ОСОБЕННОСТИ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ, ИХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	134
Рзуки А.М. ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОТОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ.....	136
Роцин М.Н. ЛАЗЕРНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ЦИЛИНДРА КОМПРЕССОРА ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА	139
Рыжкин В.В., Щетинин Ю.С., Крумбольдт Л.Н., Паламодов Е.О. СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	143
Слесарева М.В., Пономарев Н.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ГВС ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ.....	146
Столбцов А.Р. ФОРМИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ	150
Судаков М.В., Скворцов С.А., Толстошеин С.С. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫПАРИВАНИЯ САХАРНОГО СИРОПА	153

Судаков М.В., Скворцов С.А., Толстошеин С.С.	
СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ САХАРА	158
Фоменко А.И.	
ПИГМЕНТНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	161
Хафизов Д.Г., Коротков А.В.	
ВЫДЕЛЕНИЕ, СОПРОВОЖДЕНИЕ И ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КОНТУРА СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ СОСУДОВ ШЕИ	164
Чернов Н.И., Шевырев А.С., Вильданов Р.Г.	
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ВНЕДРЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВА.....	168

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРЕДЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО МНОЖИТЕЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Баженова Е.Н.

канд. физ.-мат. наук, доцент,
Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова,
Россия, г. Ижевск

Кодолов В.И.

доктор химических наук, профессор,
Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова,
Россия, г. Ижевск

Одним из методов вычисления предэкспоненциального множителя реакции является метод активированного комплекса. В этой работе предложена методика вычисления предэкспоненциального множителя бимолекулярных и мономолекулярных химических реакций методом активированного комплекса, а также приведены примеры вычисления предэкспоненциальных множителей некоторых реакций.

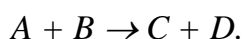
Ключевые слова: активированный комплекс, скорость химической реакции, предэкспоненциальный множитель, уравнение Аррениуса.

Согласно закону Аррениуса, скорость химической реакции описывается уравнением

$$k = k_0 e^{-\frac{E}{RT}},$$

где k – скорость реакции, k_0 – предэкспоненциальный множитель, E – энергия активации, T – температура, R – универсальная газовая постоянная.

Бимолекулярная химическая реакция схематично может быть представлена в виде



предэкспоненциальный множитель k_0 реакции будет равен [3, с. 68]

$$k_0 = \chi \frac{kT}{h} \frac{z^\ddagger}{z_A z_B}, \quad (1)$$

где χ – отношение скоростей реакции при одинаковых значениях концентрации и двух различных температурах,

k – постоянная Больцмана,

h – постоянная Планка,

z^\ddagger – статистическая сумма активированного комплекса,

z_A , z_B – статистические суммы исходных частиц.

Статистические суммы могут быть записаны в виде произведений поступательной – z_n , вращательной – z_{ar} и колебательной – z_k статистических сумм. В общем случае поступательные статистические суммы связаны с массой химической частицы или фрагмента, участвующих во взаимодействии. Для реакции с $\chi = 1$ колебательные статистические суммы, как правило, близки к единице. Вра-

щательные статистические суммы зависят от конфигурации активированного комплекса и вычисляются по формуле

$$z_{ad} = \frac{8\pi^2 (8\pi^3 I_A I_B I_C)^{1/2} (kT)^{3/2}}{\sigma^* h^3},$$

где $I_A I_B I_C$ – произведения моментов инерции относительно главных осей инерции;

σ^* – сечение соударений молекул A и B .

Окончательно получим [3, с.87]

$$k_0 = \frac{h^2}{(2\pi)^{3/2} k^{3/2} (m^*)^{3/2} T^{1/2}} \frac{\sigma^* (I_A^\ddagger I_B^\ddagger I_C^\ddagger)^{1/2}}{I_A^{(A)} I_B^{(A)} I_C^{(A)}}. \quad (2)$$

По этой формуле, сделав определенные предположения о конфигурации активированного комплекса, можно приближенно рассчитать k_0 .

В качестве примера рассмотрим вычисление предэкспоненциального множителя для реакции взаимодействия между фрагментами полифосфорной кислоты и функциональными группами эпоксидной смолы (рис.1). Такой процесс, с учетом пространственного строения молекул (рис.2), может быть представлен в виде модели, изображенной на рис.3. На рисунке 3 пунктирными линиями обозначены образующиеся связи.

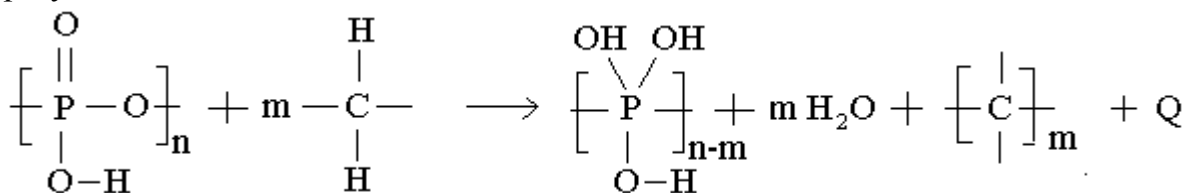


Рис. 1. Схема взаимодействия между фрагментами полифосфорной кислоты и функциональными группами эпоксидной смолы

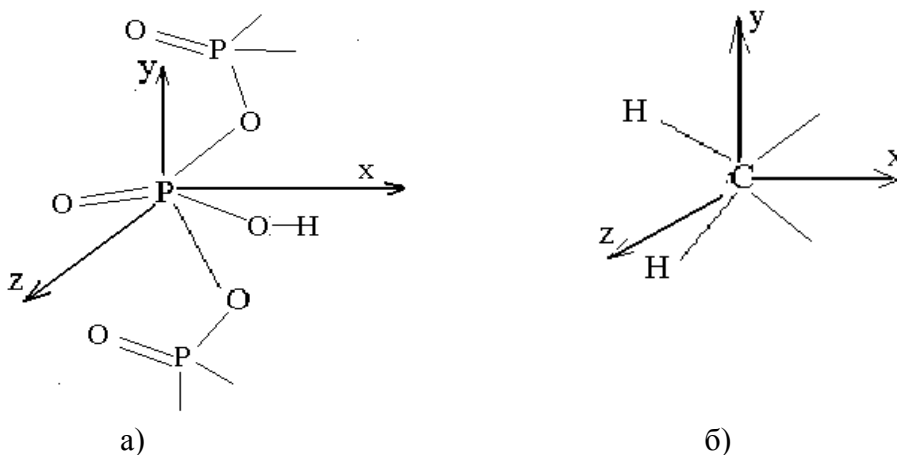


Рис. 2. Предполагаемая схема взаимодействия реагентов реакции:
а) полифосфат аммония, б) функциональная группа связующего $-\text{CH}_2-$

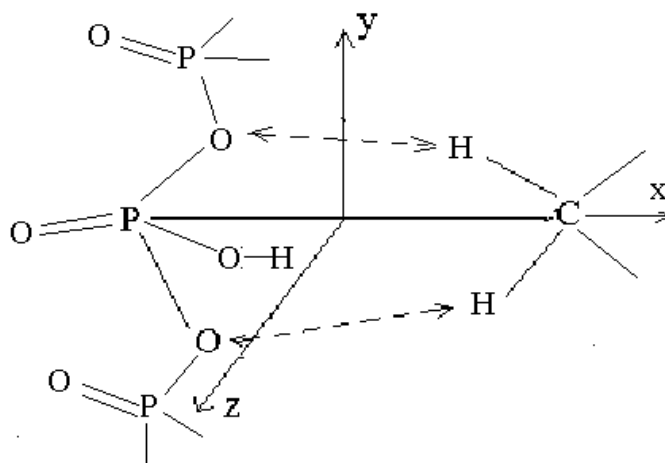


Рис. 3. Предполагаемая конфигурация активированного комплекса реакции

Система координат для исходных реагентов и активированного комплекса выбирается, как показано на рис.2, 3, и по известным значениям длин связей Ван-дер-Ваальсовых и ковалентных радиусов, а также величинам валентных углов [2, с. 21], находятся координаты атомов в ассоциате взаимодействующих фрагментов и активированного комплекса. Далее определяется центр тяжести реагентов и активированного комплекса и вычисляются моменты инерции относительно координатных осей, проходящих через центр тяжести; затем, вычисляется предэкспоненциальный множитель по формуле (2). После вычисления это дает

$$k_0 = 4,6 \cdot 10^{-13} \text{ см}^3/\text{сек.}$$

В случае мономолекулярных реакций массы активированного комплекса и исходной частицы совпадают. Поэтому поступательные статистические суммы активированного комплекса и исходной частицы в (1) равны. Вращательные статистические суммы незначительно отличаются друг от друга, поскольку конфигурации активированного комплекса и исходной частицы, как правило, почти одинаковы. Тогда, предэкспоненциальный множитель мономолекулярной химической реакции равен [3, с. 92]

$$k_0 = \chi \frac{kT}{h} \frac{z^\ddagger}{z_A}$$

Если речь идет о таком колебании, которое в активированном комплексе переходит в перемещение вдоль координаты реакции, то

$$k_0 = \frac{kT}{h} \frac{z^\ddagger}{z_A} \approx \nu,$$

где ν – частота колебаний в направлении координаты реакции.

Частота колебаний вычисляется по формуле

$$\nu = \tilde{\nu} \cdot c$$

где $\tilde{\nu}$ – волновое число,

c – скорость света.

Тогда

$$k_0 \approx \tilde{\nu} \cdot c \quad (3)$$

В качестве примера рассмотрим мономолекулярную реакцию деструкции полифосфата аммония (рис. 4).

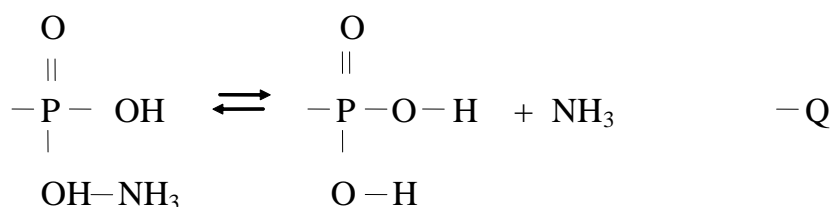


Рис. 4. Схема деструкции полифосфата аммония

В этой реакции разрушается связь Н-Н, волновое число для этой связи равно 3350 см^{-1} [1]. Подставив это значение в (3), получим

$$k_0 \approx 10^{15} \text{ сек}^{-1}.$$

Полученные результаты согласуются с [4].

Список литературы

1. Беллами Л. Новые данные по ИК спектрам сложных молекул. – М.: Мир, 1971. – 318 с.
2. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. Изд. 2-е, испр. и доп. – Л.: Химия, 1978. – 392 с.
3. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. – М.: Высш. школа, 1974. – 400 с.
4. Шмаков А.Г. Исследование кинетики и механизма термического разложения динитрамида аммония и полиглицидилазида методом динамической масс-спектрометрии: Автореферат канд. дисс. Новосибирск, 2001. – 23 с.

ЭФФЕКТИВНЫЕ СВЯЗУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ПРИМЕРЕ ПЕКОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Зяблова Д.О., Дошлов И.О.

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Россия, г. Иркутск

Важнейшим сырьевым компонентом в производстве большинства видов углеродной продукции являются связующие материалы, качество которых в значительной мере определяет физико-механических свойств продукта. Благоприятное сочетание высокой коксообразующей способности и низкой вязкости в расплавленном состоянии выгодно отличает пек от других видов связующих материалов для различных углеродосодержащих композиций, подвергаемых впоследствии карбонизации.

Ключевые слова: пек, связующее, углеродные материалы, бенз[а]перены, углеродосодержащие композиции.

Во всем мире пек является приоритетным связующим веществом для получения многих видов углеродной продукции (анодных масс, электродов, конструкционных материалов, электроугольных изделий и пр.).

Таблица 1

Сопоставление результатов анализа на содержание экологически опасных ПАУ в полученных экстрактивных пеках и традиционных пеках

Пеки	Бенз[а]пирен, мг/г	Бенз[а]пиреновый эквивалент, мг/г
Экстрактивный	4,6-6,4	13,6-16,0
Каменноугольный	11,5	30
Нефтекаменноугольный	5,4	16,3
Нефтяной	0,4	0,6

Пеки в зависимости от применения классифицируются на следующие группы:

- По применению: связующие, пропитывающие, брикетные, волокнообразующие, специальные, сырьевые;
- По спекаемости: нативные, вторичные, сверхактивные;
- По природе происхождения: нефтяные, каменноугольные [2, с. 15].

Каменноугольный пек является важнейшим компонентом в производстве многих видов современных углеродных материалов. Его распространение обусловлено тем, что каменноугольный пек обладает такими характеристиками как высокая коксующая способность и низкая вязкость, поэтому сделанные на его основе изделия, которые используются в различных областях промышленности.

Но непрерывный рост дефицита каменноугольного пека и повышенная канцерогенность его заставляют искать альтернативные способы получения заменителей каменноугольного пека с меньшей *экологической опасностью*. Каменноугольные пеки экологически опасны из-за содержания в них большого количества полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), включая 3-,4-бенз(а)пирены – твёрдое ароматическое соединение, представляет собой кристаллы бледно-жёлтого цвета ($C_{20}H_{12}$) [3, с. 10].

Нефтяные пеки значительно отличаются по физико-химическим свойствам от каменноугольного пека. Для нефтяного пека характерны низкая ароматичность, высокое содержание алкилзамещенных соединений, кислородсодержащих компонентов. Также нефтяные пеки характеризуются меньшим содержанием веществ, нерастворимых в толуоле, более высоким выходом летучих, высокими качественными показателями, как по технологическим свойствам, так и по содержанию серы [4, с. 156].

Таблица 2

Характеристики нефтяного пека ОАО «НУНПЗ»

Качество нефтяного пека		
Показатели качества	Марка А	Марка Б
Температура размягчения °С	60-70	70-80
Содержание серы, %(масс.)	2,0-2,5	2,0-2,5
Выход летучих веществ, %(масс.)	71	68
Содержание а-фракций, %(масс.)	2,0	3,0
Содержание золы, %(масс.)	0,3	0,3

За последние 50 лет взгляды потребителей на пек «хорошего» качества изменились радикально. Эволюцию основных нормируемых показателей качества связующего демонстрируют данные в таблице 3. По таблице видно, что общая для всех развитых стран тенденция изменения свойств пека – возрастание его температуры размягчения с одновременным снижением вязкости и содержания веществ, нерастворимых в толуоле [5, с. 14].

Таблица 3

Стандартные показатели качества связующего

Характеристики	Нормативный документ	Европа		Россия		Америка
		1970 г.	2005 г.	1970 г.	2005 г.	2005 г.
1	2	3	4	5	6	7
Температура размягчения, °С	ISO 5940 ГОСТ 9950-83	105-110	110-115	65-73	85-90	107-113

1	2	3	4	5	6	7
Содержание веществ, нерастворимых в толуоле, %	ISO 6376 ГОСТ 7847-73	30-38	24-30	25-31	<31	27-34
Содержание веществ, нерастворимых в хинолине, %	ISO 6791 ГОСТ 10200-83	10-15	4-8	<8	<12	10-17
Коксовый остаток, %	ISO 6998	> 57	> 55	Не норм.	Не норм.	57
Отгон до 360 °С, %	ISO N647	5-12	4-8	То же	То же	3-6
Вязкость при 160°С, мПа*с	ISO 8003	3000-4000	1800-2000	- « -	- « -	2000
Содержание мезофазных частиц(>1 мкм), %		< 4	0,3	- « -	- « -	Не норм.

* Хинолин (бензопиридин) – органическое соединение гетероциклического ряда. C_9H_7N

Для достижения требуемых стандартных показателей качества применяют различные методы термообработки пека. В промышленных условиях для этого используют процессы термостатирования, термоокисления или вакуум-дистилляции пека. Повышая степень конденсированности связующего, эти процессы различным образом изменяют его химический состав и потребительские свойства [6, с.10].

Список литературы

1. Долматов Л.В. Получение нефтяных пеков на основе гудронов и асфальтов // Цветные металлы. – 1997. – №3. – С. 41-43.
2. Долматов Л.В., Фасхутдинов Р.А. Двухступенчатый процесс получения нефтяного пека // Химия и технология топлив и масел. – 1988. – №12. – С. 14-15.
3. Мухамедзянова А.А., Хайбуллин А.А., Теляшев Э.Г., Гимаев Р.Н. Получение нефтяного пека из остатков переработки нефти // Химия и технология топлив и масел. – 2011. – №2. – С. 10-13.
4. Привалов В. Е., Степаненко М. А. Каменноугольный пек. М.: Metallurgia, 1981. – 208 с.
5. Хайрутдинов И.Р. Пути получения пека из нефтяного сырья. М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1991. 48 с
6. Хайрутдинов И. Р., Ахметов М.М., Теляшев Э.Г. Состояние и перспективы развития производства кокса и пека из нефтяного пека // Российский химический журнал имени Д.И. Менделеева. – 2006. – №1. – С. 25-28.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИСЛОТНОЙ СХЕМЫ ЭКСТРАКЦИИ БРОМИДОВ ИЗ ХЛОРИДНО-КАЛЬЦИЕВЫХ РАСТВОРОВ СМЕСЯМИ ТРИБУТИЛФОСФАТА И МОЛЕКУЛЯРНОГО ЙОДА

Кузьмин В.И.

главный научный сотрудник, д.х.н., Институт химии и химической технологии СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Россия, г. Красноярск

Кузьмина А.А.

аспирант, Сибирский федеральный университет, Россия, г. Красноярск

Получены данные по экстракции йодистоводородной, бромистоводородной и соляной кислот из растворов смесью трибутилфосфата и молекулярного йода. Установлен значительный рост извлечения этих кислот трибутилфосфатом в присутствии йода. По экстрагируемости они располагаются в ряду: $\text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$. Коэффициенты разделения этих галогеноводородных кислот весьма высоки, что может обеспечить их эффективное разделение в противоточном процессе. Проведена оценка возможности реализации экстракции брома из хлоридно-кальциевых рассолов в виде бромистоводородной кислоты.

Ключевые слова: хлоридно-кальциевые рассолы, экстракция, бромиды, трибутилфосфат, йод.

Введение

Природные подземные хлоридные рассолы с высокими содержаниями брома распространены в районах Восточной Сибири. Кроме брома они содержат другие ценные элементы, в частности, литий и бор. Рассолы залегают на достаточно больших глубинах и нередко попутно извлекаются при добыче нефти. Вместе с тем, до настоящего времени этот сырьевой источник не вовлекался в переработку.

В мировой практике основным источником брома служат хлоридные морские воды, а также рассолы соляных озер. Для его извлечения используют окислительные технологии, заключающиеся в переводе брома в элементное состояние и отдувке его воздухом или водяным паром. Далее из элементного брома получают необходимые продукты, в том числе неорганические соли: бромиды натрия, калия, кальция и др.

Нами ранее был предложен процесс прямого экстракционного извлечения бромида кальция из подземных хлоридно-кальциевых рассолов экстракцией смесями трибутилфосфата и молекулярного йода [1-3]. В этой системе добавка йода приводит к значительному повышению извлечения бромида кальция за счет образования гидрофобных анионных комплексов $[\text{BrI}_2]^-$ или также $[\text{Br}(\text{I}_2)_2]^-$. Экстракция в органическую фазу нейтральной соли создает возможность реэкстракции бромидов водой и заметного концентрирования бромида кальция в реэкстракте по отношению к исходному рассолу. Испытания процесса [3] показали возможности повышения концентрации брома с 5 г/л до 20 г/л. Преимуществом этого процесса является простота и экологичность, обусловленные прямым извлечением соли из рассола без использования промежуточного окисления бромидов элементарным хлором.

Анализ этой системы показал возможность повышения эффективности процесса и расширения ассортимента бромидной продукции при использовании относительно недорогих химических реагентов на стадиях экстракции – промывки – реэкстракции.

Экспериментальная часть

В работе использовали трибутилфосфат технический (ТБФ), химически чистые реагенты квалификации «х.ч.» и «ч.д.а», в качестве разбавителя ТБФ – гептан с добавками дибутилфталата (ДБФ).

Йодсодержащие экстрагенты готовили смешиванием компонентов непосредственно перед экспериментом. Извлечение проводили из модельных хлоридно-кальциевых растворов, содержащих бромид кальция.

Время экстракции в статических условиях составляло 5-10 мин, температура – 25°C. Предварительно установлено, что для достижения экстракционного равновесия в изучаемых системах достаточно 3-5 минут контактирования водной и органической фаз.

Содержание хлоридов и суммы хлорид-бромидов определяли аргентометрическим титрованием водных растворов с хроматом калия в качестве индикатора. При анализе органических растворов галогениды предварительно реэкстрагировали водой. Содержание бромидов определяли известным методом – окислением марганцем (3+) в серно-фосфорнокислых растворах с воздушной отгонкой брома, поглощением его йодидом калия и последующим титрованием йода, выделившегося после подкисления раствора, тиосульфатом.

Электропроводность органических и водных растворов измеряют с использованием кондуктометра типа ОК-102/1 (Венгрия).

Результаты и обсуждения

Основной проблемой рассматриваемого процесса являются низкие концентрации бромида кальция в реэкстрактах. Этот вопрос подробно рассмотрен нами в работе [3]. В ней показано, что при экстракционном извлечении бромида кальция из рассола концентрация этой соли в реэкстракте определяется соотношением (1).

$$\alpha_{\text{Ca}^{2+}(2)} \cdot \alpha_{\text{Br}^{-(2)}}^2 < \alpha_{\text{Ca}^{2+}(1)} \cdot \alpha_{\text{Br}^{-(1)}}^2 \quad (1)$$

здесь $\alpha_{\text{Ca}^{2+}}$, α_{Br^-} – активность катиона или аниона в водных растворах, а индексы при компонентах (1) или реэкстракта (2) указывают на принадлежность их к фазам рассола или реэкстракта, соответственно.

В пределе, при бесконечном числе ступеней противоточной экстракции и реэкстракции, а также высоких коэффициентах разделения, произведение активностей бромидов в реэкстракте стремится к произведению активностей в рассоле (2).

$$\alpha_{\text{Ca}^{2+}(2)} \cdot \alpha_{\text{Br}^{-(2)}}^2 \rightarrow \alpha_{\text{Ca}^{2+}(1)} \cdot \alpha_{\text{Br}^{-(1)}}^2 \quad (2)$$

С учетом присутствия высаливателей в рассоле (хлорид кальция) максимальная степень концентрирования для идеальной системы составит 10-15 раз, а для реальной системы достигнута лишь 4.

В настоящей работе рассмотрен вариант экстракции из рассолов вместо бромида кальция бромистоводородной кислоты, который может быть реализован при добавлении в систему соляной кислоты. В этом случае появляется возможность на стадии реэкстракции получать достаточно концентрированные бромидные реэкстракты обработкой экстрактов щелочными или карбонатными растворами с получением востребованных бромидов натрия или калия.

Проведены исследования по экстракции йодистоводородной, бромистоводородной и соляной кислот (HI, HBr, HCl) из растворов индивидуальных кислот смесью трибутилфосфата и молекулярного йода.

Без добавок йода ТБФ достаточно слабо извлекает эти кислоты. В присутствии йода извлечение резко возрастает. Это видно из данных рис. 1, на котором приведены изотермы экстракции HI, HBr и HCl 80% ТБФ в гептане с добавками 0,15 моль/л молекулярного йода. По экстрагируемости кислоты располагаются в

ряду: $\text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$, в соответствии с уменьшением энергии гидратации анионов и ростом устойчивости комплексов с йодом. Коэффициенты разделения этих галогенводородных кислот весьма высоки, что может обеспечить их эффективное разделение в противоточном процессе.

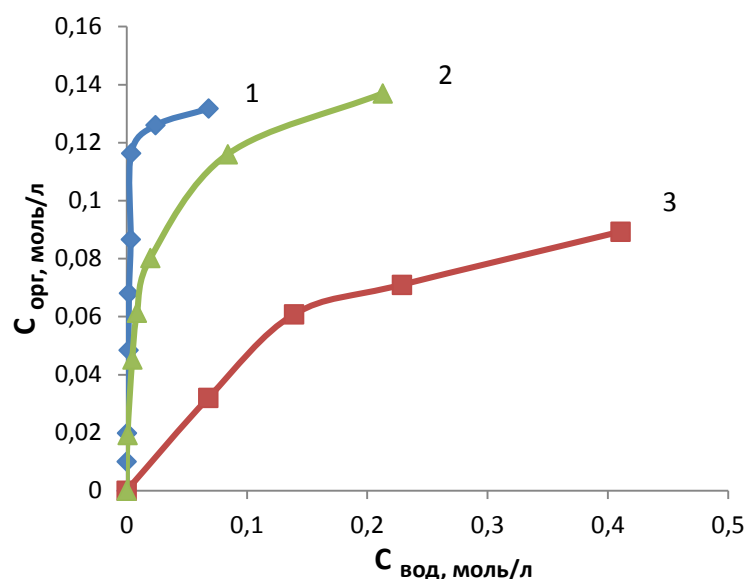
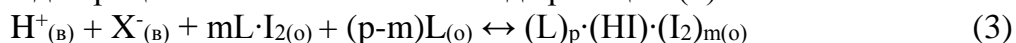


Рис. 1. Изотерма экстракции 1- HI, 2 – HBr, 3 – HCl 80% ТБФ в гептане с добавкой 0,15 моль/л I_2

В общем виде процесс можно записать в виде реакции (3).



На изотермах для HBr и HCl достаточно явно виден перегиб при достижении концентрации кислот в органической фазе близкой к 0,075M, что отвечает 50% от общего содержания йода в системе. Это соответствует образованию комплекса $\text{HX} \cdot (\text{I}_2)_2$ при избыточном содержании йода. Дальнейшее насыщение приводит к образованию моносолеватных анионов $\text{HX} \cdot \text{I}_2$.

Величина коэффициентов распределения HBr возрастает в степенной зависимости от концентрации ТБФ (рис. 2), что свидетельствует о значительной сольватации продукта экстракции.

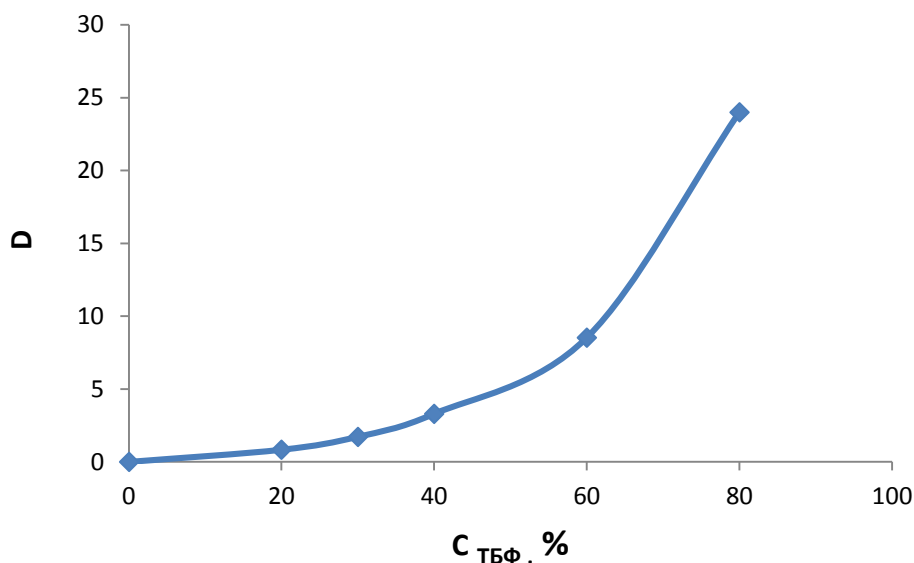


Рис. 2. Зависимость коэффициента распределения HBr от концентрации ТБФ: $C_{\text{I}_2} = 0,15$ моль/л, $C_{\text{HBr-исх}} = 0,02$ моль/л

В логарифмических координатах в области малых концентраций кислоты в органической фазе тангенс угла наклона зависимости отражает величину сольватного числа в экстрагируемом соединении и составляет более 2. Очевидно, что степень сольватации комплекса выше этого значения, учитывая также сольватацию молекул йода трибутилфосфатом (см. ур. 3).

Аналогичная система изучена нами применительно к экстракции хлорида скандия [4]. Для нее была установлена значительная электролитическая диссоциация продукта экстракции, что является весьма необычным явлением для органического раствора с относительно низкой диэлектрической проницаемостью. То же самое наблюдается и для экстрактов бромистоводородной кислоты. Так, при добавлении к растворам НВг в ТБФ молекулярного йода электропроводность раствора резко возрастает до достижения эквимольного отношения НВг : I₂, как это видно из рис. 3. При этом величина удельной электропроводности органического раствора приближается к электропроводности водных растворов электролитов близкой концентрации.

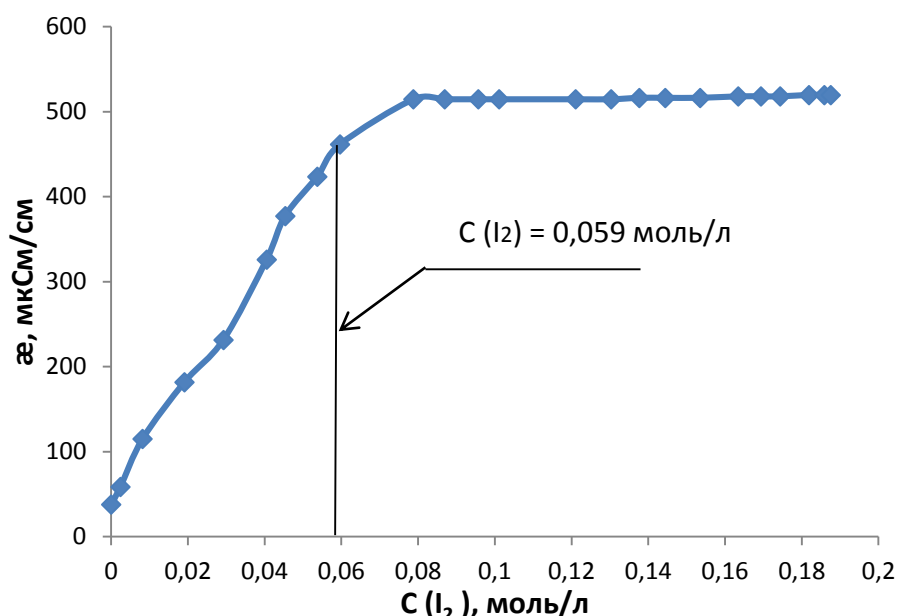


Рис. 3. Зависимость удельной электропроводности раствора HI в 80% ТБФ от концентрации йода: $C_{HI-орг}=0,052$ моль/л

Экстракцию брома из хлоридно-кальциевых рассолов в виде бромистоводородной кислоты можно реализовать в двух вариантах. Во-первых, при непосредственном подкислении рассола соляной кислотой для подавления извлечения кальциевой соли, во-вторых, путем кислотной отмывки кальция из экстракта, содержащего бромид кальция.

Проведена оценка возможности реализации этих процессов. В табл. 1 представлены некоторые данные по экстракционному замещению кальция органической фазы кислотой. Результаты показывают, что при высоком содержании хлорида кальция в водном растворе (2,5 моль/л), характерном для природных хлоридно-кальциевых рассолов, добавление в водную фазу даже заметного избытка кислоты не обеспечивает эффективного вытеснения катионов кальция в водный раствор.

Таблица 1

Влияние кислотности водной фазы на замещение кальция из органической фазы*Условия экстракции:* О:В=1:1;орг. фаза: ТБФ-30%, ДБФ -20% в гептане, I₂ – 0,2 моль/л;водная фаза: CaCl₂ -2,5 моль/л, HBr – var

C _{H+(в)} , моль-экв/л	0	0,032	0,066	0,105	0,142
C _{H+(о)} , моль-экв/л	0	0,018	0,034	0,045	0,058
C _{Ca2+(о)} , моль/л	0,62	0,06	0,056	0,053	0,05

В этом случае для решения задачи более эффективным является другой вариант процесса, когда на первой стадии проводят экстракцию бромида в виде кальциевой соли, а затем на стадии промывки экстракта удаляют кальций обработкой органической фазы раствором кислоты. На этой стадии можно ожидать более полного замещения кальция за счет его существенно меньшей концентрации. Для получения необходимых параметров процесса экстрагент насыщали хлоридом кальция и контактировали с водными растворами, содержащими HCl и HBr. Параметры извлечения и разделения компонентов водного раствора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Некоторые показатели отмывки кальция и хлоридов из бромидных экстрактов*Условия экстракции:* О:В=10:3;орг. фаза: насыщенный хлоридом кальция (2,5 моль/л) раствор ТБФ-30%, ДБФ -20% в гептане, I₂ – 0,15 моль/л;водная фаза: (C_{HBr}+C_{HCl})=0,45 моль/л, C_{HBr}/C_{HCl} – var

Исх. водный раствор	C _{HCl} , моль/л	0,4	0,35	0,3	0,25
	C _{HBr} , моль/л	0,05	0,1	0,15	0,2
Водный раствор после промывки	Cl ⁻ (в), моль/л	0,71	0,70	0,69	0,60
	C _{HBr(в)} , моль/л	~0,0005	0,00125	0,0034	0,022
	C _{Ca2+(в)} , моль/л	0,22	0,22	0,22	0,19
Орг. раствор после промывки	C _{HCl} , моль/л	0,038	0,0262	0,0142	~0,008
	C _{HBr} , моль/л	0,015	0,0296	0,044	0,0534
	C _{Ca2+(о)} , моль/л	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Общие параметры процесса	D _{Br-}	30,00	23,68	12,94	2,43
	D _{Cl-}	0,053	0,037	0,021	0,013
	β _{Br/Cl}	~500	637	625	~200

Как видно из этих данных, в режиме промывки экстракта кальций практически полностью вытесняется в водную фазу, а коэффициент разделения Br⁻/Cl⁻ превышает 500, что создает большие перспективы получения бромидной продукции практически любой заданной чистоты по хлорид-иону при небольшом числе ступеней противоточной экстракции.

Список литературы

1. Кузьмин В.И., Кузьмина В.Н., Пашков Г.Л., Устюжанина Н.В., Распутин С.Н. Оценка возможности извлечения ценных элементов из подземных хлоридно-кальциевых рассолов сибирской платформы / Сб. статей Российско-индийского симпозиума «Металлургия цветных и редких металлов». М., 2002. – С. 246-254.
2. Кузьмин В.И., Кузьмина В.Н., Устюжанина Н.В. Экстракция бромида кальция из хлоридных рассолов смесями молекулярного йода и ТБФ //Сб. материалов конференции «50 лет российской экстракции». Неделя химических технологий. – СПб., 2002 – С. 121-125.

3. Кузьмин В.И., Пашков Г.Л., Кузьмина В.Н., Гудкова Н.В., Кузьмин Д.В. Распутин С.Н. Оценка возможностей экстракционного извлечения солей из хлоридно-кальциевых рассолов Красноярского края// Химия в интересах устойчивого развития. – 2010. – Т.18, №3. – С. 321-329.
4. Кузьмин В.И., Кузьмина А.А. Особенности извлечения хлорида скандия смесью трибутилфосфата и молекулярного йода // Журнал общей химии. – СПб.: ФГУП Издательство «Наука», – 2017. – Т.87, №12. – С. 2052-2056.

**APPROACH TO BUILDING THE FRAMEWORK FOR DIGITAL
INFORMATION INTERCHANGE STANDARD (DIIS) AND APPLICATION
OF THIS FRAMEWORK FOR DEVELOPING DOMAIN-SPECIFIC DIIS**

Nguyen Viet Hai

Ph.D., VINASA Science & Technology Institute, Vietnam, Hanoi

Nguyen Hai Anh

Vietnam Standard & Quality Institute, Vietnam, Hanoi

Le Quang Minh

Ph.D., Information Technology Institute, Vietnam National University, Vietnam, Hanoi

In this article, the authors present the results obtained in building the Digital Information Interchange Standard Framework and applying it to the development of digital information interchange standards in seven specific domains. The results in building the framework are mainly based on the formation of rules to extend or customize the packet of the Web service architecture. The application of the standard framework is summarized in the specific process and the guidelines allow for consistent implementation. The results are presented to allow for the effective and beneficial effects of the project.

Key words: application, Framework, Web service architecture.

Introduction

Digital information interoperability can be achieved through the application of a Government Interoperability Framework (GIF) or through a National Enterprise Architecture (NEA) [1, 2]. GIF can be considered as construction, it is a set of rules that define which standards will be used to achieve digital information interoperability, while with construction is to ensure safety. NEA can be considered as a master plan with common resources provided and rules for use and reuse are identified. With differences between GIF and NEA we also can see a link between them. Now, Vietnam Government is working on GIF and some kind of NEA.

In building the Digital Information Interchange Standard Framework we try to solve the problem of interoperability at domain-specific level while maintaining the consistency at national level.

Approach to building the Framework

From practitioner's point of view, we try a practical approach to solving the problem, we considered DIIS as the component can be used in both of the options presented above. This framework and implementation guides will help the industry, even without the architecture or GIF, be able to build its own DIIS without losing the consistency when it comes to interindustry and national interoperability. The standard framework has specific instructions for common use and contextual unification so that it will allow the industries to apply the underlying technical protocols accordingly while data descriptions and formats still allows data to be interpreted and exchanged at higher levels.

Considering all of these, the Framework for DIIS should be based on architecture of Web services – the reference application architecture widely used in the world (fig.). In essence, this framework identifies the basic components that are currently in widespread use and extends with the extension mechanism to meet future changes. The technical principles will help to formulate guiding principles for sustaining and supplement-

ing, based on the technical standards that have been circulated to meet the changes as well as new demands in the future. Based on this framework, the development of DIIS in the industries will focus primarily on building metadata system or metadata including data dictionaries, data formats and related interchange processes.

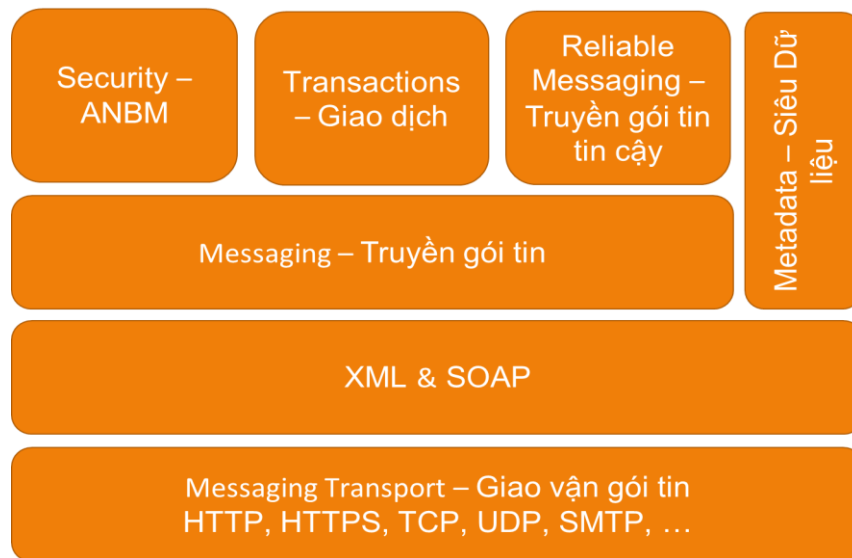


Fig. Components of Web service architecture

The set of specifications discussed in this standard framework represents the entire interoperability architecture. Although other specialized industry specifications referring to this standard framework will be developed by various industries, it needs to be used to investigate whether they have been composed in accordance with the set of these specifications or not.

The framework also provides basic principles or rationality when designing protocols of architecture. Application of widely deployed XML-based SOAP messaging infrastructure is adopted as a foundation and then layer fine-grained, composable units of functionality upon it. The major requirement is that the composition is achieved without creating side effects across the constituent protocols. The standard framework has the primary goal of providing only one architecture with a rich set of features to meet the needs of a wide range of applications and environments. The standard framework emphasizes the premise that collaborative services are autonomous. Interoperability is achieved when interoperability between services is defined using the message protocol only.

The Framework also provides a simple end-to-end example of how these message-based protocols can be used together in specific and useful situations.

The core principles that drive the design and implementation of the Web service architecture protocol are as follows:

- Message orientation: Only use message to communicate between services and actualize that message typically have a lifecycle beyond certain transmission events.
- Protocols composability: Avoid monolithic through the use of infrastructure protocol building blocks which can be used in almost any combination.
- Autonomous services: Allows endpoints to be built, deployed, managed, upgraded, and secured independently.
- Managed transparency: Control which aspects of an endpoint are (and are not) visible to external services.
- Protocol-based integration: Limit use of cross-application coupling to wire artifacts only.

Application of the Framework

Several standards have been introduced to ensure the exchange of Web information/data over the years and have achieved great success. In the past few years, due to the relatively rapid development of sensor-based applications, an IoT layer has been formed [3, 4]. This is also the cornerstone of the Fourth Industrial Revolution. In many industries we should select the appropriate standards and technical protocols for IoT applications [5, 6]. But specifying XML data specifications is still required to indicate what needs to be exchanged in the contexts. Open data also should be considered when apply the Framework for DIIS.

The selection of branch topics ensures diversity to help improve the standard framework as well as the application guide. Domains related to infrastructure including construction and environment, domains related to social security including health, education and poor household management, two domains related to state management are administrative electronic documents and data for standard development. The initial results show the widespread application of the Framework for DIIS in industries. Building standards frameworks based on Web services architecture demonstrates the ability to flexibly apply to a wide variety needs of industries. The unification of information interchange will allow flexible selection of technical solutions for interchange data.

Based on the standard framework, data/information interchange will be broadly applied to sector specific requirements. The framework is intended to facilitate the description and synthesis of technical standards/regulations for industries consistently, sharing and communicating these technical standards/regulations in state agencies, as well as being easy to use for solution providers. We would like to summarize the research results and apply the standard framework for DIIS.

This framework shall be used by the ministries, branches and central agencies for the elaboration and promulgation of data/information interchange standards / norms of their respective branches. Content included:

1) Content, structure and type of data information

The content, structure and type of data/information are represented by different data elements. Each data element is divided into levels at different levels of detail:

- Information code;
- Information object;
- Information field;
- Information field symbol;
- type of information field;
- length of information field;
- Information field description

2) Data specification (metadata)

Specification data is information that describes the characteristics of data such as content, format, quality, condition, and other characteristics to facilitate the process of searching, accessing, managing, and storing data.

The relationship between the specification data and the data that it describes can be expressed in one of two ways:

- Specification data elements are contained in a separate record outside the description object;
- Specification data elements can be embedded into the object that it describes.

Metadata scheme: A set of specification data elements designed to describe a particular type of data.

Semantics: The definition of elements or meanings assigned to the specification data elements is called the semantics of the scheme. Each data specification schema has semantic and syntax specified separately.

Content: The value (data) of each element is called content. That's the value of each specification element.

XML (eXtensible Markup Language): An extended format language capable of describing many different types of data in a single unified language. XML provides "specification data" and is used to share data between information systems.

3) Data quality

- The evaluation of data quality shall comply with the regulations of each ministry;
- Items and norms need appropriately to serve the inspection and supervision of data quality.

4) Represent and display data

- Representing/displaying rules are in line with the regulations of the Ministry;
- Regulate data displaying to facilitate tracking, searching, accessing and updating data.

5) Data exchange, distribution and specification data

- Specify the data format used in the interchange and distribution of data according to the regulations of the ministries; standard specification data format used in the interchange, distribution of specification data is specified in XML;

- Application of Schema for interchange, distribution and updating of data and specification data.

- Interoperability solutions to settle administrative procedures for citizens to ensure favorable conditions for citizens and unified State management of data and specification data.

6) The management of the database

The management of databases complies with the state regulations on management of electronic archives:

- Law on Archiving dated November 11, 2011;
- Decree No. 01/2013 / ND-CP dated 03 January 2013 of the Prime Minister detailing the implementation of some articles of the Law on Archiving;
- Other relevant legal documents.

Conclusion

The Framework for DIIS has been piloted in seven different domains, showing the effectiveness of the approach as well as the benefits. Being able to quickly build a data interchange standard for each field and transferring developing experience will help quickly form standards and specific technical solutions for data interchange. At the same time, the use of standard frameworks and customization rules allows address the practical requirements and consistently to be integrated into the national digital information interchange system without rework.

Acknowledgments. To complete this article, we would like to thank the sponsors of the topic “Research on the basics of science and practice in developing the National Digital Information Interchange Standard Framework” code: ĐTDL.CN.02/15 of the VINASA Science & Technology Institute.

References

1. E-Gov Enterprise Architecture Guidance (Common Reference Model), Draft Version 2.0, FEA Working Group July 25, 2002.
2. E-Government Interoperability – A Review of Government Interoperability Frameworks in Selected Countries, United Nations Development Programme with the support of IBM and Oracle.

3. <https://www.ietf.org/>
4. <https://irtf.org/>
5. <https://www.internetsociety.org/>
6. <https://www.w3.org/>

РАЗРАБОТКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Абдугамитова А.Е.

ассистент кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»,
магистр техн. наук, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
Казахстан, г. Астана

Орымбетова Г.Э.

доцент кафедры «Пищевая инженерия» канд. техн. наук, доцент,
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Казахстан, г. Шымкент

Арынбаева М.Ж.

ассистент кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»,
магистр техн. наук, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
Казахстан, г. Астана

Ахметжанова А.Т.

лаборант кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»,
магистр техн. наук, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
Казахстан, г. Астана

Работа посвящена разработке технологии макаронных изделий с добавлением гороховой муки. Гороховая мука является ценным источником белков, витаминов и минеральных солей, улучшающая состояние здоровья человека. В статье представлены результаты органолептических и физико-химических показателей готовой продукции. На основании исследований подобрано оптимальное количество гороховой муки (20%) как заменитель пшеничной муки. Рассчитали энергетическую ценность готовых изделий.

Ключевые слова: макаронные изделия, гороховая мука, пищевая ценность.

В последние годы наряду с производством традиционных видов макаронных изделий – сухих макаронных изделий из продуктов помола пшеницы – все большее распространение во многих странах получают разработка и производство нетрадиционных видов макаронных изделий. Это обусловлено рядом причин: стремлением к сокращению производственного цикла и энергетических затрат (например, посредством производства изделий в сыром, несушеном виде), к сокращению времени кулинарной обработки сухих изделий (производство быстрорастворивающихся изделий и изделий, не требующих варки) [1, с. 272].

В качестве вкусовых добавок при производстве макаронных изделий используются овощные и фруктовые соки и пасты, порошки. Чаще всего применяются томатная паста и порошки из томатопродуктов. Так же возможно использования ПАВ, которые способствуют повышению качества макаронных изделий, они меньше слипаются при сушке и лучше сохраняют форму при варке [2, с. 16].

Для обогащения макаронных изделий витаминами используют термоустойчивые водорастворимые витамины В1, В2, РР.

Перспективным направлением для получения макаронных изделий, повышенной пищевой ценности, является применение гороховой муки, которая обладает ценным химическим составом. По качеству белка, гороховая мука приближается к некоторым видам мяса, а по содержанию минеральных солей, витаминов и микроэлементов, даже превосходит их. При этом, гороховая мука в 5-6 раз дешевле и не содержит холестерина. Ее биологическая ценность в 2-3 раза выше обычной белой муки: калия в ней в 4, фосфора в 2, магния в 2, железа в 2 (в гороховой муке его больше чем в яблоках и хурме), кальция в 4 (всего на 30-40% меньше, чем в твороге), витамина В1 в 4-5, РР в 4 раза больше чем в обычной. В гороховой муке в 2 раза больше белков, столько же жиров и углеводов, и в 2 раза больше клетчатки, о пользе которой хорошо известно [3, с. 24].

Целью работы является разработка и исследований макаронных изделий повышенной пищевой ценности.

Экспериментальная часть работы проводилась в лабораториях кафедры «Пищевая инженерия» Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова.

При выполнении работы были использованы стандартные и общепринятые методы исследований.

По стандартным методикам определяли следующие показатели готовых изделий: массовую долю влаги, кислотность, содержание клейковины.

Органолептическая оценка макаронных изделий проводилась в соответствии с ГОСТ 31743-2017 [4].

Сырьем для производства макаронных изделий использовали муку пшеничную высшего сорта, муку гороховую, воду. Приготовление макаронных изделий проводили согласно традиционной технологии в лабораторных условиях.

Для проведения исследований были взяты 5 опытных образцов с добавлением гороховой муки: от 5 до 25%.

Органолептические показатели качества макаронных изделий показаны в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика готовых изделий

Органо- лептиче- ские пока- затели	Макаронные изделия без добавок	Макаронные изделия с % добавлением гороховой муки				
		5%	10%	15%	20%	25%
1	2	3	4	5	6	7
Цвет	Белый с кремовым оттенком	светло- желтый оттенок	светло- желтый оттенок	Желтый с янтарным оттенком	Желтый с янтарным оттенком	Желтый
Поверх- ность	Гладкая	Гладкая	Гладкая	Гладкая	Гладкая	Гладкая
Излом	Стекловид- ный	Стекловид- ный	Стекло- видный	Стекловид- ный	Стекло- видный	Стекловид- ный
Форма	Короткие с круглым сечением	Короткие с круглым сечением	Короткие с круглым сечением	Короткие с круглым сечением	Короткие с круглым сечением	Короткие с круглым сечением
Вкус	Без посто- роннего вкуса	Без посто- роннего вкуса	Прият- ный, свой- ственный данному виду	Приятный, свойствен- ный данно- му виду	Прият- ный, свой- ственный данному виду	Приятный, свойствен- ный данно- му виду

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Запах	Без постороннего запаха	Без постороннего запаха	слабый запах добавки	Приятный, свойственный данному виду	слабый запах гороховой муки	Специфический запах добавки
Состояние изделий после варки	Изделие не слипалось между собой при варке до готовности	Изделие не слипалось между собой при варке до готовности	Изделие не слипалось между собой при варке до готовности	Изделие не слипалось между собой при варке до готовности	Изделие не слипалось между собой при варке до готовности	Изделие не слипалось между собой при варке до готовности

Из таблицы 1 видно, что органолептические показатели улучшились по сравнению с традиционными макаронными изделиями.

Пищевая ценность – это содержание углеводов, жиров, белков. Следующим этапом определили энергетическую ценность макаронных изделий в ккал на 100 г продукта.

Результаты расчетов пищевой и энергетической ценности макаронных изделий с добавлением гороховой муки показаны в таблице 2.

Таблица 2

Расчет пищевой и энергетической ценности макарон с добавлением гороховой муки

Название сырья	Массовая доля сухого вещества, %	Расчет питательных веществ на 100 г			Расчет энергетического значения, Ккал
		Белок, г	Жиры, г	Углеводы, г	
Пшеничная мука	86	10,3	1,1	69	270,10
Гороховая мука	86	22	2,0	48,6	69,36
Всего					347,26

Как видно из таблицы 2 энергетическая ценность составила 347 ккал, что немного превышает макаронных изделий высшего сорта витаминизированных (337 ккал).

Сравнительные характеристики физико-химических параметров: влажность, кислотность, содержание клейковины полученных макаронных изделий показаны на рисунке.

Из рисунка видно, что за счет добавления гороховой муки содержание клейковины уменьшается, влажность и кислотность возросла, но не превышала допустимых норм.

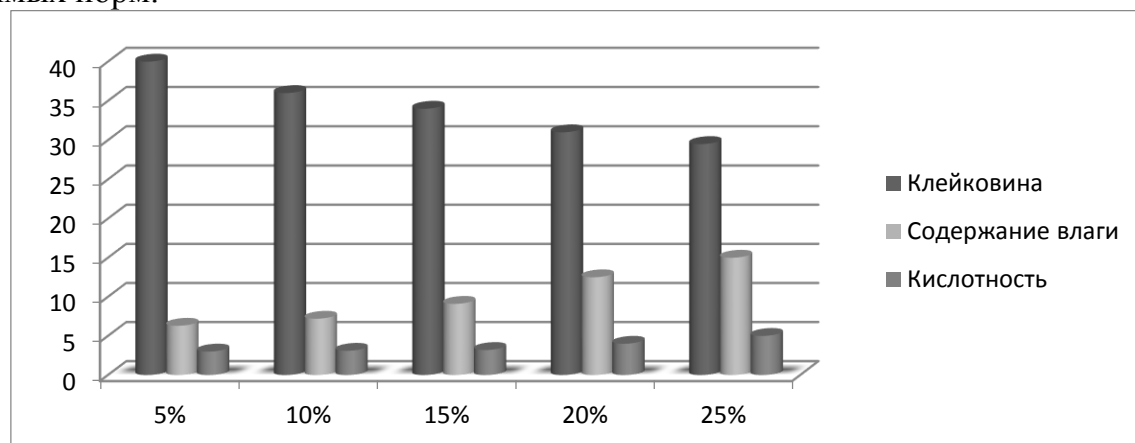


Рис. Физико-химические характеристики макарон из гороховой муки

Таким образом, результаты исследований показывают, что эффективное применение муки из гороха в макаронных изделиях может не только улучшить качество готовой продукции, но и расширить ассортимент готовой продукции.

Список литературы

1. Медведев Г. М. Технология макаронного производства. – М.: «Колос» издательство, 2000. – 272 с.
2. Изготовление макаронных изделий с применением термообработки теста при замесе / Г.М. Медведев, Н.И. Маландеева, В.Г. Царев и др. – М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукт СССР, 2002. – 16 с.
3. Высокотемпературное формование макаронных изделий через нагретые матрицы / Г.М. Медведев, И.В. Аржанова, Л.И. Райхштади др. – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 2001. – 24 с.
4. ГОСТ 31743-2017. Изделия макаронные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2017.

ПРИЧИНЫ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РФ

Александров В.И.

доцент кафедры электроснабжения и радиотелемеханики, канд. воен. наук, доцент,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала
инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Большаков Ю.Н.

доцент кафедры электроснабжения и радиотелемеханики, канд. техн. наук,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала
инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Юдин В.С.

преподаватель кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала
инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Кошель А.А.

доцент кафедры электроснабжения и радиотелемеханики, доцент,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала
инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

В данной работе изложены причины выхода из строя кислотных аккумуляторных батарей на различных этапах эксплуатации, предложены мероприятия для продления и увеличения сроков службы кислотных АКБ преждевременному выходу из строя.

Ключевые слова: особые условия, сульфитация, техническое обслуживание аккумуляторных батарей.

Широкое распространение кислотные аккумуляторы получили благодаря высокой надёжности и невысокой цене. Основным достоинством кислотных аккумуляторов является стабильность напряжения при изменении тока нагрузки и температуры. В зависимости от электрохимической системы напряжение на зажимах аккумулятора составляет от 1,2 до 2 В.

Практика эксплуатации АКБ показывает, что выход из строя до установленных сроков службы составляет около 30%, а 50% от общего выхода из строя аккумуляторных батарей – составляет сульфатация пластин на этапе их эксплуатации см. (рис 1).

Таким образом, остро встаёт вопрос об анализе причин выхода из строя свинцовых (кислотных) аккумуляторных батарей, особенно на этапе эксплуатации аккумуляторных батарей.

Долговечность аккумуляторов зависит от:

- ресурса, заложенного в электрохимическую систему и конструкцию аккумулятора;
- условий хранения аккумуляторов;
- условий ввода в эксплуатацию;
- условий эксплуатации.

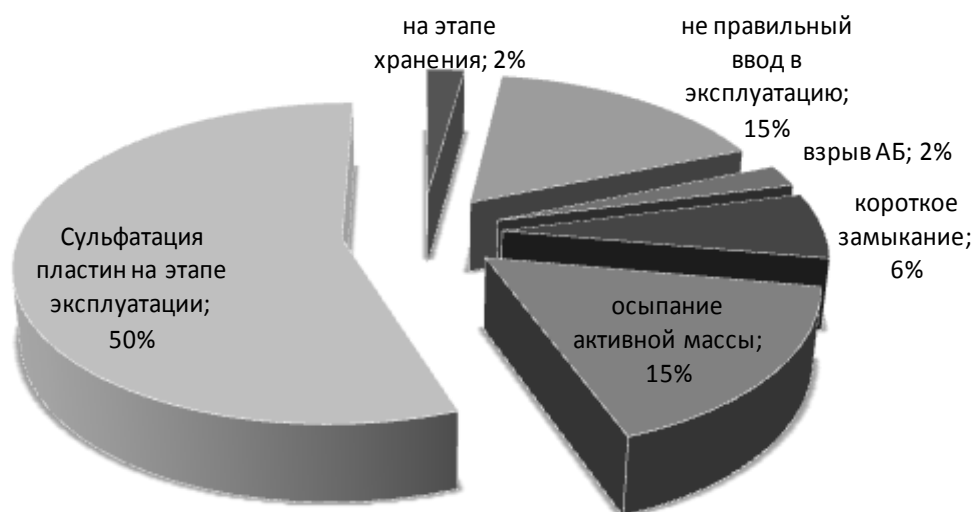


Рис. Недоработки установленных норм эксплуатации АКБ

Установленные нормы наработки (сроки службы) АКБ в ВС РФ начинают исчисляться со дня приведения их в рабочее состояние, независимо от продолжительности хранения в сухозаряженном состоянии.

Следовательно, этап хранения не берётся в расчёт при прогнозировании долговечности АКБ, тогда как процент недоработки установленных норм эксплуатации (сроков службы) по причине сульфатации пластин на этапе хранения составляет 7%. Поэтому важным становится вопрос о правильном хранении и своевременном освежении АБ.

Большую роль в определении долговечности АКБ играют условия ввода в эксплуатацию. Важен выбор способа заряда. Неправильный заряд АКБ приводит к частичному разрушению активной массы положительных пластин оксида свинца (PbO_2), большому газовыделению, коррозии положительных пластин. Процент недоработки установленных норм эксплуатации (сроков службы) по причине неправильного заряда АКБ составляет 15%.

Процент недоработки установленных норм эксплуатации (сроков службы) по причине сульфатации пластин на этапе эксплуатации составляет около 50%. Поэтому этап эксплуатации АКБ является самым важным в комплексе мероприятий по повышению долговечности.

Периоды эксплуатации АКБ – зима, весна, лето, осень.

Климатические районы эксплуатации АКБ:

- очень холодный климатический район;
- холодный климатический район;
- очень жаркий сухой и жаркий сухой климатические районы.

Нормы снижения сроков службы аккумуляторных батарей в климатических районах представлен в (таблица).

Таблица

Нормы снижения сроков службы аккумуляторных батарей

№	Климатические районы	Категории машин	Снижение норм наработки (сроков службы), %
1	Очень холодный климатический район		50
2	Холодный климатический район		20
3	Очень жаркий сухой и жаркий сухой климатические районы		15
4		Машины аэродромного обслуживания и входящие в комплексы вооружения и обеспечения боевого дежурства	10

Исходя из вышесказанного, большую роль при эксплуатации АКБ приобретает правильная эксплуатация АКБ в различных периодах года и различных климатических районах.

Основными причинами сульфатации пластин на этапе эксплуатации АКБ, являются:

- длительное нахождение батарей в разряженном состоянии.
- систематический недозаряд батарей.
- снижение уровня электролита в аккумуляторах (ниже верхнего края пластин).
- применение электролита более высокой плотности, чем предусмотрено для климатических условий эксплуатации.

Так же важны и технические аспекты по продлению сроков эксплуатации аккумуляторов в различных климатических условиях, такие как уменьшение агрессивности воздействия холодного или жаркого климата на АКБ, увеличивающие срок службы батарей от 15 до 50% и соответственно во столько же % позволяют экономить денежные средства.

Для продления и увеличения сроков службы кислотных АКБ преждевременному выходу из строя предлагается:

А. На этапе хранения АКБ:

- не допускать сульфатацию пластин АБ в процессе хранения, для хранения АБ использовать сухие помещения с влажностью воздуха 30%;
- хранение АБ осуществлять на стеллажах с использованием пакетов силикагеля;
- осуществлять КТЦ (контрольно-тренировочный цикл) с АБ, находящимися на хранении 1 раз в 3 месяца.

Б. На этапе ввода в эксплуатацию АБ:

- правильно выбирать способ заряда АБ, не считаясь со временем их приведения;

- заряжать АБ до полного окончания цикла заряда ступенчатым способом;
- выбраковывать АБ с признаками сульфатации пластины и своевременно принимать меры по устранению сульфата свинца.

В. На этапе эксплуатации АБ:

- не допускать сульфатацию пластин на этапе эксплуатации АБ, проведением комплекса мероприятий по техническому обслуживанию АБ;
- проводить КТЦ через каждые 100 часов работы АБ;
- проводить КТЦ до полного заряда и полного разряда АБ, результаты заносить в журнал наблюдений;
- правильно устранять сульфатацию пластин, используя электролит низкой плотности и промывочную дистиллированную воду;
- не применять электролит более высокой плотности, чем предусмотрено для климатических условий эксплуатации;
- для уменьшения агрессивности воздействия окружающей среды на АБ, выпускать заводу-изготовителю АБ в герметизированном варианте, в термосекорпусе или в корпусе, снижающем воздействие температур на электролит;
- поддерживать постоянную температуру электролита в АБ, используя в нижней части корпуса нагревательное сопротивление, работающее от положительных пластин окиси свинца (PbO_2) и отрицательных пластин губчатого свинца (Pb).

В заключении хотелось бы сказать, что эксплуатационные параметры аккумуляторных батарей, в том числе и срок службы, в значительной степени определяются качеством технического обслуживания в процессе эксплуатации и хранения. Вопросом технического обслуживания аккумуляторных батарей часто не уделяется должного внимания, имеют место случаи невыработки аккумуляторными батареями, установленными на машины и объекты, своего ресурса. Данная статья призвана содействовать решению проблемы рационального технического обслуживания и продления сроков службы аккумуляторных батарей в ВС РФ.

Немаловажным является и фактор своевременного выявления и устранения поломок и неисправностей при эксплуатации аккумуляторных батарей.

В процессе эксплуатации батарей кроме мероприятий по продлению сроков службы, описанных в статье, важно проводить весь комплекс мероприятий по техническому обслуживанию батарей, к которым относятся:

- очистка от пыли и грязи;
- устранение трещин в мастике;
- реставрация разрушенных корпусов;
- реставрация выходных зажимов;
- устранение повышенного саморазряда;
- устранение обрывов электрической цепи;
- устранение короткого замыкания внутри аккумуляторов;
- проверка уровня и плотности электролита.

Только проведение всего комплекса мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, а также мероприятий по продлению сроков службы даст эффект увеличения и продления срока службы аккумуляторных батарей.

Список литературы

1. Борисов В.П., Донец В.П., Косенко О.М. Ускоренное приведение аккумуляторных батарей в рабочее состояние. Учебное пособие. М.: Издание ВИУ, 2000.
2. Бухарев А.И., Емельянов И.А., Суднов В.П. Средства заряда аккумуляторов и аккумуляторных батарей. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1988.

СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРЫ RBF-СЕТИ

Бабаев Ал.М.

магистрант второго курса факультета «Техника и технологии»,
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты,
Россия, г. Шахты

Бабаев Ан.М.

студент четвертого курса факультета «Техника и технологии»,
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты,
Россия, г. Шахты

В статье предложено использование архитектуры RBF-сети в качестве архитектуры компонентов системы параллельной аппроксимации данных. Использование параллельной системы позволит аппроксимировать большие объёмы данных с более высокой скоростью и точностью. Для реализации архитектуры системы был выбран язык высокого уровня C# на платформе Visual Studio. Экспериментальные исследования точности и скорости работы системы были выполнены на основе трёх выбранных моделей данных. В результате исследования было доказано, что параллельная система значительно превосходит существующую архитектуру RBF-сети в точности вычислений и скорости обучения. В дальнейшем планируется использование параллельной системы аппроксимации в качестве модуля системы поиска оптимального решения.

Ключевые слова: аппроксимация, приближение, нейронные сети, RBF-сети, радиальные функции, параллельная система аппроксимации, нейросетевой метод аппроксимации.

1. Введение

В настоящее время во многих технических исследованиях является актуальной задача аппроксимации данных. Имеется большое количество методов аппроксимации данных. Наиболее качественный расчет приближения достигается при применении методов на основе нейронных сетей [4, с. 121]. Среди нейросетевых методов лучшей точностью аппроксимации обладают RBF-сети, что экспериментальным путем доказано в работе [2]. Но для обучения RBF-сети на больших объемах обучающих данных требуется большое количество времени, а также снижается точность вычислений.

Для повышения качества аппроксимации большого количества данных предлагается использовать систему параллельной аппроксимации на основе структуры RBF-сети (PAS RBF).

2. Описание архитектуры параллельной системы

Архитектура системы основана на аппроксимации с помощью параллельно выполняемых компонентов в разных потоках данных (рис. 1).

Параллельность вычислений в предложенной системе заключается в аппроксимации функции в областях $y_0 \dots y_d$, $y_d \dots y_k$, $y_k \dots y_m$ и $y_m \dots y_n$ с помощью параллельно выполняемых компонентов. Количество областей определяется размерностью множества компонентов системы. Соответственно вектор входных значений X подразделяется на то же самое количество частей, то есть на $x_0 \dots x_d$, $x_d \dots x_k$, $x_k \dots x_m$ и $x_m \dots x_n$ (рис. 2).

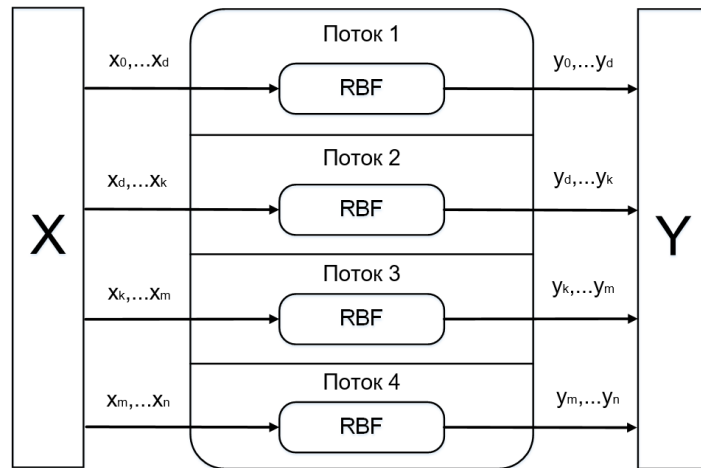


Рис. 1. Архитектура системы параллельной аппроксимации данных

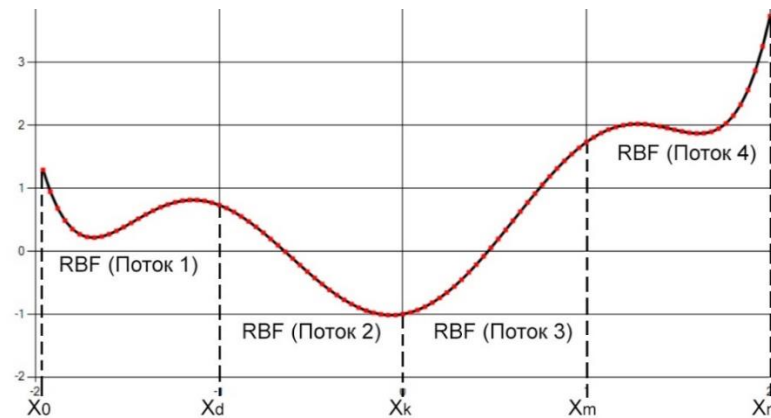


Рис. 2. Схема разделения вектора входных значений на потоки

В качестве структуры компонентов системы используется архитектура RBF-сети. Радиальная базисная сеть используется для выполнения поиска субоптимального решения (оптимального по одной из частных целевых функций), которое аппроксимирует достаточно точное решение. Она имеет полносвязную архитектуру с прямым распространением сигнала (рис. 3).

Аппроксимирующее решение при ограничении C базисными функциями представляется в следующем виде:

$$F(x) = \sum_{i=1}^C w_i \varphi(\|x - c_i\|),$$

где $c_i (i = 1, 2, \dots, C)$ – это множество центров, которые необходимо определить.

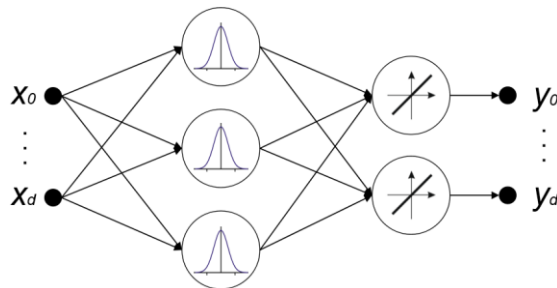


Рис. 3. Структура RBF-сети

В состав RBF-сети входит два слоя. В качестве радиальной функции активации нейронов скрытого слоя используется чаще всего функция Гаусса, которая имеет сокращенный вид при размещении ее центра в точке c_i :

$$\varphi(x) = \varphi(\|x_i - c_i\|) = \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right).$$

где σ_i – это параметр, от которого зависит ширина радиальной функции.

В качестве функции активации нейронов выходного слоя используется линейная функция, которая имеет следующий вид:

$$Y = k * \varphi(x),$$

где k – угол наклона прямой [4, с. 122].

Для снижения сложности структуры компонентов системы (количества нейронов скрытого слоя) при обучении системы предлагается использовать конструктивный алгоритм обучения на основе метода обратного распространения ошибки. В качестве функции ошибки сети для оценки качества аппроксимации на каждой итерации обучения используется следующая функция:

$$f(y_i, t_i) = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - t_i|}{n},$$

где y_i – i -ое значение выхода сети; t_i – i -ое целевое значение сети, n – количество нейронов выходного слоя. Качество аппроксимации тем лучше, чем ближе к нулю значение функции ошибки.

В конструктивном алгоритме изначально малое количество нейронов в скрытом слое. Если нейронов в скрытом слое не достаточно для достижения необходимого значения функции ошибки, то выполняется увеличение их количества. Добавление нейронов происходит путем «расщепления» одного из старых нейронов скрытого слоя.

Этот подход в обучении RBF-сети позволит достичь необходимого значения ошибки сети с использованием минимального количества нейронов скрытого слоя.

3. Экспериментальные исследования

Структура параллельной системы была реализована для исследования качества аппроксимации на платформе Visual Studio с помощью языка высокого уровня C#. Использование этого языка обусловлено следующими причинами:

- реализует компонентно-ориентированный подход, способствующий меньшей машинно-архитектурной зависимости результирующего программного кода;

- наличием в Visual Studio большого выбора инструментов визуализации данных.

Для визуализации архитектуры реализованного проекта построена UML-диаграмма классов (рис. 4). Это позволит отразить не только состав созданных классов, но характер их взаимодействия.

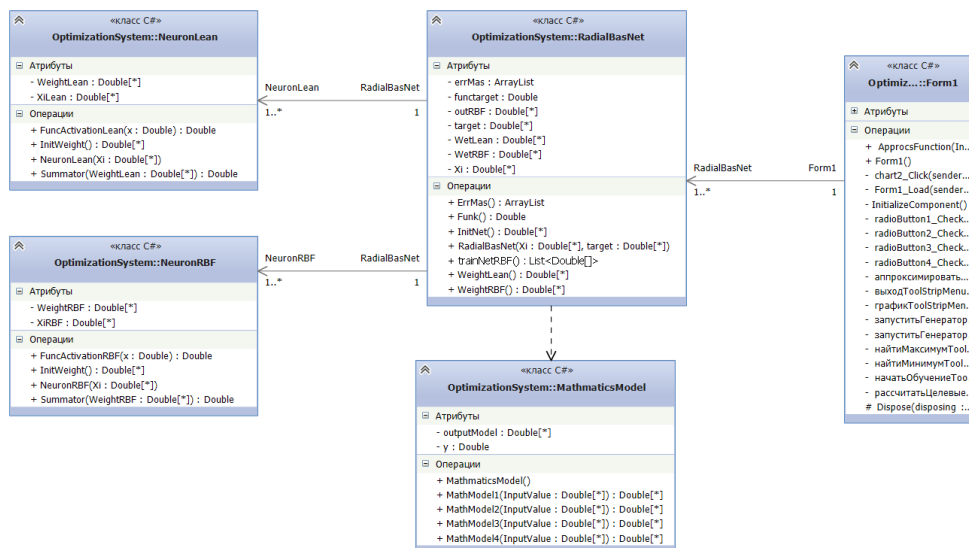


Рис. 4. UML-диаграмма классов параллельной системы

Были созданы следующие классы:

- NeuronRBF – класс нейронов скрытого слоя;
- NeuronLean – класс нейронов выходного слоя;
- RadialBasNet – класс, включающий в себя методы инициализации и обучения;
- MathematicsModel – класс для подготовки вектора обучающих данных.

Для оценки точности и скорости работы системы параллельной аппроксимации необходимо проанализировать данные расчета приближения для нескольких наборов данных. Для проведения исследований были выбраны три набора на основе ниже перечисленных функций:

- $f(x) = \frac{\sin(10 \cdot \pi \cdot x)}{2 \cdot x} + (x - 1)^4$, $x \in [-1; 3]$ – Gramacy & lee function (рис. 5);

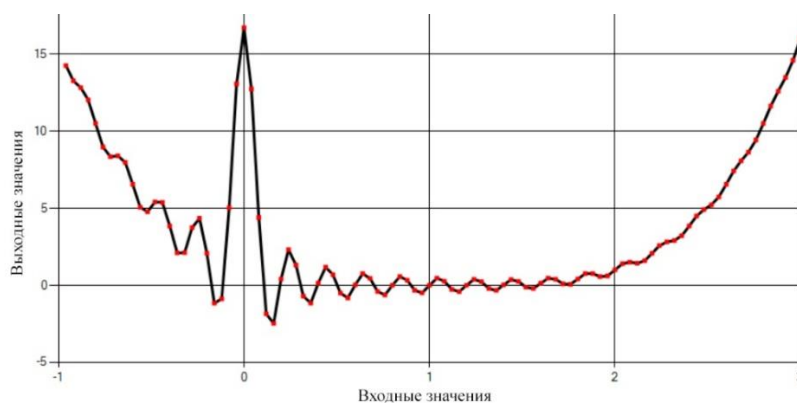


Рис. 5. Графики выхода сети для Gramacy & lee function

- $f(x) = (6 \cdot x - 2)^2 \cdot \sin(12 \cdot x - 4)$, $x \in [-1; 2]$ – Forrester et al. (2008) function (рис. 6);

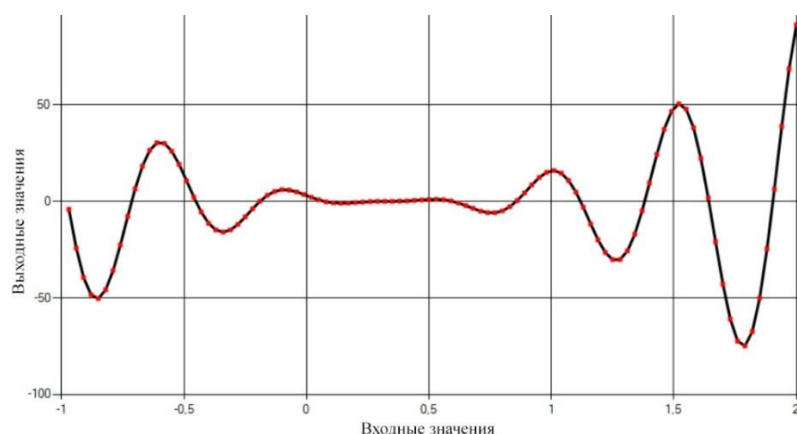


Рис. 6. Графики выхода сети для Forrester et al. (2008) function

– $f(x) = 10 + x^2 - 10 * \cos(2 * \pi * x)$, $x \in [-5; 5]$ – Rastrigin function.

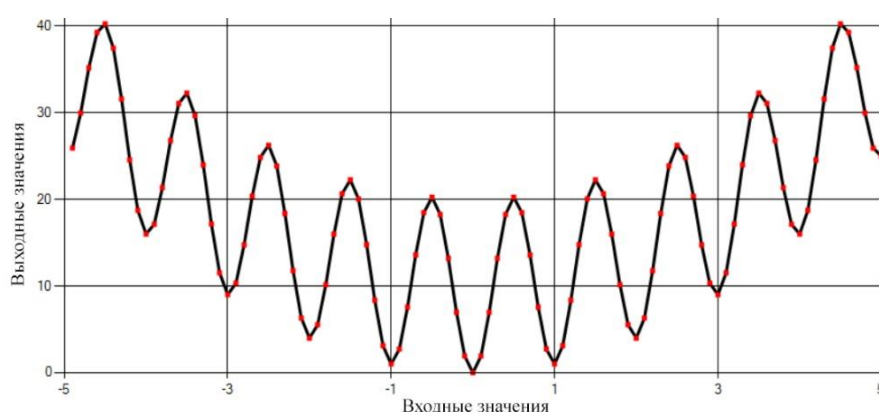


Рис. 7. Графики выхода сети для Rastrigin function

В качестве входных данных использовался вектор значений, размер которого равно 100.

В таблице 1 представлены для сравнительного анализа результаты аппроксимации выбранных моделей с помощью RBF-сети и параллельной системы аппроксимации. Оценка выполнялась по двум критериям: ошибка сети и скорость обучения.

Таблица 1

Результаты обучения RBF-сети и параллельной системы аппроксимации

	Gramacy & lee function		Forrester et al. (2008) function		Rastrigin function	
Критерии	RBF-сеть	PAS RBF	RBF-сеть	PAS RBF	RBF-сеть	PAS RBF
Ошибка выходов	$1,52 * 10^{-11}$	$6,35 * 10^{-13}$	$3,41 * 10^{-10}$	$6,66 * 10^{-12}$	$9,45 * 10^{-9}$	$1,25 * 10^{-9}$
Скорость обучения (итераций в секунду)	663	3258	634	3201	686	3346

При анализе таблицы 1 можно сделать вывод, что параллельная система аппроксимации превосходит существующую архитектуру RBF-сети по двум выше озвученным критериям. Но также возникли в ходе эксперимента выявлен недостаток системы. Его суть заключается в том, что при аппроксимации функции с большим количеством локальных оптимумов снижается эффект улучшения качества расчётов выхода системы.

4. Заключение

Предложенная архитектура параллельной системы аппроксимации в ходе экспериментального исследования показала более качественные значения по основным критериям оценки нейронной сети, чем RBF-сеть. Но платформа Visual Studio, на которой реализована система, не предназначена для реализации параллельных вычислений на графических картах. Чтобы добиться более высоких результатов аппроксимации необходимо реализовать архитектуру предложенной системы с помощью платформы для параллельных вычислений CUDA.

Дальнейшая работа в рамках данного исследования будет направлена на устранение недостатков системы. Также планируется использовать предложенную параллельную систему как модуль системы для решения задач оптимизации.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты: №17-07-01323 и 18-07-01054)

Список литературы

1. Villarrubia G., De Paz J. F., Chamoso P., De la Prieta F. Artificial neural networks used in optimization problems // Neurocomputing. – 2017. – №272. – P. 10-16.
2. Бабаев Ан. М., Бабаев Ал. М. Исследование эффективности работы нейросетевых методов аппроксимации // Особенности современного этапа развития естественных и технич. наук: сборник науч. трудов по материалам Международной науч.-практ. конф. 28 декабря 2017. – Белгород: ООО АПНИ, 2018. – Часть II. – С. 23-27.
3. Бабаев А. М., Берёза А. Н. Модифицированный алгоритм имитации отжига на основе RBF-сети // Тенденции развития современного естествознания и технич. наук: сборник науч. трудов по материалам Международной науч.-практ. конф. 30 октября 2017. – Белгород: ООО АПНИ, 2017. – Часть II. – С. 51-58.
4. Филатова Т. В. Применение нейронных сетей для аппроксимации данных // Вестник Томского государственного университета. – 2004. – №4. – С. 121-125.
5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ СЪЕМОК

Башарин С.А.

заведующий кафедрой, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, Россия, г. Санкт-Петербург

Годияк В.А.

аспирант, Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, Россия, г. Санкт-Петербург

Актуальность проблемы определяется необходимостью повышения качества видеосъемки под водой для целей распознавания различных объектов. Целью построения многофакторной модели изображения является исследование влияния различных параметров водной среды на качество получаемого в ходе видеосъемки изображения и определение оптимального соотношения этих параметров. В качестве математической модели изображения предлагается использование традиционной матричной модели, элементы которой представляют собой системные функции, определяемые заданным набором параметров.

Ключевые слова: подводная видеосъемка, факторы водной среды, математическая модель изображения, многофакторная модель.

Качество изображения видеосъемки под водой во многом зависит от различных факторов, присущих той или иной водной среде. Учет максимального количества этих факторов, а также выбор их оптимального соотношения, позволяет упростить задачу распознавания различных объектов под водой. Такая задача ставится, например, при поисковых подводных работах, при проведении подводных научных исследований или в военной сфере.

Проводить исследование влияния факторов водной среды на качество изображения под водой в естественных условиях довольно сложно. Поэтому задача построения математической модели изображения для видеосъемки в условиях водной среды является актуальной задачей, решение которой позволит экономить временные и материальные ресурсы. Для исследования влияния различных факторов на изображение в телевизионных системах подводного назначения математическая модель изображения должна учитывать особенности подводной среды и влияние различных факторов на качество изображения.

Системная функция в модели, характеризующая параметры водной среды, формируется из совокупности отдельных характеристик, учитывающих влияние перечисленных факторов на качество изображения в условиях подводных съемок:

$$I = f(x, y, z, F, t),$$

x, y, z – координаты объекта относительно камеры видеонаблюдения, F – вектор воздействий (факторов влияния), t – время.

Координаты объекта, безусловно, существенным образом влияют на качество изображения. Чем ближе к камере расположен объект, тем лучше качество получаемого изображения. Что же касается вектора воздействий, то здесь дело обстоит сложнее.

В состав вектора воздействий (факторов влияния) входят многие факторы, определяющие свойства водной среды. В настоящей работе для примера рассматриваются только два из них:

1. Изменение прозрачности воды.

Согласно закону Бугера прозрачность воды определяется с помощью коэффициента прозрачности [2]:

$$\tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi_0} = e^{-\varepsilon x}$$

Φ_τ – световой поток, прошедший через слой воды толщиной x , Φ_0 – световой поток, падающий на поверхность воды, ε – показатель ослабления света в воде. Для неоднородной водной среды показатель экспоненты имеет интегральный вид:

$$\tau = e^{-\int_0^l \varepsilon(x) dx}$$

Показатель ослабления света определяется по выражению [2]:

$$\varepsilon = -\frac{\ln \tau}{x} = -\frac{\ln \tau_n}{x} - \frac{\ln \tau_p}{x},$$

где τ_n и τ_0 – коэффициенты прозрачности поглощения и рассеяния соответственно.

В практических расчетах при подводных съемках чаще используют показатель вертикального ослабления естественного света:

$$\gamma = \varepsilon P(\theta), \quad (1)$$

где величина $P(\theta)$ определяется индикатрисой рассеяния [2]. Индикатриса рассеяния представляет собой график распределения рассеиваемых в воде световых лу-

чей по углам. Ее еще называют диаграммой рассеяния. Как правило, она выражается не функцией, а получается эмпирическим путем и строится в виде диаграммы.

2. Ослабление контраста изображения.

Свойства воды рассеивать свет приводит в итоге к ослаблению контраста изображения [2]. Контраст объекта на входе преобразователя связан с действительным контрастом объекта:

$$K_{\text{вх}} = \frac{K_0}{1 + E_{\text{д}} / E_0}, \quad (2)$$

где E_0 – освещенность фотопреобразователя от объекта или фона, $E_{\text{д}}$ – освещенность фотопреобразователя, создаваемая рассеивающей дымкой:

$$E_{\text{д}} = \frac{1}{S_{\text{ф}}} \int_{h_0}^h d\Phi(z),$$

где $S_{\text{ф}}$ – площадь фоточувствительной поверхности.

Изменение светового потока под интегралом определяется из выражения:

$$d\Phi(z) = \frac{\pi x(\pi) \sigma \rho_{\text{об}} D^2 x^2 e^{-\gamma z}}{64 z^2} E(z) dz$$

где $x(\pi)$ – значение индикатрисы рассеяния в направлении 180° , $\rho_{\text{об}}$ – коэффициент пропускания объектива, D – диаметр входного зрачка объектива.

Освещенность слоя dz на расстоянии z от объектива определяется выражением:

$$E(z) = \frac{I_0}{I_z^2} \cos(\psi) \cdot e^{-\gamma z},$$

где I_0 – сила света источника в осевом направлении, I_z – расстояние от источника до слоя dz .

Кроме перечисленных, существует еще множество факторов, определяющих свойства полученного под водой изображения. Для получения адекватного изображения при проводимых под водой исследований необходимо по возможности учитывать максимальное число этих факторов. Поскольку современные исследования по большей части проводятся на моделях, при составлении математической модели системы подводной видеосъемки также необходимо учитывать все эти факторы.

При формировании математической модели изображения в телевизионных системах подводного назначения изображение размером $W \times H$ можно представить в виде функции двух переменных [3]:

$$\text{img} = f(i, j), i \in [0; W], j \in [0; H].$$

Функция img будет представлять собой матрицу с числом строк и столбцов соответственно W и H :

$$\text{img} = I(i, j) = \begin{bmatrix} I(0,0) & I(0,1) & \dots & I(0,W-1) \\ I(1,0) & I(1,1) & \dots & I(1,W-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ I(H-1,0) & I(H-1,1) & \dots & I(H-1,W-1) \end{bmatrix}$$

Функция $I(i, j)$ в общем случае будет нестационарной, вид ее определяется параметрами водной среды. Если на начальном этапе построения системной функции учитывать только изменение прозрачности воды и изменение контраста изображения, то в первом приближении она будет выглядеть так:

$$I(\gamma, E) = \gamma \cdot E(z),$$

где γ – показатель вертикального ослабления естественного света, а $E(z)$ – освещенность слоя воды на расстоянии z от объектива.

Величина показателя γ определяется по формуле (1) на основе эмпирически полученной индикатрисы, которая представляет собой функцию, характеризующую закон распределения относительной интенсивности рассеяния света по различным направлениям в пределах полного телесного угла для данной точки среды и данного направления падающего луча [2].

Освещенность объекта будет нелинейно зависеть от расстояния z от объектива:

$$E(z) = \frac{I_0}{\left(\frac{z}{\cos(\psi)}\right)^2} \cos(\psi) \cdot e^{\gamma \frac{z}{\cos(\psi)}},$$

а ее график будет представлять нелинейную функцию, изображенную на рис. 1.

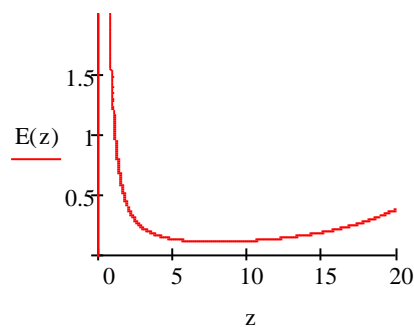


Рис. 1. Нелинейная зависимость освещенности от расстояния z от объектива

Другой фактор, влияющий на качество изображения и выбранный на начальном этапе построения системной функции, учитывает изменение контраста изображения. Изменение контраста изображения определяется выражением (2) и также представляется нелинейной зависимостью, график которой представлен на рис. 2.

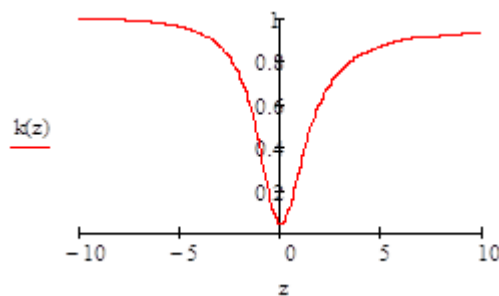
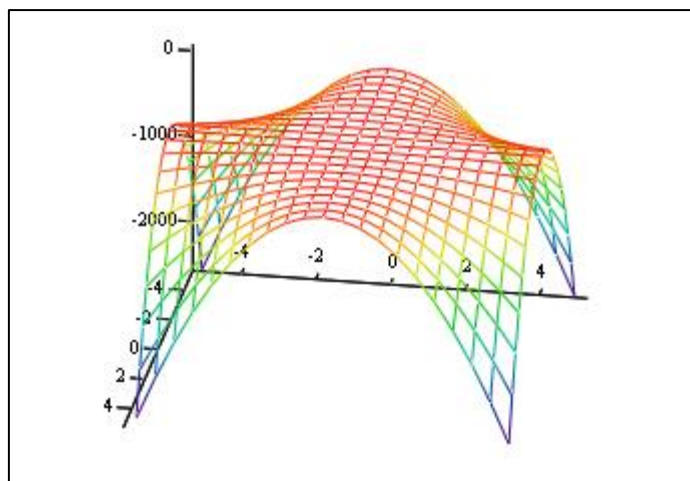


Рис. 2. График изменения контраста изображения

В результате системную функцию $I(\gamma, E)$ можно представить в виде поверхности, конфигурация которой определяется изменением выбранных параметров (факторов) в направлении осей нижней плоскости координатной системы (рис. 3).



f

Рис. 3. Поверхность, определяющая получение оптимального изображения

Точка глобального максимума поверхности будет определять оптимальное соотношение параметров многофакторной модели. Определение оптимального качества изображения под водой путем нахождения экстремума представленной на рис. 3 поверхности представляет собой самостоятельную задачу из области оптимального управления.

Последовательно усложняя задачу получения оптимального по качеству изображения под водой путем постепенного учета других параметров водной среды и учитывая изменения условий видеосъемки, можно построить многоэкстремальную поверхность, нахождение экстремумов которой позволит максимально улучшить качество изображения при подводной видеосъемке.

Список литературы

1. Калинин А. Подводная видеосъемка. URL: <http://diving-phuket.ru/>.
2. Горбачёв А.А. Оптико-электронные приборы и системы техносферной безопасности. СПб., 2012. 123 с.
3. Штаничев Х.Б. Математическая модель представления изображения в системах распознавания образов // Мир науки, вып.2, 2015. URL статьи: <http://mir-nauki.com/PDF/29TMN215.pdf>.

ФАКТОР НАКОПЛЕНИЯ ТРЕЩИН ВНУТРИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (АВТОСЦЕПКА)

Белозеров И.Н.

преподаватель ФСПО-ХТЖТ,
Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Хабаровск

Данная статья содержит материалы, характеризующие взаимосвязь между усталостью металла и возникающими износами в автосцепке и происходящими процессами роста трещины $V(\Delta L/\Delta N)$ и объяснены причины их возникновения. Основной целью публикации является выяснение причин возникновения дефектов в автосцепках.

Ключевые слова: твердое тело, руда, металл, коэффициент.

Состояние вопроса. Геологи находят рудное тело, а уже шахтеры добывают эту руду. После этого металлурги выплавляют из этой руды металл после обогаще-

ния. Это длинная цепочка в той, системе и в которой мы существуем, и в которой из куска руды получается и выплавляется автосцепка. В процессе эксплуатации, а также испытаний этих автосцепок происходит такое понятие как усталость металла.

Если мы заглянем в определение что такое усталость, то узнаем, что это процесс постепенного накопления повреждений металла под действием переменных напряжений, приводящих к изменению свойств, образованию трещин и разрушению. Ведь зная, как выплавляют и какие примеси добавляют в тот или иной металл, можно при испытаниях учесть предел выносливости или текучести. В разных научных трудах при испытании на примере рамы вагона с учетом марки стали проводились на стандартных образцах внецентрового растяжения типа С(Т), позволяющих воспроизвести вид деформаций и градиент коэффициента интенсивности напряжения (КИН) с ростом трещины, близкие к тем, которые наблюдаются при нагружении. И это производилось в лабораторных условиях [3]. Автосцепка практически испытывает нагрузки с разной частотой как горизонтально, так и вертикально. Причем если рама испытывает собственный вес как так и груза, то автосцепка только собственный вес и с тягой.

Для определения длительности развития усталостных трещин в литых деталях автосцепок по их числу в целом, необходим статистический анализ объединенной диаграммы усталостного разрушения по совокупности всех исследованных марок сталей. И диаграмма усталостного разрушения литых сталей будет отличаться у рамы и автосцепки, что наглядно представлено на рисунке 1.

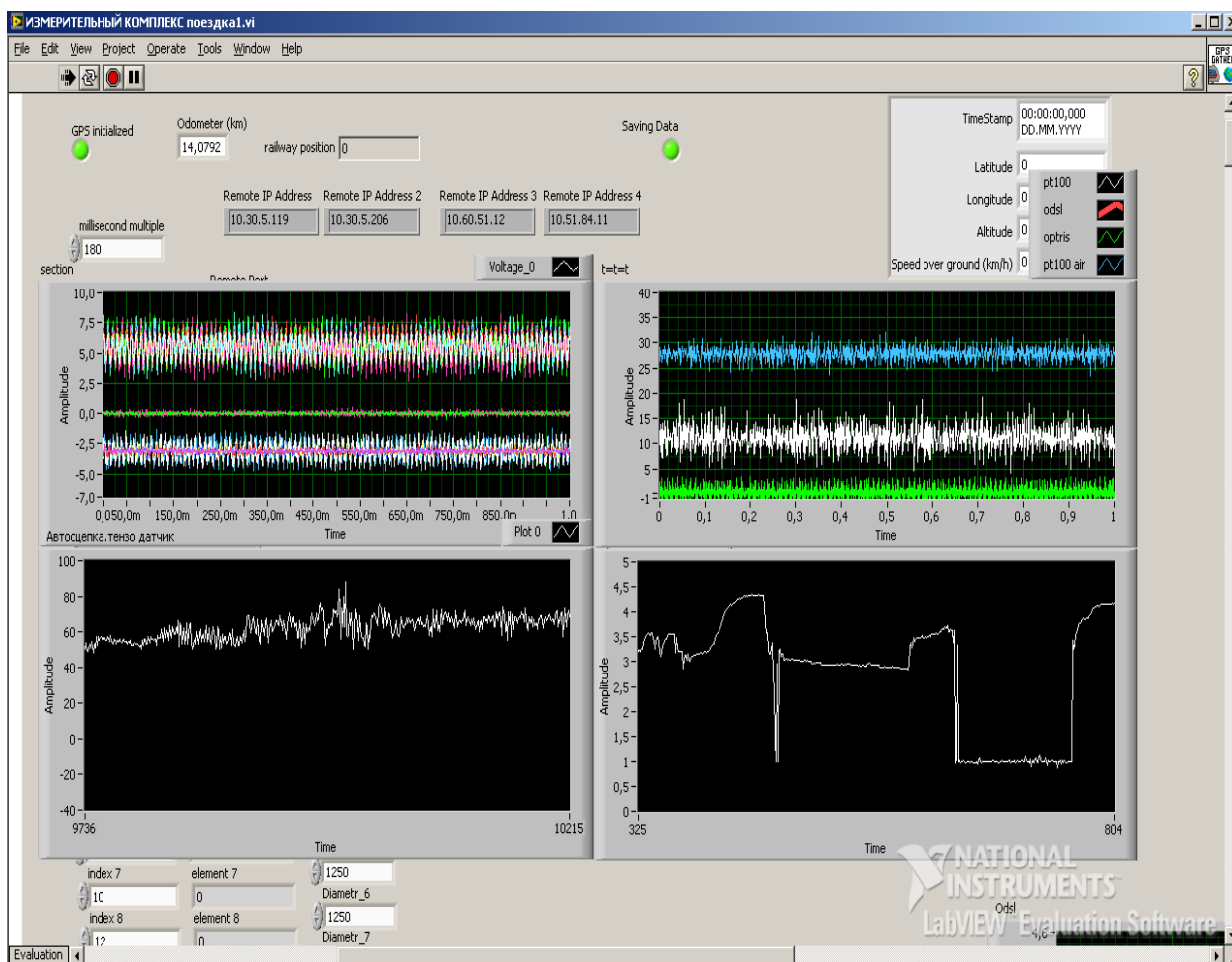


Рис. 1. Запись с поездки электровоза ЗЭС5К «Ермак» в составе поезда, 1 поездка

Прямая линия является аппроксимацией методом наименьших квадратов линейной части диаграммы уравнением Пэриса:

$$V = 1,23 \cdot 10^{-9} \cdot (\Delta K)^{3,57}, \text{мм/цикл.} - \text{МПа} \sqrt{\text{м}}. \quad (1)$$

В соответствии с небольшим изменением градиента напряжений в области больших диаметров интенсивность снижения пределов выносливости уменьшается, а пределы выносливости образцов при изгибе и растяжении-сжатии сближаются [1].

Основные причины, вызывающие снижение пределов выносливости с увеличением размеров детали:

1) Увеличение вероятности появления дефектов в связи со статистической природой усталостных явлений;

2) Увеличение зоны объема металла, охватываемого повышенными напряжениями;

3) Увеличение неравномерности свойств по сечению в связи с ограниченной прокаливаемостью, влияние механической обработки, ухудшение качества металла отливки или поковки с увеличением абсолютных размеров;

4) Эффект масштаба проявляется как при наличии геометрических концентраторов напряжений, так и при напрессовке деталей;

5) Масштабный фактор сильнее проявляется на более высокопрочных материалах;

6) Чем выше теоретический коэффициент концентрации напряжений, тем сильнее проявляется масштабный фактор,

7) С увеличением размеров эффективный коэффициент концентрации напряжений, а следовательно, и чувствительность к концентрации напряжений растут;

8) На долговечность при напряжениях выше предела выносливости масштабный оказывает более сильное влияние, чем на предел выносливости, причем с увеличением перегрузки он проявляется в большей степени. Это имеет место даже в тех случаях, когда при напряжениях предела выносливости масштабный эффект не наблюдается;

9) При испытании сталей в коррозионной среде наблюдается отрицательное проявление масштабного фактора – предел выносливости увеличивается с увеличением диаметра образца;

10) Эффективный коэффициент концентрации напряжений увеличивается с увеличением диаметра образца и асимптотически приближается к теоретическому.

Во время испытаний на электровозе 3ЭС5К по станции Смоляниново Приморского края нашими учеными с кафедры локомотивы ДВГУПСА четко прослеживается связь относительно автосцепки, при каких нагрузках и с какой частотой происходит резкие напряжения на сам металл. Данный процесс проиллюстрирован на рисунке 2. Данная поездка является третьей, номер 2932, 6339 тонн, 78 цистерн, 68 вагонов. Толкач в хвосте со Смоляниново. Сулр – работает. Отправление 18:56 ч. Сулр-р однократно резервный канал.

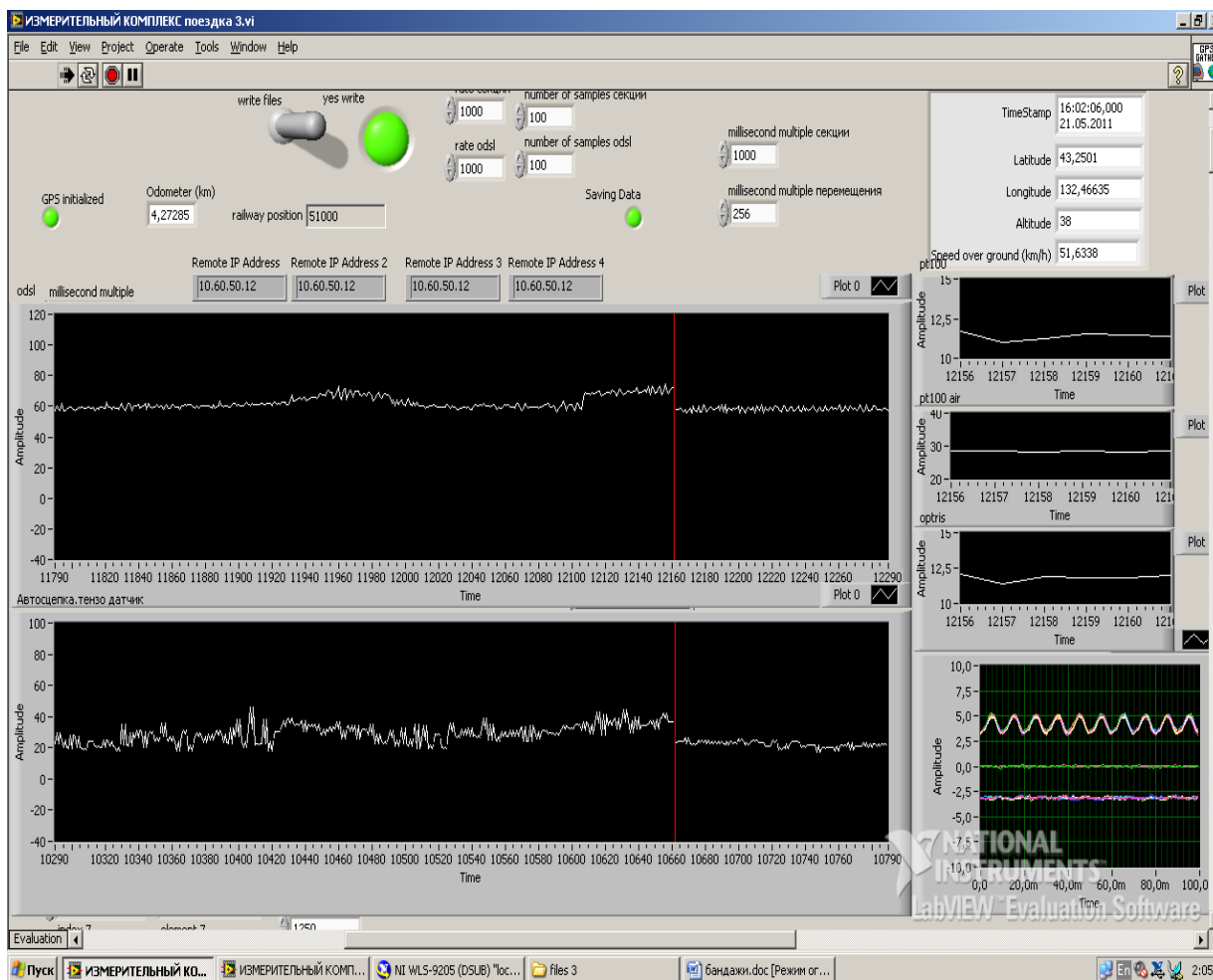


Рис. 2. Запись с поездки электровоза ЗЭС5К «Ермак» в составе поезда, 3 поездка

В результате изменения режима скорости и соответственно тяги, автосцепка теряет так называемую свою «эластичность», что с изменением цикла возрастает риск возникновения новых трещин, как на поверхности, так и в глубине тела [2].

Решение вопроса возможно тремя способами:

1. уменьшение веса состава и весовых норм;
2. спрямления плана и профиля пути;
3. изменения в конструкции поглощающих аппаратов.

Список литературы

1. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов: учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1983.
2. Суй А.В., Давыдов Ю.А., Пляскин А.К. Отчет о научно – исследовательской работе. «Исследование работы режимов работы автосцепных устройств электровозов 2ЭС5К на участке Смоляниново – Находка». 1 этап «подготовка и запуск измерительного комплекса для мониторинга режимов работы автосцепок электровоза 2ЭС5К». Договор №6101(11).
3. Трошенко В.Т., Сосновский Л.А. Сопротивление усталости металлов и сплавов. Ч.1 Издательство: Наукова Думка. 1987.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Беляев С.В.

доцент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования,
канд. тех. наук, доцент, Петрозаводский государственный университет,
Россия, г. Петрозаводск

Давыдов Г.А.

доцент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования,
канд. техн. наук, доцент, Петрозаводский государственный университет,
Россия, г. Петрозаводск

Статья посвящена проблемам повышения топливной эффективности и экологических характеристик автомобилей. Дается анализ перспективных транспортных технологий. Отмечается, что гибридные автомобили имеют очевидные преимущества по экологическим характеристикам и топливной экономичности по сравнению с традиционными автомобилями.

Ключевые слова: автомобиль, гибридный автомобиль, токсичные вещества, топливная экономичность, перспективные технологии.

Вопросы потребления ископаемых ресурсов их рационального использования, нормирования приобретают все большее значение в энергосберегающей политике развитых стран. В последние годы в них была разработана политика, предусматривающая введение стандартов на топливную экономичность и внедрение энергосберегающих и экологически чистых технологий, в том числе и на автотранспорте. Здесь надо отметить, что конструкция современного автомобиля по большинству параметров, от которых зависит топливная экономичность и количество выбросов вредных веществ, такие как совершенствование двигателя, трансмиссии, шин в настоящее время уже приближает к предельным значениям. Гибридные силовые установки для автомобилей являются одним из решений, направленных на снижение потребления ископаемых топлив.

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

Силовой установкой может быть: поршневой ДВС, газовая турбина, топливные элементы. Носителем-накопителем энергии: аккумуляторные батареи, маховики и ультраконденсаторы. Сегодня наиболее широкое применение получили батареи.

Очевидно, что, уменьшая потребление углеводородного топлива автомобилем, можно одновременно и уменьшить эмиссию вредных веществ с отработавшими газами. Конечная суммарная эффективность и уровень эмиссии вредных веществ гибридных автомобилей зависит от комбинации многих факторов, систем и подсистем и как эти подсистемы интегрированы в конечный продукт (автомобиль) и от стратегии управления этим техническим комплексом. Например, гибридный автомобиль с силовой установкой на водородных топливных элементах мог бы выбрасывать в атмосферу только водяной пар и нетоксичные окислы углерода.

Безусловно, гибридный автомобиль – это компромисс. Это попытка, с одной стороны, существенно улучшить топливную экономичность и увеличить экономи-

ческие характеристики бензиновых автомобилей, преодолевая недостатки электромобилей.

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

- пробег между заправками (зарядками) не меньше 400–500 км;
- достаточно быстрая и легкая (доступная) заправка (зарядка);
- не быть помехой в общем потоке автомобилей на дорогах (скорость движения, динамика разгона).

ДВС обычного автомобиля имеет мощность, рассчитанную для достижения заявленной производителем максимальной скорости. Большинство пользователей автомобиля используют максимальную мощность очень редко (около 1–3% всего времени эксплуатации). Гибридные автомобили кроме малоразмерных двигателей, как правило, имеют дополнительные возможности для повышения топливной эффективности, например:

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

Аккумуляторные батареи являются важной частью гибридного автомобиля. Хотя конструкции батарей постоянно совершенствуются, однако большинство из них не полностью удовлетворяют требованиям, которые предъявляют к ним гибридные автомобили: оптимальное сочетание мощности и энергетической эффективности.

Сегодня в гибридах широко используется свинцово-кислотные батареи. Эти батареи относительно не дорогие и надежны, и безопасны. Однако они имеют низкую удельную энергию, чувствительность к низкой температуре и относительно небольшой ресурс (количество циклов заряд-разряд) работы.

Никель-кадмиевые батареи, применяемые в современной электронике, имеют высокую удельную мощность, большой ресурс работы, но не позволяют выдавать необходимую энергию (ток).

Никель-водородные батареи обладают более высоким ресурсом, чем свинцово-кислотные, приемлемой энергией, безопасны. Эти батареи вполне успешно используются в электромобилях и гибридных автомобилях небольшой мощности. К недостаткам никель-водородных батарей можно отнести их высокую стоимость, саморазряд, тепловыделение при высоких температурах и то, что они требуют контроля, за утечками водорода.

Литий-ионные и литий-полимерные батареи очень быстро нашли свое место на рынке мобильных телефонов, благодаря их высокой удельной энергии, мощности, эффективности, низкой степени саморазряда. Эти характеристики вполне приемлемы для их применения в гибридных автомобилях. Недостатками этого типа аккумуляторов являются пожароопасность при перезаряде и/или перегреве. Для борьбы с этим явлением аккумуляторы снабжаются встроенной электронной схемой, которая обеспечивает специальный алгоритм зарядки, предотвращая перезаряд и перегрев во время интенсивного заряда. В перспективе литиевые батареи могут более активно применяться в гибридных автомобилях [7, 8].

Гибридные энергетические системы были разработаны как один из вариантов компенсации недостатков электроавтомобилей работающих на аккумуляторах. Сочетание ДВС, батарей и электродвигателя позволило увеличить пробег гибридных автомобилей. Гибриды имеют потенциал, позволяющий повышать их роль в

секторе автоперевозок. Этому также способствует ряд факторов, обеспечивающих общую ситуацию функционирования транспортного комплекса.

Гибридные автомобили уже завоевывают свой сегмент рынка в некоторых странах Америки, Европы, Азии и России [5, 6].

Крупные компании предлагают потребителю все новые версии гибридных автомобилей [1, 3].

Дальнейший прогресс в разработке новых ДВС и работа по применению альтернативных источников энергии для них позволит значительно расширить применение гибридных технологий и автомобилей на их базе, и повлиять на сокращение потребления ископаемых видов топлива и эмиссии вредных веществ [2].

Гибридные автомобили имеют и ряд недостатков. Они значительно дороже обычных автомобилей, имеют больший вес, не совсем ясно со сроком службы батареи в Российских условиях, их стоимости на рынке вторичном рынке.

Но уже практически нет сомнений, что значительно большее количество гибридных автомобилей будут активно поступать на рынок многих стран мира [4, 5].

Список литературы

1. Martin Ebehard and Marc Tarpenning. The 21 Century Electric Car. Tesla Motors Inc. July 19, 2006.
2. Alliance Bernstein. The Emergence of Hybrid Vehicles. Research in Strategic Change. June 2006.
3. Patrick Hamment, Michael Flynn. Fuel-Saving Technologies and Facility Cnversion: Costs, Benefits and Incentives. OSAT, UMTRI. November 2004.
4. Greene D.L., K.G. Duleep and W. McMaus. Future Potential of hybrid and Diesel Powertrains in the U.S. Light-Duty Vehicle Market. Oak Ridge, TN: Oakridge National Laboratory, July 2004.
5. Henning Lohse-Busch .Current and Future Trends in Alternative Fuel Vehicles..A Research Perspective. IL Chamber of Commerce Panel. Augest 16, 2011.
6. Simpson A., Cost-Benefit Analyses of Plug-In Hybrid Electric Vehicle Technology .22nd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition ,Yokohama, Japan, Jctobor 23-28.2006.
7. Elgowainy A., Burnham A., Wang M., Molburg J., Rousseau A. Well-toWheels Energy Use and Greenhouse Gas Emissions Analyses of Plug-in Hybrid Electric Vehicles, ANL Report ESD/09-2, February 2009.
8. J.D. Power and Associates, J.D. Power and Associates 2008. Alternative Powertrain Study, July 2008.

ЭВОЛЮЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ В ЕВРОПЕ

Беляев С.В.

доцент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования,
канд. тех. наук, доцент, Петрозаводский государственный университет,
Россия, г. Петрозаводск

Давыдков Г.А.

доцент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования,
канд. техн. наук, доцент, Петрозаводский государственный университет,
Россия, г. Петрозаводск

Статья посвящена проблема повышения экологических характеристик автомобилей. Дается анализ внедрения европейских норм.

Ключевые слова: двигатель, токсичные вещества, стандарты ЕВРО.

Примерно две трети энергии для нужд современной цивилизации вырабатывают установки, потребляющие углеводородное топливо. Они же являются главными источниками загрязнения воздушного бассейна планеты. Антропогенное воздействие на окружающую среду при сжигании минеральных топлив определяется огромным количеством вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу с отработавшими газами и проявляется в основном в двух видах: усилением парникового эффекта (изменением климата) и негативным влиянием на здоровье человека [2]. Парниковым эффектом называют изменение климата связанное со вторичным нагревом атмосферы длинноволновым (инфракрасным) излучением которое связано с поглощением находящихся в атмосфере газами такими как: диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O), а также другими фторо и серосодержащими газами. При этом на первое место в данном перечне ставится именно диоксид углерода.

Автотранспорт считается одним из основных поставщиков CO_2 в атмосферу. В связи с этим законодательство большинства экономически развитых стран регламентирует экологические показатели состава отработавших газов автомобилей [4].

Первыми шагами по изучению влияния на отработавших газов начались в начале 70-х годов прошлого столетия. На основании исследований тех лет были разработаны первые требования к составу веществ в отработавших газах автомобилей. Первым компонентом, который подвергся законодательному регулированию, стал оксид углерода. В результате введения первых ограничительных мер объем выбросов автомобилями CO снизился в два-три раза [3, 6].

Вторым масштабным шагом по уменьшению эмиссии вредных веществ в атмосферу автомобилями, стало использование двух, а затем и трехкомпонентных катализаторов и связанное с этим с применением неэтилированного бензина.

Первые шаги по введению требований по ограничению количества и качества вредных и токсичных веществ в отработавших газах ДВС автомобилей дали впечатляющие результаты. Но вместе с тем, стремительно рос и парк автомобилей, особенно в промышленно-развитых странах, повышалась и плотность автомобилей на 1 кв. км, особенно в крупных городах.

В связи с этим в развитых промышленных странах мира были приняты решения по уменьшению количества вредных выбросов с отработавшими газами в рамках стандартов – EURO.

Эволюция стандартов, сроки их внедрения и требования по ограничению токсичных выбросов представлены на рисунках 1-3 [3, 5].

Введение норм Euro2 резко ограничило выброс основных вредных веществ как для дизельных, так и для бензиновых двигателей [1].

Стандарт Euro 2 и 3 для легковых автомобилей предполагал замер выбросов на стандартном ездовом цикле (New European drive cycle, NEDC) при полностью прогретом двигателе, без учета режима пуска и холодного хода. С 2000г. выбросы на этих режимах стали учитываться [5].

Начиная с внедрения стандарта Euro4 стали предъявляться ограничения к выбросам твердых сажистых частиц (PM) для бензиновых двигателей.

Начиная с норм Euro5 предусматривается верхний предел эмиссий сажистых частиц для бензиновых двигателей. Ужесточаются нормы:

- низкотемпературных выбросов, эмиссии токсичных веществ на холостом ходу; дымности отработавших газов после их систем очистки (катализаторов);
- эмиссии при испарении топлив и картерных газов;

- надежности и точности контрольно-измерительных устройств;
- измерения парниковых газов и расход топлива.

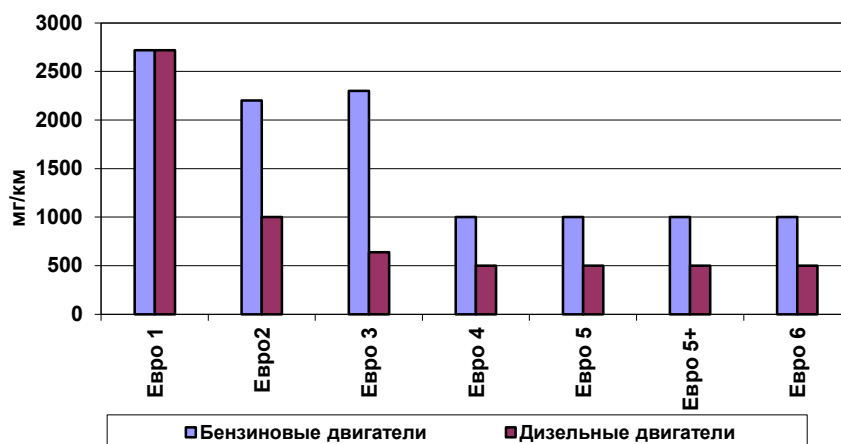


Рис. 1. Динамика изменения выбросов угарного газа

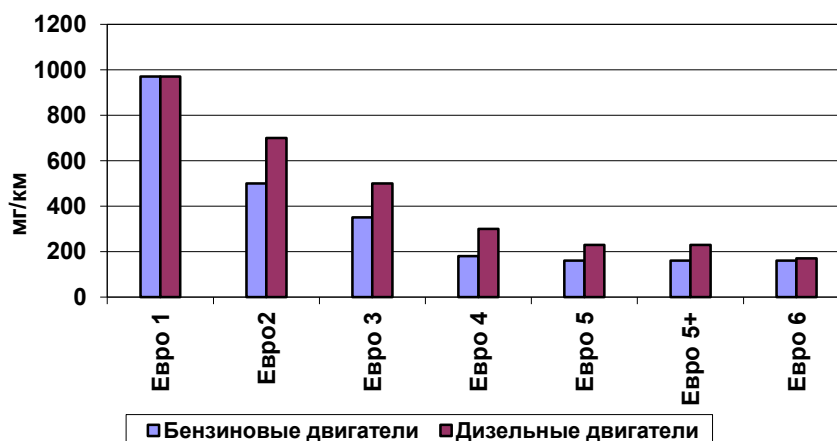


Рис. 2. Динамика по снижению выбросов CH + NOx веществ

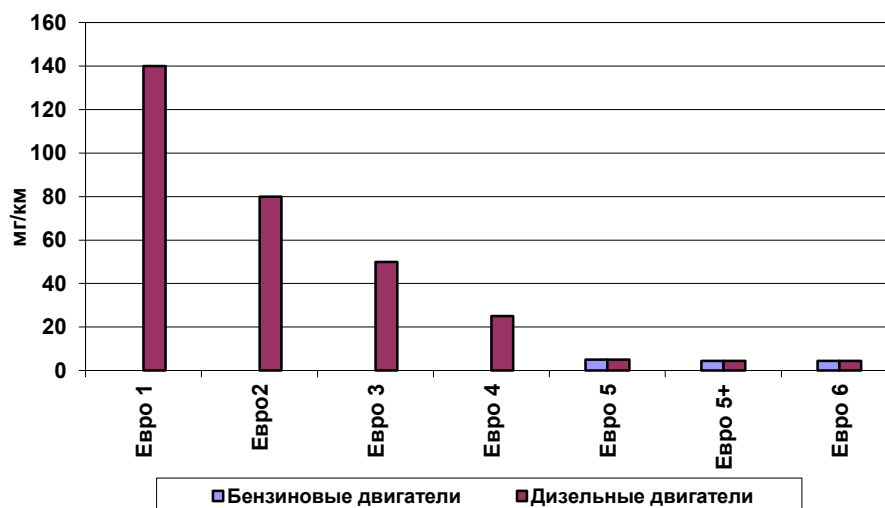


Рис. 3. Ограничение по выбросу сажистых частиц

Уделяется большее внимание к качеству (составу) топлива: нефтяным (бензин, дизель), газообразным, биотопливам (биоэтанол, биодизель и биогаз).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые стандарты на выбросы токсичных веществ становятся все более строгими. Уровень эмиссии вредных веществ, определенных по Евро 6, в некоторых

случаях до 97% ниже, чем в 1996г. по сравнению с Euro1. За последние тридцать лет, несмотря на увеличение парка автомобилей в промышленно развитых странах улучшилось состояние воздуха. Следует заметить, что в современной России в последние годы были предприняты большие усилия по внедрению прогрессивных технологий по производству топлив, отвечающих самым строгим экологическим стандартам.

Список литературы

1. Беляев С.В Топлива для современных и перспективных автомобилей : учебное пособие,. Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. 236 с.
2. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. Владимир: Владимирский ГУ, 2000. 256 с.
3. Conference Europeenne des Ministres des Transport. CEMT /em (2006) 41 FINAL. P.10.
4. Fuel Choices for fuel cell powered vehicles. American Petroleum Institute. Washington. D.C. 2005-4070. p.25.
5. Perspectives for post-European standards for passenger and light commercial vehicles. www.ifp.fr.
6. Regulations (EC) № 715/2007 of the European Parliament and of the Council. Official Journal of EU. p.16.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ВЗРЫВА ВО ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ТРУБОПРОВОД

Большаков Ю.Н.

доцент кафедры энергоснабжения и радиотелемеханики канд. техн. наук,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала
инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Александров В.И.

доцент кафедры энергоснабжения и радиотелемеханики канд. воен. наук, до-
цент, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала
инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Салихов И.И.

преподаватель кафедры энергоснабжения и радиотелемеханики,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала
инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Шайдуров В.И.

преподаватель кафедры энергоснабжения и радиотелемеханики,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала
инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

В статье рассматривается возможность определения распространения продуктов взрыва во внешней среде, в непосредственной близости от трубопровода.

Ключевые слова: параметры, ударные волны, волны сжатия, среда, модель.

Внутренняя задача теории действия взрыва позволяет определять параметры продуктов взрыва (давление, плотность, скорость частиц) в детонационной волне. Если заряд контактирует с трубопроводом, то она позволяет определять и взрывную нагрузку для начальной стадии развития взрыва [3]. Однако полной картины

нагружения трубопровода из рассмотрения только внутренней задачи получить нельзя даже для контактных зарядов.

В нашем случае трубопровод нагружается разлетающимися продуктами взрыва непосредственно через среду, которую они вытесняют. Поэтому для неконтактных зарядов взрывная нагрузка может быть определена только в рамках внешней и граничной задач. При этом внутренняя задача определит начальные параметры продуктов взрыва. Таким образом, чтобы найти взрывную нагрузку в рассматриваемом случае, необходимо решить внешнюю задачу.

Рассмотрим задачу, когда взрыв происходит в воздухе. В этом случае давление окружающей среды и ее плотность малы по сравнению с давлением и плотностью продуктов взрыва:

$$\left. \begin{array}{l} 1. \frac{p_1}{p_0} \ll 1; \\ 2. \frac{\rho_1}{\rho_0} \ll 1. \end{array} \right\} \quad (1)$$

С меньшей погрешностью, однако вполне допустимой в технических расчетах, условия (1) могут приниматься и при рассмотрении начальной стадии расширения продуктов детонации при взрыве в воздухе [2]. Нужно только иметь в виду, что при взрыве в воздухе по мере расширения продуктов взрыва их плотность быстро выравнивается с плотностью окружающей среды и условие 2 системы уравнений (1) также быстро теряет силу.

Физическая и математическая модели. Будем рассматривать одномерные потоки продуктов взрыва с $\nu=1, 2$ и 3 . Такие движения, как показано выше, описываются системой уравнений. Первые два уравнения этой системы формулируют законы сохранения массы и импульса и, следовательно, совершенно определены. Для получения третьего уравнения, замыкающего систему, необходимо сформулировать гипотезу о характере течения или о поведении среды в потоке. Задача о разлете продуктов детонации в воздухе до сих пор не имеет точного решения. Она решалась лишь для плоского заряда в предположении о политропичности среды и мгновенности детонации заряда. Из этого решения следует, что частицы разлетающихся продуктов взрыва на фронте потока имеют максимальную скорость, а внутри потока скорость по мере приближения к голове волны разрежения падает приближенно по линейному закону. Волна разрежения двигается к центру заряда со скоростью звука в продуктах детонации. При выходе ее к центру в движение вовлекается вся масса продуктов взрыва, и в центральной части возникает область отраженной волны. Размеры этой области растут во времени, а давление и плотность продуктов взрыва в ней быстро убывают [1].

Как не трудно показать, распределение скоростей частиц в потоке по пространственной координате получается линейным; при этом на фронте разлетающихся продуктов взрыва скорость частиц остается постоянной [3]. Это обстоятельство позволяет в еще большей степени упростить модель явления. При этом, естественно, физическая модель явления загроубляется, но становится проще. В связи с этим анализ результатов, которые будут получены на ее основе, будет более строгим. Итак, для построения физической модели в качестве рабочей гипотезы мы принимаем допущение, впервые введенное проф. О. Е. Власовым [3], что во всей возмущенной области, занятой разлетающимися продуктами взрыва, скорости ча-

стиц одинаковы и не меняются с течением времени. В соответствии с этой гипотезой система уравнений, описывающая разлет продуктов взрыва, может быть записана так:

$$\left. \begin{aligned} 1. \frac{dp}{dt} + u \frac{d\rho}{dr} + \rho \frac{du}{dr} + (\nu - 1) \frac{\rho u}{r} &= 0; \\ 2. \frac{du}{dt} + u \frac{du}{dr} + \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dr} &= 0; \\ 3. u &= u_0 = \text{const} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Так как $u = u_0$, $\frac{du}{dt} = \frac{du}{dr} = 0$, система сильно упрощается:

$$\left. \begin{aligned} 1. \frac{d\rho}{dt} + u_0 \frac{d\rho}{dr} + (\nu - 1) \frac{\rho u_0}{r} &= 0; \\ 2. \frac{dp}{dr} &= 0; \\ 3. u &= u_0 = \text{const}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Область разлетающихся продуктов взрыва с внешней стороны ограничена фронтом разлетающихся продуктов взрыва, а изнутри – поверхностью разлета, перемещающейся в глубь покоящихся продуктов взрыва. Условия на фронте газового потока и на поверхности разлета должны быть взяты в качестве граничных условий для системы (3). На внешней границе, так как давление и плотность окружающей среды равны нулю, то

$$p(r_\phi, t) = p_\phi = 0 \quad (4)$$

На внутренней границе, координату которой будем обозначать R ,

$$\left. \begin{aligned} 1. \rho(R, t) &= \tilde{\rho}; \\ 2. R &= r_0 - \omega_0 t, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где через $\tilde{\rho}$ обозначена плотность продуктов взрыва в момент, когда они начинают движение, а через ω_0 – скорость перемещения поверхности разлета, т. е. скорость перемещения границы, разделяющей покоящиеся и пришедшие в движение продукты взрыва [3].

Система уравнений (3) и граничных условий для нее (4) и (5) и представляет собой математическую модель рассматриваемой задачи. В эту систему вошли три величины: u_0 , ω_0 и $\tilde{\rho}$, которые следует определить через основные характеристики взрывчатого вещества: удельную энергию взрывчатого превращения Q_0 , плотность заряда ρ_0 и давление продуктов взрыва p_0 .

Для этого необходимо рассмотреть условия на поверхности разлета и применить к ним законы сохранения.

С началом разлета продуктов взрыва первыми в движение вступают частицы, находящиеся на поверхности заряда. Вслед за ними начинают движение частицы более глубоких слоев, так что граница, разделяющая частицы, пришедшие в движение и еще покоящиеся, перемещается в глубь продуктов взрыва с некоторой скоростью ω_0 . Проф. О.Е. Власов назвал ее скоростью перемещения поверхности разлета, а саму границу – поверхностью разлета [3]. Надо иметь в виду, что в реальном процессе возмущения в глубь продуктов взрыва перемещаются со скоро-

стью звука в продуктах взрыва a_0 , а граница этого возмущения представляет собой голову волны разрежения, на которой параметры продуктов взрыва меняются плавно [1].

В рассматриваемой модели голова волны разрежения заменяется гипотетической поверхностью разлета, а скорость звука a_0 – гипотетической скоростью перемещения поверхности разлета ω_0 .

Выберем, однако, эту поверхность так, чтобы на ней удовлетворялись законы сохранения массы, импульса и энергии.

Пусть в $t=t_0$ начинается разлет продуктов взрыва (рисунок). Тогда за бесконечно малый промежуток времени dt фронт разлетающихся продуктов взрыва переместится на расстояние $u_0 dt$, а в движение вступит слой продуктов взрыва $\omega_0 dt$. Представим в этом потоке элементарную струйку с площадью поперечного сечения dF и применим к ней три закона сохранения.

Так как продукты взрыва, находившиеся в $t=t_0$ в объеме $ABDC$, к моменту $t=t_0+dt$ будут занимать объем $A'B'DC$, то на основании закона сохранения массы можно записать:

$$\tilde{\rho} = \frac{\omega_0}{u_0 + \omega_0} \rho_0 \quad (6)$$

В соответствии с законом сохранения импульса получим:

$$\omega_0 = \frac{p_0}{\rho_0 u_0} \quad (7)$$

Наконец, так как по предположению вся энергия взрыва переходит в кинетическую энергию продуктов взрыва, то согласно закону сохранения энергии

$$mQ_0 = \frac{mu_0^2}{2}$$

откуда

$$u_0 = \sqrt{2Q_0} \quad (8)$$

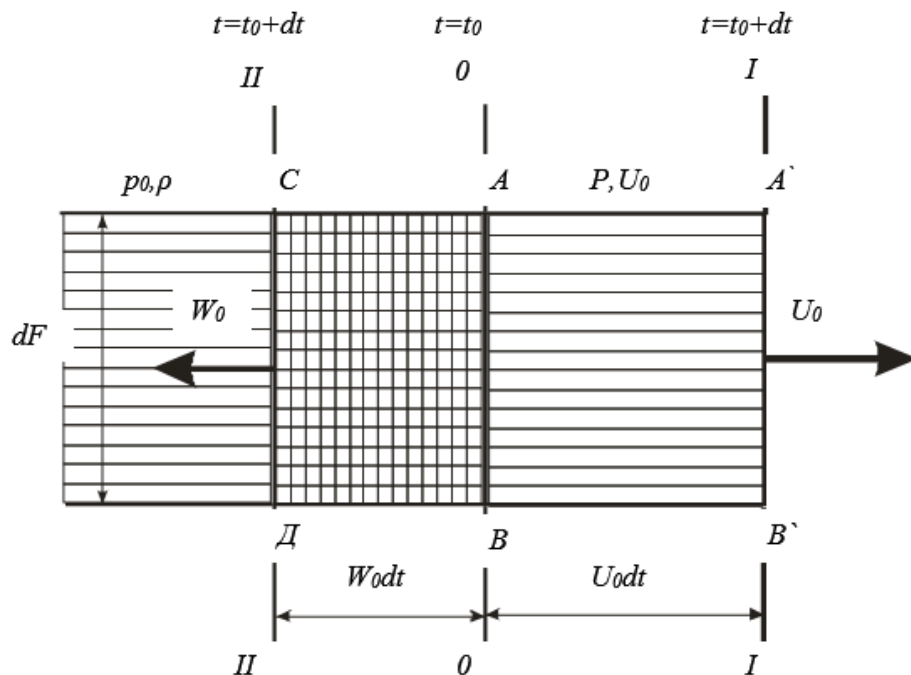


Рис. Расчетная схема к определению начальных параметров продуктов взрыва в воздухе

Полученная система (6) – (8) дает ответ на поставленный вопрос: она определяет среднюю скорость продуктов взрыва U_0 , скорость перемещения поверхности разлета ω_0 и плотность продуктов взрыва в начале разлета $\tilde{\rho}$ через исходные характеристики взрывчатого вещества Q_0 , p_0 и ρ_0

Список литературы

1. Большаков Ю.Н., Иванов В.А., Минин А.П., Саркисян Г.Т. Извлечение трубопровода из грунта энергией взрыва // Вопросы состояния и перспективы развития нефтегазовых объектов Западной Сибири. – Тюмень: ТюмГНГУ, вып. 1, 2004. – С. 78-83.
2. Баталина С. Ю., Самойлов Б.В. Оптимизация буровзрывных работ при строительстве магистральных трубопроводов. – М.: ВНИИПК, 1988. – 26 с.
3. Саламахин Т.М. Физические основы механического действия взрыва и методы определения взрывных нагрузок. – М.: ВИА, 1974. – 371 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА

Большаков Ю.Н.

доцент кафедры энергоснабжения и радиотелемеханики канд. техн. наук, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Александров В.И.

доцент кафедры энергоснабжения и радиотелемеханики канд. воен. наук, доцент, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Тулешов А.А.

преподаватель кафедры энергоснабжения и радиотелемеханики, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

Шайдуров В.И.

преподаватель кафедры энергоснабжения и радиотелемеханики, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова, Россия, г. Тюмень

В статье рассматриваются возможность определения распространения продуктов взрыва во внешней среде, в непосредственной близости от трубопровода.

Ключевые слова: параметры, ударные волны, волны сжатия, среда, модель.

Интерес к разработке и изучению методов извлечения трубопроводов из грунта энергией взрыва вызывает как научный, так и практический интерес.

Рассмотрим способ извлечения поврежденного участка трубопровода из грунта при помощи энергии взрыва, различными типами зарядов (по форме), при этом, не повреждая саму трубу.

На предварительном этапе разработки способа были произведены расчеты для определения массы заряда взрывчатого вещества – C , и глубины закладки заряда – h . Идея выброса трубы из грунта энергией взрыва заключалась в том, чтобы

заряды расположить таким образом, чтобы испытываемая труба находилась в проекции предполагаемой воронки выброса.

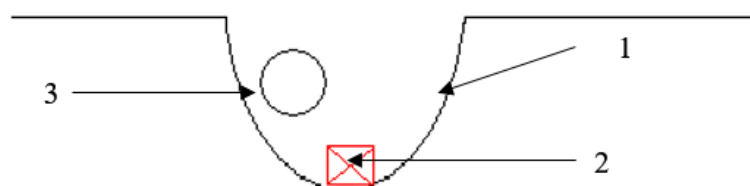


Рис. 1. Положение трубы в заданных параметрах воронки 1 – заданная воронка, 2 – заряд взрывчатого вещества, 3 – испытываемая труба

Исходя из расчетов были определены нагрузки, воздействующие на трубопровод, и стало понятно, что заряд необходимо располагать в грунте ниже уровня трубы и со смещением относительно центра трубы на половину ее диаметра (рис. 1).

Исходя из этого, рассчитывалось получение заданных параметров воронки в грунте [1].

Масса взрывчатого вещества для сосредоточенных зарядов определялась по эмпирической формуле:

$$C = KB\zeta f(n)h^3 \quad (1)$$

где: K – удельный расход взрывчатого вещества, кг/м³;

B – коэффициент забивки (таблица 1);

ζ – коэффициент учитывающий свойства взрывчатого вещества (для тротила $\zeta=1$, для других взрывчатых веществ $\zeta=Q_{omp}/Q_0$);

Q_{omp} – энергия взрыва применяемого взрывчатого вещества, МДж/кг;

Q_0 – энергия взрыва тротила, МДж/кг;

h – глубина заложения заряда или линия наименьшего сопротивления;

n – показатель действия взрыва;

$$n = \frac{r_{\text{с}}}{h} \quad (2)$$

$r_{\text{с}}$ – радиус воронки, м.

$f(n)$ – функция от показателя действия взрыва (таблица 2), определяемая формулой.

$$f(n) = \frac{6\pi(n^2 + 1)^2}{n - 1 + 24\pi} \quad (3)$$

При $r_{\text{с}}=\text{const}$, $n_{\text{онм}}=1,759$ при этом заряд минимален.

Следовательно:

$$h_{\text{онм}} = \frac{r_{\text{с}}}{n_{\text{онм}}} = \frac{r_{\text{с}}}{1,759} \quad (4)$$

Исходя из таблицы 2 находим, что при $n \leq 2,5$ масса заряда по сравнению с минимальной возрастает всего лишь на 8%. Отсюда вывод что при расходе взрывчатого вещества близком к оптимальному можно установить сосредоточенные заряды на глубинах:

$$h = \frac{r_{\text{с}}}{1,5} \dots \frac{r_{\text{с}}}{2,5} \quad (5)$$

Таблица 1

Зависимость коэффициента забивки от глубины и места установки заряда

Глубина забивки	Коэффициент забивки, В.	
	Место установки заряда	
	На дне шурфа	В зарядной камере отрытой в бок на дне шурфа
$h_{заб}=0$	4,75	3,5
$h_{заб}=1/4H$	2,75	2,5
$h_{заб}=1/2H$	1,45	1,34
$h_{заб}=3/4H$	1,25	1,1
$h_{заб}=H$	1	1
$h_{заб}=1,25H$	0,8	0,8

Примечание:

1. H – полная глубина шурфа.
2. Глубина забивки $h_{заб}$ измеряется от дна шурфа в том числе и при установке заряда на дне шурфа.
3. Значения коэффициента забивки указаны для грунтов слабоувлажненных. Для сухих грунтов его значения необходимо увеличить на 15-30 %, а для сильно увлажненных грунтов уменьшить на 25-40 %. При отсутствии забивки и взрыве в сильно увлажненном грунте коэффициент забивки необходимо увеличить на 10-25 %.

Таблица 2

Изменения массы взрывчатого вещества в зависимости от показателя действия взрыва, для сосредоточенных зарядов

n	1	1,5	1,75	2,0	2,5	3	4
$f(n)/n^3$	1	0,777	0,762	0,771	0,824	0,902	1,086
$\frac{f(n)}{n^3} / \frac{f(n_{онм})}{n_{онм}^3}$	1,312	1,02	1,0	1,01	1,08	1,18	1,425

Расстояния между зарядами определяется по формуле:

$$a_n = h \sqrt{\frac{n^2 + 1}{2}} \quad (6)$$

Погонная массу взрывчатого вещества для удлиненных зарядов рассчитывалась по формуле:

$$C_y = K_y B \zeta f_y(n) h^2 \quad (7)$$

где: K_y – удельный расход взрывчатого вещества, кг/м³.

$$K_y = 0,76K \quad (8)$$

$f_y(n)$ – функция от показателя действия взрыва, определяемая формулой.

$$f_y(n) = \frac{\pi [2(n^2 + 1)]^{3/2}}{n - 1 + 8\pi} \quad (9)$$

Общий расход взрывчатого вещества в удлиненном заряде определяется по формуле:

$$C_{общ} = C_y l_0 \quad (10)$$

При этом исходя из неравенства:

$$\frac{r_a}{1,1} \geq h \geq \frac{r_a}{2,2} \quad (11)$$

Перерасход взрывчатого вещества в этом случае не может превышать 9%.

Таблица 3

Изменения массы взрывчатого вещества в зависимости от показателя действия взрыва, для удлиненных зарядов

n	1	1,1	1,478	2	2,2	2,5	3
$\frac{f_y(n)}{n^2}$	1	0,966	0,9026	0,95	0,984	1,042	1,151

Исходя из таблицы 3, мы видим, что $n_{\text{опт}}=1,478$.

В этой работе была предпринята попытка, исследовать накопленный к настоящему времени опыт и результаты действия взрыва удлиненного заряда, располагаемого параллельно свободной поверхности. Формулы для расчета погонной массы удлиненных зарядов появились в середине 30-х годов прошлого столетия. Сейчас в практике взрывных работ широко применяется формула, основанная на принципе геометрического подобия, общий вид которой

$$C_y = K_y B \zeta f_y(n) h^2$$

С целью выявления значений K_y и $f_y(n)$ на протяжении ряда лет проводились многочисленные исследования. Анализ результатов показал, что в различных источниках даются разные, порой существенно отличающиеся друг от друга значения как для K_y , так и для $f_y(n)$. Например, по одним источникам $K_y=K$, т. е. удельный расход взрывчатого вещества для удлиненных зарядов и сосредоточенных зарядов одинаков; по другим (их подавляющее большинство) считается, что, при одних и тех же условиях взрывания, удельный расход взрывчатого вещества для удлиненных зарядов уменьшается по сравнению с сосредоточенными зарядами. Причем последнее, из-за расхождения мнений исследователей, количественно оценивается неоднозначно (от 8 до 50%).

На рисунке 2 приведены наиболее важные, на наш взгляд, формулы и графики для вычисления функции $\frac{f_y(n)}{n^2}$, которая, более выразительно, чем функция $f_y(n)$ отображает особенности исследуемого процесса. Известно, что к функции $f_y(n)$ предъявляется требование, чтобы она допускала наличие оптимальной глубины заложения.

Применительно к функции $\frac{f_y(n)}{n^2}$ это означает, что она должна иметь минимум при некотором (оптимальном) значении $n_{\text{опт}}$. Как следует из рис. 2 диапазон оптимальных значений $n_{\text{опт}}$ для рассмотренных формул достаточно широк (от 1 до 4).

В этой связи возникает необходимость выяснить, каким же значениям K_y , $n_{\text{опт}}$ следует отдавать предпочтение. Кроме того, в взрывной практике в целях экономии времени выгоднее производить взрывы зарядов на незначительных глубинах заложения. При этом, естественно необходимо знать, как увеличивается расход взрывчатого вещества, с уменьшением глубины заложения заряда. Для этого дол-

жен быть известен характер поведения функции $\frac{f_y(n)}{n^2}$ вблизи оптимума и при больших значениях n . Как видно из графиков на рис. 2 и в этом вопросе имеются значительные расхождения.

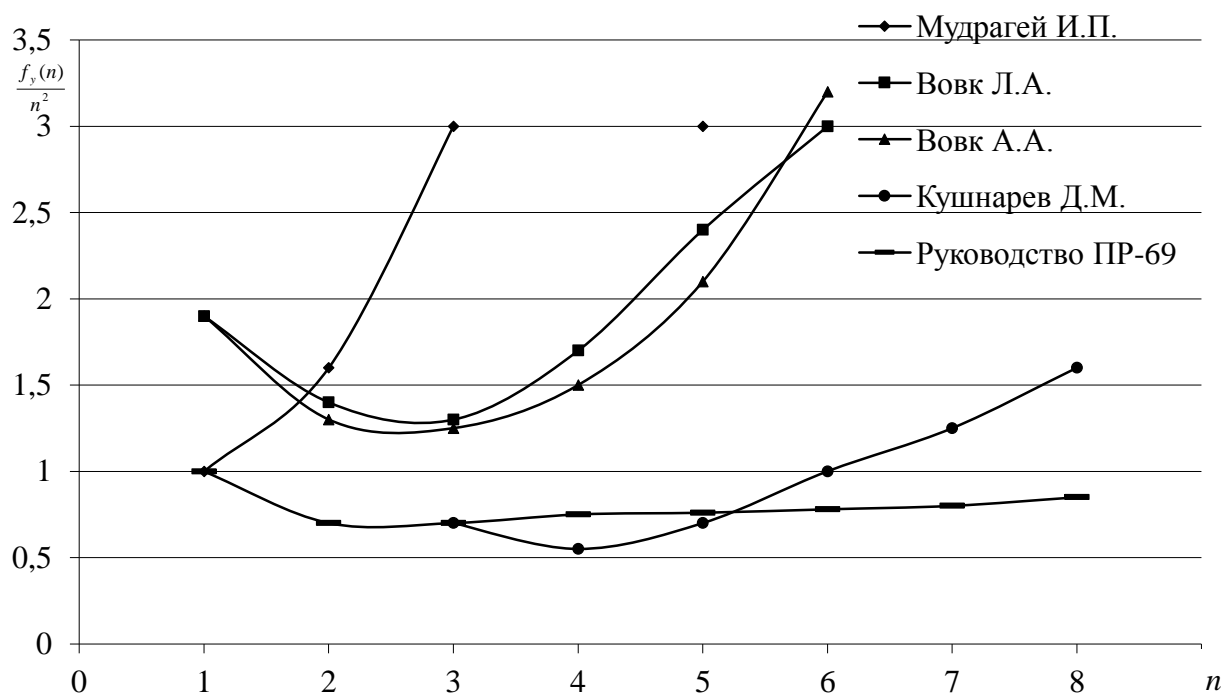


Рис. 2. Зависимости функций $\frac{f_y(n)}{n^2}$ от показателя действия взрыва n

Известные в настоящее время теоретические и экспериментальные работы, посвященные взрывам удлиненных зарядов, не содержат материалов, отвечающих в полной мере на поставленные вопросы. С целью выяснения указанных вопросов, которые существенным образом влияют на расчет удлиненного заряда, потребуется проведение специальных полигонных экспериментов.

Список литературы

1. Большаков Ю.Н., Иванов В.А., Минин А.П., Саркисян Г.Т. Извлечение трубопровода из грунта энергией взрыва // Вопросы состояния и перспективы развития нефтегазовых объектов Западной Сибири. – Тюмень: ТюмГНГУ, вып. 1, 2004. – С. 78-83.
2. Баталина С. Ю., Самойлов Б.В. Оптимизация буровзрывных работ при строительстве магистральных трубопроводов. – М.: ВНИИПК, 1988. – 26 с.
3. Саламахин Т. М. Физические основы механического действия взрыва и методы определения взрывных нагрузок. – М.: ВИА, 1974. – 371 с.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ И ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В НИХ

Гонтарь Д.А.

магистрант первого курса, Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Килина М.С.

доцент кафедры «ГГПАиТП», кандидат технических наук,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Утюпин Д.С.

магистрант первого курса, Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В современном машиностроении наблюдается высокий уровень автоматизации производственных процессов, что вызывает интерес к различным тормозным устройствам в частности к гидроамортизаторам. В данной работе рассматриваются проблемы теплообмена гидроамортизатора при его работе.

Ключевые слова: гидроамортизаторы, автоматизация процессов машиностроения, автоматические линии, тепловые процессы.

В современном машиностроении, например, в США уровень автоматизации производственных процессов составляет от 60%, а в Европе уровень автоматизации достигает 55%. В современном машиностроительном производстве России уровень автоматизации трудно поддается оценке, так как большинство предприятий используют частичную автоматизацию производства и технологических процессов.

Это связано с тем, что многие предприятия машиностроительного комплекса либо организовывали производства с нуля, либо осуществляет работу на устаревшем технологическом оборудовании, что в свою очередь приводит к высокому проценту бракованных изделий и снижению производительности.

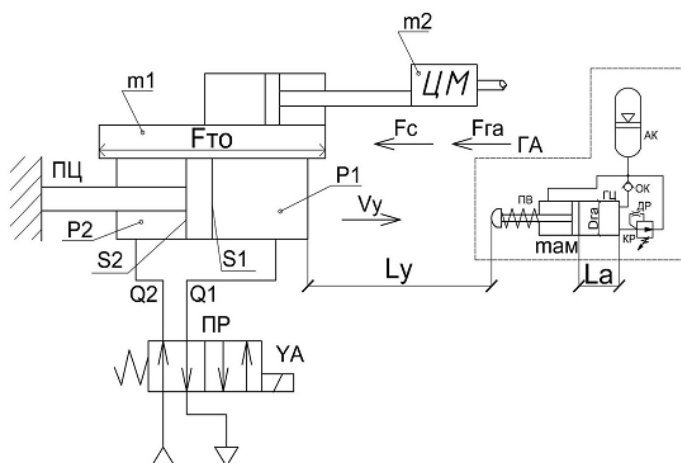
Современное машиностроительное оборудование представляет собой роботизированные комплексы, автоматические линии, манипуляторы и т.д. Данные виды оборудования осуществляют работу в соответствии с заданными циклами. Процесс работы больших частей технологического оборудования включает в себя такие технологические переходы как рабочий ход, отвод и подвод рабочих органов, либо инструмента.

В процессе подвода и отвода требуется высокая точность позиционирования, остановки в заданной точке, что поможет избежать повреждения подвижных частей технологического оборудования.

Во время производства изделий низкой точности и малой массы при остановке рабочих органов и инструментов часто используют простое оборудование, например, резиновые бамперы и витые пружины, стопоры и резиновые буферы. Они способствуют эффекту возвратного отражения энергии, при котором не поглощенная кинетическая энергия этим оборудованием во время удара переносится на тормозимое тело, вследствие чего возникает удар, который приводит к повреждению заторможенного тела.

The figure consists of four schematic diagrams labeled A, B, B, and Г, illustrating the operation of a device. Each diagram shows a vertical cylinder with a piston at the bottom and a large sphere above it. In stage A, the piston is at the bottom, and the sphere is at the top. In stage B, the piston moves up, compressing a spring. In stage B, the piston is at the top, and the sphere moves down. In stage Г, the piston is at the bottom, and the sphere moves up. Arrows indicate the direction of movement for the piston and the sphere.

Для оценки влияния параметров привода (масса и скорости перемещаемых частей на время позиционирования привода) была разработана математическая модель привода установочных движений. Математическая модель включает в себя подмодель гидравлического амортизатора и булевы параметры, которые позволяют оценить качество процесса торможения при изменяющихся параметрах привода.


$$(m_1 + \alpha m_2) (d^2 L_y / (dt^2)) + k dL_y / dt = (P_1 * S_1 - P_2 - S_2) - F_{TO} * \text{sign } dL/dt - \beta * F_{am} - \gamma * F_{ynova},$$

где m_1 и m_2 – массы перемещаемых частей при установочных движениях и масса целевого механизма соответственно; α , β и γ – булевый параметр; P_2 – давление в штоковой полости, S_2 – площадь поршня в штоковой полости, P_1 – давление в поршневой полости, S_1 – площадь поршня, L_y – длина хода при установочных движениях привода, $F_{упора}$ – реакция жесткого упора.

Математическая модель содержит математическую подмодель гидравлического амортизатора (Гам) с булевым параметром β , что позволяет при отсутствии контакта подвижных частей рассматривать пневматическую систему без гидроамортизатора, так же содержит реакцию жесткого упора, что позволяет вводить числовые значения только в конце хода поршня амортизатора. При дальнейших расчетах реакцией опоры пренебрегаем.

Характеристику процесса торможения привода можно так же оценить с помощью математической модели, описывающей поведение подвижного звена амортизатора, который применяется в качестве стопора в системе привода с системой уравнений, которые в свою очередь моделируют процесс работы торможения подвижного звена клапанного гидравлического амортизатора, которая имеет вид:

$$\begin{cases} M \frac{d^2 x}{dt^2} = p - p_m - p_{за} - p_{np}; \\ \frac{\pi}{4} D^2 \frac{dx}{dt} = S \sqrt{\frac{2}{\rho \zeta}} (p - p_{ак}) + \frac{W_p}{E} \frac{dp}{dt}; \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = F_p - F_{ак} - F_{np} - (F_T + F_d) \operatorname{sign} \frac{dy}{dt}, \end{cases}$$

В данной системе уравнений были сделаны ряд допущений, в частности, при исследовании не учитывались тепловые процессы, протекающие внутри амортизатора, которые могут повлиять на работу амортизатора.

Для оценки температурных изменений внутри амортизатора разработана система математических моделей, описывающая тепловые изменения внутри амортизатора и теплообмен, происходящий с окружающей средой:

$$\begin{cases} Q = G \cdot C_{pm} \cdot (T - T_0) \\ Q = k \cdot F \cdot \Delta T_{cp} \end{cases}$$

где G – массовый расход, T_0 – температура окружающей среды, k – теплообмен через круглую стенку гидроамортизатора.

В дальнейшем будут подробно проанализированы процессы, происходящие внутри гидроамортизатора и процесс теплообмена через корпус амортизатора с окружающей средой, целью исследования влияния температурных изменений внутри амортизатора на его работу в целом.

Список литературы

1. Килина М.С. Динамика клапанных гидравлических амортизаторов/ Килина М.С., Чернавский В.А. // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2009. – Т. 9, часть 2. – С 90-101.
2. Килина М.С. Анализ способов торможения с применением гидроамортизаторов для механизмов машин повышенного быстродействия/ Килина М.С., Чернавский В.А. // Вестник Дон.гос. техн. ун-та. – 2009. –Т. 10, №4 (47). – С. 545-549.
3. Килина М.С. Динамика позиционирования приводов с гидроамортизатором / Килина М.С., Чернавский В.А., Грищенко В.И. // Вестник Дон.гос. техн. ун-та. – 2012. – № 4(65) – С.16-22.
4. Килина М.С. Повышение эффективности приводов установочных движений с гидравлическими амортизаторами/ Килина М.С. Дисс. ... канд. техн. наук : 05.02.02 / Донской государственный технический университет. Ростов-на-Дону, 2013 – 164 с.

5. Клапанный амортизатор Пат.на полезную модель №132513 РФ, МПК F16F9/24. – №2013118877, заявлен 23.04.2013, опубликован 20.09.201/Килина М.С.; Чернавский В.А.

6. Гидравлический амортизатор Патент на полезную модель №144779 РФ, МПК F16F9/24. – №2014114763, заявлен 14.04.2014, опубликован 30.06.2014/ Чернавский В.А., Любимов А.С., Стариков А.В.; Килина М.С.

ПРОЕКТ АЭРОБНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДООЧИСТИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

Григорьева К.И.

студентка, Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина,
Россия, г. Екатеринбург

Сидорова Л.П.

доцент, кандидат химических наук,
Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Россия, г. Екатеринбург

Цель работы – предложить проект модернизации процесса аэробной биологической очистки сточных вод для водоочистительных станций, произвести расчет аэротенка.

Ключевые слова: сточные воды, активный ил, аэротенк, нитрификация.

Сооружениям биологической очистки сточных вод отводится главенствующая роль в общем комплексе водоочистных сооружений. Сточные воды, прошедшие физико-механическую и химическую очистки, содержат большое количество органических загрязнений и не могут быть выпущены в водоём или для питья без дальнейшей очистки.

Биологический метод очистки сточных вод, от многих органических и некоторых неорганических загрязнений, основан на способности специальных микроорганизмов, в процессе жизнедеятельности, использовать их в качестве источника питания. В итоге, в результате биологической очистки органические загрязнения сточных вод превращаются в безвредные продукты окисления – H_2O , CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} и др. Микроорганизмы при этом получают всё необходимое для их жизни – энергию и материал для конструктивного обмена (восстановления распадающихся веществ их клетки и прирост биомассы). Таким образом, они вносят в неё и свои продукты обмена, выделяемые во внешнюю среду – активный ил.

Таким образом, биологическая очистка сточных вод представляет собой сложное взаимодействие функционирования системы активный ил – сточная вода, характеризуемой наличием сложной многоуровневой структуры. Биологическое окисление является основой этого процесса, как следствие протекания большого комплекса взаимосвязанных процессов различной сложности: от элементарных актов обмена электронов до сложных взаимодействий биоценоза с внешней средой.

Процесс окисления эндогенных и экзогенных органических субстратов в аэробных условиях называется аэробной стабилизацией сточных вод.

Условно, принято разделять весь процесс стабилизации на два периода: период биологического созревания и период стационарного биохимического окисления.

В период биологического созревания в аэробных условиях с активным илом развивается оптимальное количество активного ила, адаптированного примени-

тельно к этому режиму работы установки, количеству и качеству сточной воды. В период стационарного процесса работы очистных установок с аэрацией, обычно, различают четыре фазы работы активного ила.

Первая фаза. Биосорбция органического вещества хлопьями активного ила.

Происходит интенсивный прирост биомассы активного ила и резкое снижение концентрации органических загрязнений за счет биосорбции органических загрязнений активным илом. Продолжительность фазы биосорбции не превышает 30 минут.

Вторая фаза. Биохимическое окисление органических веществ хлопьями активного ила.

Происходит дальнейший прирост биомассы активного ила и снижение концентрации органических загрязнений за счет декарбонизации. Продолжительность фазы биохимического окисления около 1 часа.

В процессе эволюции у микроорганизмов выработалась способность выделять группы ферментов, а именно, экзоферменты и эндоферменты. Экзоферменты подготавливают содержащиеся в окружающей среде сложные вещества к усвоению микробной клеткой. Эндоферменты действуют внутри микробной клетки и способствуют усвоению питательных веществ. Как только питательные вещества попадают в клетку, эндоферменты сразу же перерабатывают их в вещество протоплазмы клетки.

Углеводы в аэробных условиях подвергаются изменениям, которые показаны на рисунке (рис. 1). Кроме того, незначительная часть моносахаридов идет для синтеза гликогена в микробных клетках, хотя большая часть в процессе эндогенного дыхания микробной клетки окисляется (попросту сгорает). Весь процесс окисления углеродсодержащих веществ в аэробных условиях носит название декарбонизации сточных вод.

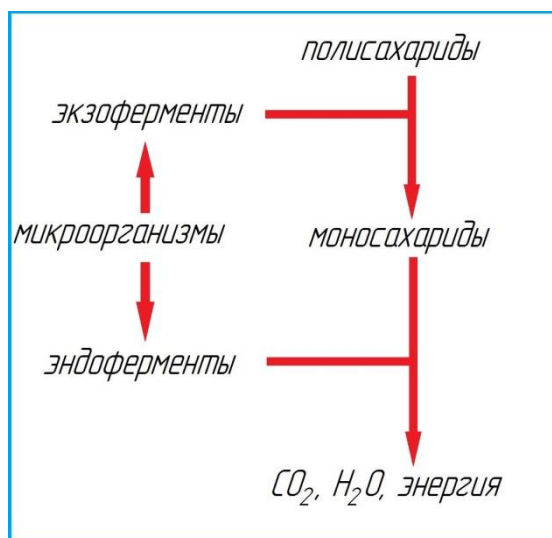


Рис. 1. Распад углеводов в аэробных условиях

Третья фаза. Синтез клеточного вещества активного ила из оставшихся органических веществ сточной воды за счет энергии, освободившейся во второй фазе.

Одним из органогенов, элементом необходимым для развития любого микроорганизма, является азот. В связи с этим на практике огромное значение имеет биохимический распад белков.

Распад белка в аэробных условиях можно представить следующим образом. Белковые молекулы под влиянием ферментов, выделяемых микроорганизмами,

расщепляются на ряд более простых веществ. Этот распад происходит через альбумозы и пептоны до аминокислот. Часть аминокислот используется как строительный материал размножающимися микроорганизмами активного ила, а часть подвергается дезаминированию с образованием аммиака, воды и CO_2 . В аэробных условиях образующийся аммиак растворяется в воде, образуя гидрат окиси аммония, который, в свою очередь, связывается с углекислотой, образуя углекислый аммоний (рис. 2).

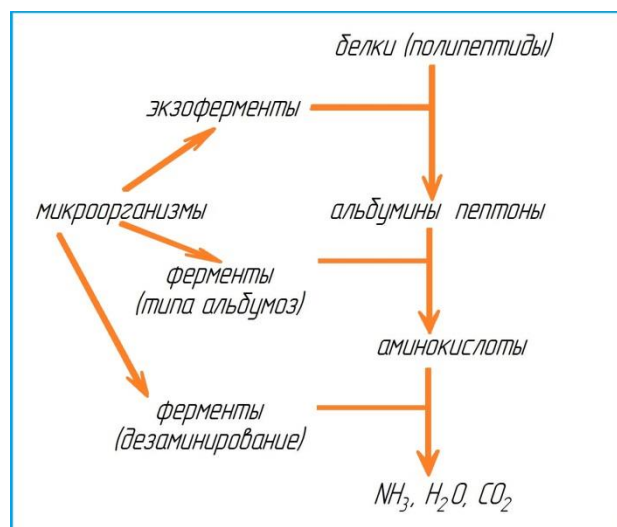


Рис. 2. Распад белка в аэробных условиях

Однако стоит отметить, что большая часть аминокислот, образовавшихся из белков сточных вод при их расщеплении, используется как строительный и энергетический материал для биосинтеза клеток микроорганизмов активного ила.

Четвертая фаза. Эндогенное дыхание или окисление клеточного вещества активного ила.

Эта фаза характеризуется уменьшением биомассы активного ила. Органические вещества клеток биомассы подвергаются эндогенному окислению до конечных продуктов NH_3 , CO_2 , H_2O , что приводит к уменьшению общей массы ила. Из азота, использованного как строительный материал для синтеза активного ила, при биохимическом окислении, образуется, в конечном счете, углекислый аммоний (рис. 3).

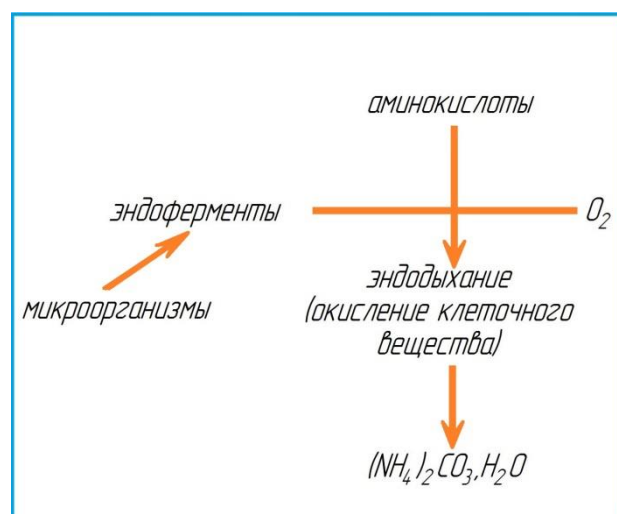
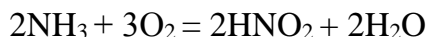


Рис. 3. Окисление клеточного вещества в аэробных условиях

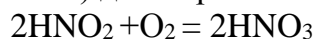
Следует особо отметить, что жиры мало и медленно подвергаются биохимическим процессам разложения, и их биохимическое окисление происходит именно в этой фазе.

После полной аммонификации азот присутствует в сточной жидкости, в зависимости от значений pH, в виде аммиака (NH₃) или иона аммония (NH⁺₄). При увеличении pH концентрация аммония (NH⁺₄) снижается, а NH₃ увеличивается.

Окисление азота осуществляется автотрофными облигатными аэробами, использующими для синтеза клетки неорганический углерод, присутствующий в сточной жидкости в виде CO₂, HCO⁻ и CO. Наиболее легкоусвояемой формой является бикарбонат. Окисление азота протекает в две стадии. На первой стадии образуются нитриты.



В окислении азота аммонийного до NO принимают участие нитрозные бактерии (Nitrosomonas), имеющие грамотрицательный заряд. Нитриты относятся к неустойчивому соединению: при недостатке кислорода (0,5-1 мг/л) они восстанавливаются до NO, N₂O, N₂ или NH₃, а при его избытке (3-4 мг/л) нитриты окисляются нитратными бактериями (Nitrobacter) до нитратов.

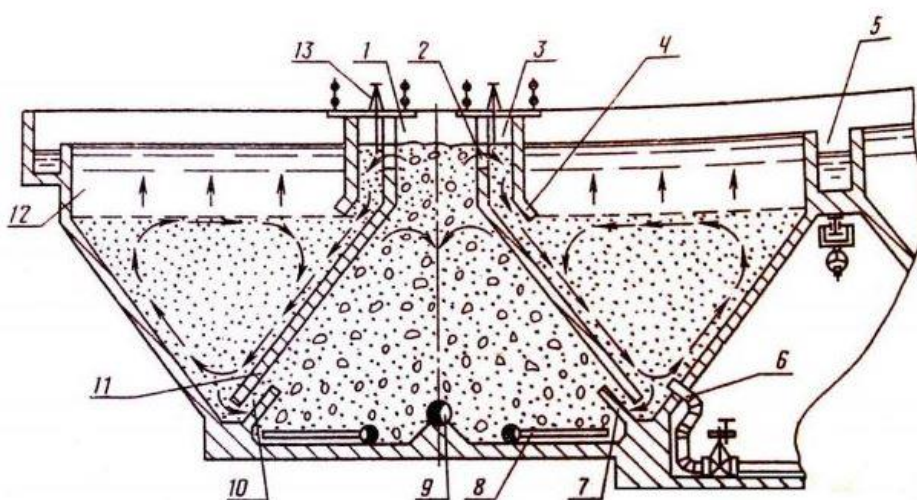


На процесс нитрификации существенное влияние оказывает температура сточной воды, начальная концентрация азота аммонийного, растворенный кислород, доза ила и его зольность.

Аэробной стабилизации может подвергаться неуплотненный и уплотненный избыточный активный ил и его смесь с осадком первичных отстойников. При стабилизации только активного ила процесс можно рассматривать как завершающую ступень очистки сточных вод, когда при минимуме растворенных питательных веществ происходит самоокисление клеточного вещества микроорганизмов. В этом случае продолжительность стабилизации ила связана с его возрастом. Чем больше возраст ила, тем короче период стабилизации. При стабилизации смеси ила с осадком происходит выделение ферментов, катализирующих окисление экзогенных субстратов осадка. Степень распада органического вещества и продолжительность процесса зависят от соотношения количеств сырого осадка и активного ила, концентрации органических веществ, интенсивности аэрации и температуры. Процесс аэробной стабилизации обычно происходит в мезофильной зоне жизнедеятельности микроорганизмов при температуре от 10 до 42°C и затухает при температуре менее 8°C. Степень распада органических веществ изменяется в среднем от 10 до 50 %, при этом жиры распадаются на 65-75%, белки на 20-30%, а углеводы практически не распадаются. В процессе аэробной стабилизации, при мезофильных температурах, наблюдается снижение содержания кишечной палочки и других патогенных бактерий и вирусов на 70-90%.

Запроектированная аэробная стабилизация осадка предусмотрена в сооружениях типа аэротенков глубиной 3-5 м. В качестве стандартизованной модели такого аэротенка, в проекте используется 3-х секционный, 4-х коридорный аэротенк – осветлитель с регенератором.

Аэротенк представляет собой резервуар, в котором медленно движется смесь активного ила и очищаемой сточной воды, максимально контактируя друг с другом. Сооружения этого типа применяются для очистки городских сточных вод и близких к ним по составу промышленных вод при незначительных колебаниях их состава и расхода.



Условные обозначения: 1- зона аэрации; 2 – переливные окна; 3 – зона успокоения; 4 – козырек; 5 – лоток; 6 – иловая труба; 7 – зуб; 8 – аэратор; 9 – трубопровод подачи сточных вод; 10 – щель; 11 – перегородка; 12 – зона осветления; 13 – шибер

Рис. 4. Схема аэротенка

Проектирование аэробной очистки сточных вод в аэротенке проводилось в соответствии с нормированием по СНиП 2.04.03-85 (актуализированная редакция) (табл. 1).

Таблица 1

**Исходные данные по характеристике сточных вод
Северной аэрационной станции г. Екатеринбурга**

Суточный расход сточных вод	$Q_{\text{сут}}=140000 \text{ м}^3/\text{сут}$
БПК ₂₀ сточных вод поступающих в аэротенки	180 мг/л
БПК ₂₀ очищенной сточной воды	$L_T=15 \text{ мг/л}$

Таблица 2

Расчетные данные по биологической очистке сточных вод в аэротенке-регенераторе

Продолжительность аэрации	1,7 ч
Средняя скорость окисления	18,3 мг/(г×ч)
Средняя доза ила в системе аэротенк-регенератор	2,77 г/л.
Общий объем аэротенка с регенератором	3237 м ³
Ширина коридора	6 м
Длина секции	72 м
Ширина секции	24 м
Глубина секции	4,4 м

В результате проведенных расчетов запроектированы **4 аэротенка** с регенератором марки АР-2-6.

Список литературы

1. Алексеев В.И., Винокурова Т.Е., Пугачев Е.А. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 176 с.
2. Поруцкий Г.В. Биохимическая очистка сточных вод органических производств. М.: Химия, 1975. – 256 с.
3. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА АДАПТАЦИИ В СИСТЕМАХ РАДИОСВЯЗИ

Гридчин Д.Н.

соискатель, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина,
Россия, г. Орел

В данной статье излагаются теоретические сведения, методы и алгоритмы адаптации, применяемые в современных системах радиосвязи.

Ключевые слова: радиосвязь, адаптивная компенсация помех, адаптивный алгоритм, системы радиосвязи.

На технические и автоматизированные информационные системы, как известно, распространяется принцип адаптации. Адаптация присущая растениям, живым организмам, человеку как индивидууму и сообществу людей является естественной способностью приспосабливаться к окружающей среде. Адаптивной компенсации помех в каналах связи посвятили свои научные труды А.Г. Бердников, Э.Ш. Гойхман, Ю.И. Лосев, Б.Д. Сизов. Градиентные алгоритмы в задачах дискретной фазовой адаптации антенных решеток исследовали В.И. Джиган, Д.В. Незлин. Вопросы достижимого подавления помех при дискретной фазовой адаптации антенной решетки с помощью покоординатного градиентного спуска изучали многие отечественные и зарубежные ученые [1, с. 20; 8, с. 568; 9, с. 18].

Известно, что наличие у технических систем адаптивных способностей повышает их жизнеспособность, долговечность, удобство использования и другие важные характеристики. В связи с этим, в отличие от технических систем, где принцип адаптации реализуется на основании различных технических решений средствами соответствующих устройств и механизмов, автоматизированные информационные системы могут основываться исключительно на адаптационных возможностях алгоритмов. Но следует отметить, что, несмотря на важность адаптивных свойств алгоритмов в информационных системах, исследование и применение адаптивных алгоритмов в основном ограничивается довольно узким кругом классов алгоритмов [2, с. 76; 3, с. 50]. К ним можно отнести алгоритмы адаптивной обработки сигналов (при передаче по каналам связи), сжатия данных, поиска и другие. В работах исследователей Д. Н. Ивлева, И. Я. Орлова, А. В. Сорокиной, Е. С. Фитасова рассматривалась адаптация разного рода систем с алгоритмической составляющей. Отметим, что алгоритм сам по себе представляет собой систему, обладающую множеством особенностей, которые отличают ее от технических, социальных и других систем. Например, разработка алгоритмов адаптации параметров канального кодирования в системах радиосвязи является актуальной проблемой, над которой активно работают отечественные ученые. Это обосновано многими насущными задачами современной радиосвязи, а также тем, что работа различных радиоприёмных устройств (в системах радиосвязи, радиолокационных комплексах, навигационных системах), часто происходит в сложной, динамично меняющейся помеховой обстановке [6, с. 11; 7, с. 13]. Однако заранее спроектировать систему помехозащиты с фиксированными параметрами, способную эффективно работать в этих условиях, как правило, не удастся. Большой интерес представляют адаптивные алгоритмы компенсации помех, в которых предусматривается изменение параметров алгоритма компенсации в соответствии с конкретно сло-

жившейся помеховой ситуацией. Многие из исследований, проводимых отечественными учеными, подтверждают, что адаптивные алгоритмы компенсации помех, использующие адаптивную настройку весовых коэффициентов при пространственной обработке сигналов фазированных антенных решёток, включают различные градиентные и прямые методы адаптации. Градиентные методы основаны на поиске центра поверхности уровня с помощью так называемого «метода спуска». Прямые методы адаптации, связанные с обращением или псевдообращением корреляционной матрицы помех (КМП), состоят в определении вектора весового коэффициента и, следовательно, амплитудно-фазового распределения на основе знания КМП и вектора, задающего волновой фронт полезного сигнала. Исследователи при реализации адаптивных алгоритмов встречаются с трудностями, связанными с быстроменяющейся помеховой обстановкой, неидентичностью характеристик приемных трактов каналов приема, ошибками при выполнении вычислений, действием других дестабилизирующих факторов, приводящих к снижению эффективности адаптивной обработки. В качестве предложений рассматривают способ настройки весового коэффициента, учитывающий угловое перемещение помехопостановщика. Вместе с тем, необходим тщательный анализ влияния различных факторов, таких как уровень собственных шумов, пространственный разнос фазовых центров основной и компенсационной антенн, нелинейность трактов приемного устройства, на эффективность компенсации помех. Многие учебные пособия и научные публикации содержат описание метода вычисления отношения сигнал/шум на выходе нелинейного устройства в условиях наличия на входе суммы сигнала, помехи и шума [3, с. 51; 4, с. 310; 5, с. 70; 6, с. 12]. Учеными рассматривается влияние мощной внеполосной помехи на выходное отношение сигнал/шум радиоприёмного устройства в режиме блокирования. В статьях описывается адаптивный алгоритм приёма сигнала на фоне мощной помехи, превышающей динамический диапазон приёмника.

Анализ публикаций позволяет заключить, что в условиях все более плотной насыщенности радиоэфира, особое место занимают проблемы, вызванные воздействием на радиоприемный тракт помех, превышающих динамический диапазон телекоммуникационных систем, и переводящих входные активные цепи приёмника в нелинейный режим работы. Наиболее остро эта проблема стоит в радиоэлектронных комплексах, системах спутниковой навигации и радиосвязи, системах связи малого радиуса действия. Отметим, что при плотном расположении приёмопередающих устройств разных систем связи взаимные мощные помехи могут проникать на вход активных цепей приёмников, недостаточно ослабляясь преселекторными фильтрами. Важно понимать: в многоканальных и широкополосных системах связи, работающих в нелицензируемых диапазонах частот, помеха может оказаться внутрисполосной и беспрепятственно проникнуть через преселекторный фильтр на вход активных цепей. Известны несколько путей борьбы с мощными помехами. Первый путь включает в себя различные способы по недопущению проникновения мощной помехи на вход активных цепей приемного устройства. Вторым путем заключается в обработке смеси искаженного сигнала, помехи и шума в самом приемнике с целью как можно более полного извлечения из нее передаваемой информации. Если анализировать первый путь, то набор технических средств достаточно широк, но, зачастую, требует значительного усложнения радиоприемных средств и малоперспективен ввиду постоянно возрастающей насыщенности радиоэфира. Используются различного рода преселекторы, компенсационные схе-

мы и схемы быстрой перестройки частоты, что не является перспективным в первую очередь по экономическим соображениям: размер, вес, стоимость, а использование же компенсационных схем ограничено их недостаточным быстродействием или малым динамическим диапазоном. Второй путь включает в себя применение различных способов расширения динамического диапазона, нелинейных методов линеаризации.

Таким образом, реализация принципа адаптации в системах радиосвязи вызывает профессиональный интерес в современных условиях развития радиотехники. Ученым предстоит продолжить поиск эффективных путей передачи информации. Современная радиосвязь представляет собой огромное количество различных технологических решений, которые необходимы информационному обществу.

Список литературы

1. Адаптивные фильтры / [П.М. Грант, К.Ф.Н. Коуэн, Б. Фрилендер, Д.Р. Тернер и др.]; под ред. К.Ф.Н. Коуэна и П.М. Гранта. – М.: Мир, 1988. – 392 с.
2. Босов А.А. Понятие «искусственный интеллект» и перспективы создания реального искусственного интеллекта / А.А. Босов, В.И. Шинкаренко, В.В. Скалозуб // Искусственный интеллект: материалы Междунар. науч.-техн. конф., (31 сент. 2002). – Таганрог, 2002. – С. 74-78.
3. Герасимов Д.Н., Никифоров В.О. Адаптивный регулятор стабилизации простой структуры // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. № 5. С. 48-52.
4. Егоров А.А. Метод адаптивного контрастирования мультиспектральных изображений для повышения достоверности нечеткой кластеризации / А.А. Егоров // Искусственный интеллект. – 2008. – № 3. – С. 306-314.
5. Никифоров В.О. Нелинейная система управления с компенсацией внешних детерминированных возмущений // Изв. РАН. Теория и системы управления. 1997. № 4. С. 69-73.
6. Роечко А.А. Применение устойчивых оценок параметров выборок данных при обработке изображений / А.А. Роечко, Д.В. Февралев, Н.Н. Пономаренко, В.В. Лукин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 3/3(27). – С. 10-15.
7. Титаренко Л.А. Адаптивная пространственная обработка сигналов в условиях априорной неопределенности / Л.А. Титаренко. – Х.: ХНУРЭ; Коллегиум, 2004. – 216 с.
8. Gerasimov D. N., Nikiforov V. O. Simple adaptive output control of linear systems // Proc. of Multi-Conference on Systems and Control. 2014. P. 566-571.
9. Vijaykumar V.R. Modified Adaptive Filtering Algorithm for Noise Cancellation in Speech Signals / V.R. Vijaykumar, P.T. Vanathi, P. Kanagasabapathy // Electronics and Electrical Engineering. – 2007. – № 2(74). – P. 17-20.

АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРИБОРОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ

Дёмин С.Б., Глыбовский А.А., Забелина С.А.

сотрудники кафедры радиотехнических систем, Пензенский филиал Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева, Россия, г. Пенза

В статье приведены результаты анализа информативных параметров сигналов акустических трактов магнитострикционных приборов на ультразвуковых волнах с использованием метода математического моделирования.

Ключевые слова: математическое моделирование, магнитострикционные приборы, температура.

В настоящее время ультразвуковые магнитострикционные приборы (МП) применяются в различных отраслях промышленности для высокоточных измерений механических величин, например, уровня различных жидких сред, перемещений объектов и т.д. [1, 2]. Этому послужили их специфические свойства, которыми в совокупности не обладают другие известные приборы.

Конструктивно ультразвуковые МП состоят из первичного преобразователя, размещаемого на объекте, и вторичного преобразователя в виде электронного блока, как показано на рисунке 1. Первичный преобразователь содержит акустический тракт, основным элементом которого является звукопровод из магнитострикционного материала с подвижным магнитом, выполняющего роль магнитострикционного преобразователя Видемана (МПВ) [2], и неподвижный электроакустический преобразователь (ЭАП) [1].

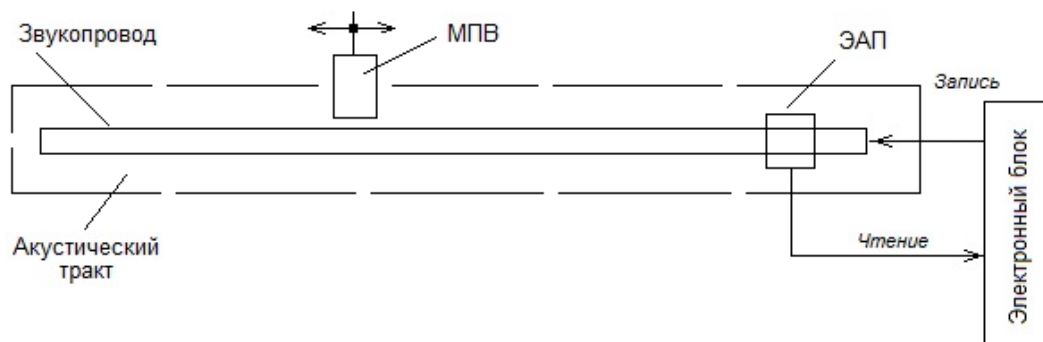


Рис. 1. Структурная схема ультразвукового МП

По сигналам электронного блока, в среде звукопровода акустического тракта МП по месту расположения МПВ, возбуждаются ультразвуковые волны, которые транслируются в сторону ЭАП и им считываются. С выхода ЭАП преобразованные время-импульсные сигналы текущего положения МПВ относительно звукопровода поступают в электронный блок с последующим кодированием и вычислением параметров движения объекта.

Для возбуждения в среде магнитострикционного звукопровода акустического тракта МП ультразвуковых волн заданной формы (амплитуды, длительности, крутизны фронтов и пр.) для уверенного считывания их ЭАП на всем диапазоне преобразования в условиях воздействия помех, необходимо чтобы элементы акустического тракта имели соответствующие численные значения электрических, магнитных и магнитострикционных параметров: удельное электрическое сопротивление $\rho_{эл}$, магнитную проницаемость μ , индукцию B , коэффициент магнитострикции λ_s насыщения и др.

Акустический тракт оказывается самым незащищенным узлом МП от воздействия окружающей среды, и при изменении ее температуры T° , происходит изменение отмеченных параметров его элементов. Это отражается на информативных характеристиках акустических сигналов, что может привести к потере работоспособности МП. По этой причине исследование влияний температуры среды на информативные параметры сигналов акустических трактов МП является очевидным и актуальным. При этом малозатратным эффективным способом исследования здесь является метод математического моделирования.

Основываясь на известных данных [3, 4] следует отметить, что с ростом температуры среды в диапазоне $T^\circ \leq T_K^\circ$, где T_K° – температура Кюри, удельное элек-

трическое сопротивление $\rho_{эл}$ материалов звукопровода и ЭАП изменяется несущественно и практически не сказывается на информативные параметры акустических сигналов МП. Температурные изменения воздушного зазора ЭАП также практически не отражается на амплитуде полезного акустического сигнала МП.

В тоже время, при температурах $T^\circ \geq 40^\circ C$ заметный дрейф магнитострикционных и магнитных параметров наблюдается у ферромагнитных элементов акустического тракта МП – МПВ и звукопровода, что вызвано тепловыми деформациями их кристаллических решеток и перераспределениями энергии теплообмена [3].

Нагревание МПВ в широком диапазоне температур $T^\circ \leq T_k^\circ$ вызывает изменение начальной магнитной проницаемости μ материала по зависимости:

$$\mu(T^\circ) = \mu \sqrt[3]{1 - T^\circ / T_k^\circ}. \quad (1)$$

Не остается постоянной и магнитная индукция B_s насыщения материала МПВ:

$$B_s(T^\circ) = B \sqrt{1 - T^\circ / T_k^\circ},$$

вызывая соответствующее изменение напряженности магнитного поля в зоне магнитострикционного преобразования МП:

$$H_o(T^\circ) = B(T^\circ) / \mu_o \cdot \mu(T^\circ) \quad (2)$$

где μ_o – магнитная постоянная.

С повышением температуры $T^\circ \leq T_k^\circ$ звукопровода акустического тракта МП заметно изменяется коэффициент магнитострикции λ_s насыщения материала в известных пределах [2]. Эти изменения могут быть описаны следующей математической моделью [1, 4]:

$$\lambda(T^\circ) = \lambda_s \cdot K_T^{-2}. \quad (3)$$

Нагревание звукопровода также вызывает увеличение его первоначальной длины L , но это не отражается на информативных параметрах акустических сигналов. Изменяется только межинтервальное расстояние между импульсными сигналами параметров движения объекта.

С учетом (1)-(3) математическая модель акустических сигналов МП можно описать следующим обобщенным выражением [1, 5]:

$$\sigma_{x.o}(t) = \sum K_\mu \cdot \lambda(T^\circ) \cdot E \int_0^{S_{зп} + \tau_\Pi / 2} \int_{-\tau_\Pi / 2}^{\tau_\Pi / 2} H_o(T^\circ) \cdot e^{(\tau_\Pi / 2 - \tau_u)} dt dS, \quad (4)$$

где $K_\mu = \mu_{ср} / \mu \leq 1$ – коэффициент магнитной проницаемости материала звукопровода сечением $S_{зп}$, $\mu_{ср}$ – усредненное значение его магнитной проницаемости, E – модуль Юнга, τ_Π – время перематывания, τ_u – длительность сигнала записи, анализ которой позволяет установить степень изменения информативных параметров сигналов при воздействиях температуры в широком диапазоне значений $T^\circ \leq T_k^\circ$.

На рисунке 2 показаны результаты моделирования акустических сигналов с использованием выражения (4) при разных значениях температуры среды в диапазоне $T^\circ \leq T_k^\circ$. Здесь видно, что с ее ростом наблюдается уменьшение амплитуды полезного сигнала без изменения его длительности по базе. Выше температуры

$T^\circ > 150^\circ \text{C}$ амплитуда акустического сигнала уменьшается более резко и становится меньше уровня уверенного считывания ЭАП, делая МП неработоспособным.

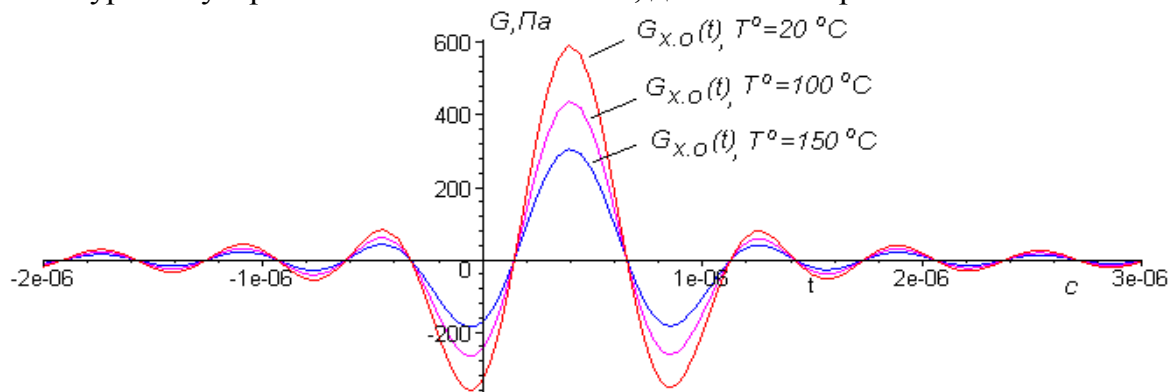


Рис. 2. Изменения информативных параметров сигналов акустических трактов МП при разных значениях температуры среды

Для уменьшения температурного влияния МП необходимо использовать магнитострикционные ферросплавы с большими значениями коэффициента магнитострикции, применять термостабильные магнитные материалы в МПВ и приемы повышения амплитуды полезных время-импульсных акустических и электрических сигналов МП [1]. Это позволяет расширить область применения ультразвуковых магнитострикционных приборов механических величин [5].

Список литературы

1. Демин, С.Б. Магнитострикционные системы для автоматизации технологического оборудования: монография. – Пенза, ИИЦ ПГУ, 2002. – 182 с.
2. Белов, К.П. Магнитострикционные явления и их технические приложения. – М.: Наука, 1987. – 160 с.
3. Лившиц, Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов/ Б.Г.Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий. – М.: Металлургия, 1980. – 380 с.
4. Калинин, Е.Н. Математическое моделирование факторов влияния на параметры магнитострикционных приборов [Текст] / Е.Н. Калинин, Е.С. Демин, С.Б. Демин// – XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2011, – №3. – С.161-167.
5. Демин, С.Б. Моделирование магнитострикционных преобразователей уровня накладного типа для байпасных систем: монография. – Пенза, ФВА МТО, ПАИИ, 2018. – 132 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАДСТРОЙКИ ТИПОВЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Евсеева О.А.

магистрант кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства,
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Россия, г. Чебоксары

Исследованы проблемы надстройки типовых жилых зданий. Даются рекомендации по применению современных методов надстройки жилых зданий массовой типовой застройки, обеспечивающей снижение трудозатрат, экономии ресурсов, сокращение сроков работ, получение новых жилых площадей без выселения жильцов.

Ключевые слова: надстройка, массовая типовая застройка, конструкции, специальные познания, исследование.

Надстройка зданий является наиболее эффективным способом увеличить общую площадь жилых домов, так как, как правило, не требует дополнительных затрат

средств на создание или улучшение инфраструктуры жилого образования, что позволяет использовать имеющиеся резервы несущих способностей строительных конструкций и элементов зданий, в том числе оснований и фундаментов. При этом наблюдается значительная экономия рабочей силы и времени, также экономия на капитальные затраты. Немаловажное значение имеет также экономия площадей земельных ресурсов, особенно в крупных городах, где наблюдается уплотнение существующих строительных конструкций за счет ухудшения инфраструктуры.

В нынешних условиях перехода экономики страны на рыночные отношения надстройка крупноблочных, крупнопанельных, кирпичных и других построек 50-70-х годов является сегодня стратегически важным направлением в решении строительных проблем, позволяет не только существенно улучшить качество жизни и комфортность проживания людей, но и, продлить срок службы зданий, преобразовать архитектурный вид домов и улиц.

Вопросы поддержания нормального технического состояния жилых зданий с одновременным совершенствованием их потребительских свойств в настоящее время являются основными при составлении и разработке инвестиционных программ развития жилищного фонда [6]. Следует отметить, что специфика условий выполнения капитального ремонта жилых зданий усложняет экономические, технические и организационные задачи, решаемые при проектировании производства и выполнении ремонтно-строительных работ в целях обеспечения наибольшей его эффективности. Значительные объемы трудовых, материально-технических и финансовых ресурсов, расходуемых на капитальный ремонт, обуславливают актуальность задачи повышения эффективности их использования, которая в значительной части решается в сфере ремонтно-строительного производства [5].

Ремонт и содержание жилых зданий, их последующее обновление, реконструкция в рыночных условиях должны стать неотъемлемой частью экономической политики российского правительства. Проектирование строительства нового жилья будет неполноценным, если не учитывать основные положения по эксплуатации создаваемых конструкций, систем и объектов жилья в целом. А планирование развития жилищного строительства не может не сопровождаться решением вопросов ремонта и содержания создаваемого жилищного фонда, реконструкции зданий сложившейся застройки. В процессе планомерного социально-экономического развития любого города необходимо оптимальное сочетание обеих форм расширенного воспроизводства эксплуатируемых жилых домов.

Анализ существующего опыта технологий надстройки жилых зданий типовой застройки показал, что в настоящее время используемые в России и за рубежом решения имеют ряд недостатков: необходимость расселения жильцов; значительная трудоемкость и длительные сроки выполнения работ; зависимость от погодных условий. Поэтому в целях обеспечения снижения затрат на надстройку жилого фонда рекомендуется обеспечение самокупаемости ее проведения, отдав предпочтение вариантам без отселения или с минимальным отселением жильцов.

Выбор способа надстройки здания определяется степенью его физического и морального износа, численностью и составом жильцов, соотношением квартир, особенностями инвестирования, социального и коммерческого назначения. Обоснованием этого является необходимость усовершенствования технологий реконструкции существующих жилых зданий в России [2].

При реконструкции наиболее рациональным решением (особенно для жилищного строительства) является вариант надстройки мансардного этажа.

Методика вариантного проектирования надстроек мансардных этажей достаточно хорошо известна, она определяется поэтапным учетом основных параметров и факторов влияния на процесс надстройки. Наиболее важными факторами влияния являются оптимальное расселение жильцов, эксплуатация новых придомовых территорий, архитектурно-конструктивных характеристик реконструируемого объекта [3].

Следует отметить некоторые новые технологии надстройки этажей, которые в настоящее время применяются:

1. Надстройка мансарды с устройством буронабивных свай вдоль продольных стен здания.

Основа этого варианта технологии состоит в устройстве вдоль продольных стен здания дополнительных фундаментов из буронабивных свай; монтаже несущего металлического или железобетонного каркаса на всю высоту здания и последующем сооружении мансардной надстройки.

У одного из торцов здания сооружают монтажно-сборочную площадку, в продольном направлении здания укладывают направляющие для перемещения блок-секций мансарды, по которым на катках собирают укрупненные блок-секции, надстройки в виде объемных структурных элементов и перемещают посредством тросовой системы и тяговых лебедок вдоль здания и устанавливают в проектное положение, фиксируя каждую блок-секцию. Для сборки блок-секций может использоваться подъемник или автомобильный кран. После устройства мансардной надстройки монтажную площадку и тяговые лебедки с тросовой системой демонтируют.

Конвейерная технология сборки мансарды из блок-секций дает возможность отказаться от применения грузоподъемных машин, перемещающихся вдоль здания, и исключить спускоподъемные операции над зданием, т.е. выполнять работы без выселения жильцов. Этот фактор имеет решающее значение при выборе окончательного варианта реконструкции.

2. Для узкокорпусных зданий без уширения корпуса здания;

Суть этого варианта состоит в том, что в торцах здания устраивают монтажную и демонтируемую площадки высотой, равной высоте здания на уровне парапетов, по которым вдоль здания укладывают временные направляющие, на которых монтируют крышевой кран. Со стороны монтажной площадки производят демонтаж плит покрытия, перемещая их крышевым краном на демонтируемую площадку. На монтажной площадке на катках собирают укрупненные блок-секции надстройки и последовательно перемещают их по направляющим посредством тяговых лебедок. Блок-секции закрепляют путем омоноличивания катков с направляющими [1, 3, 4].

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- строительство мансардного этажа на пятиэтажном доме увеличивает общую площадь дома в среднем на 1000 м² и экономит 0,15 га городской территории;
- значительная экономия городских земель, тем самым создается резерв земель для нового градостроительного использования;
- увеличение жилой площади при реконструкции зданий обходится в 1,5 раза дешевле, чем при строительстве на новых территориях;
- в 1,5 раза сокращаются затраты на строительство инженерной инфраструктуры;
- мансардный этаж, выполненный из легких конструкций, имеющих в основе каркас в виде стропильной системы, обеспечивает экономию материальных ре-

сурсов на 1 м² жилой площади в 2 раза по отношению к строительству зданий из железобетонных панелей и в 4 раза – по отношению к кирпичным зданиям, без учета затрат на возведение фундамента;

– устройство мансардного этажа по сравнению с обычным этажом здания позволяет снизить удельное энергопотребление за отопительный период на 20 % (с учетом дополнительного проветривания) и на 50 % (без дополнительного проветривания).

В сочетании с мансардными окнами повышается теплоэффективность помещений за счет увеличения теплообмена на 19 %. Сокращаются потери тепла через чердак или крышу жилого дома на 7-9 %.

Учет вышеизложенных положений могут быть использованы в производстве в виде проектно-технологических разработок в составе ППР при реконструкции объектов и надстройке малоэтажных жилых зданий.

Список литературы

1. Адам Ф.М. Совершенствование технологии строительства модульных быстровозводимых малоэтажных зданий. Дис. канд. техн. наук. СПб.: СПбГАСУ, 2001. – 154 с.
2. Конторчик А. Я. Обоснование выбора методов монтажа промзданий в условиях реконструкции действующих предприятий. Дис. канд. техн. наук. Днепропетровск: ДИСИ, 1990. – 166 с.
3. Концепция программы "Реконструкция жилых домов первых массовых серий государственной целевой программы "Жилище" / Министерство строительства РФ. М., 1996. – С. 12.
4. Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий с надстройкой этажей из объемных блоков // [текст] Жилищное строительство. – 1999. – № 8. – С. 12-13.
5. Людковский А.М. Проблемы модернизации жилых домов первых массовых серий // [текст] Строительные материалы. – 1996. – № 9. – С. 67.
6. Булгаков С.Н. Быстрореализуемый вариант самокупаемой реконструкции двух-пятиэтажных типовых домов // [текст] Архитектура, градостроительство и жилищно-гражданское строительство: Экспресс-информ. – 1999. – Вып. 1. – С. 16-28.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ САМОТЕЧНЫХ ЗЕРНОПРОВОДОВ

Емцев В.В.

аспирант кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин,
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Россия, г. Воронеж

Астанин В.К.

профессор кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин,
д-р техн. наук, профессор, Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I, Россия, г. Воронеж

Стекольников Ю.А.

профессор кафедры химии и биологии, канд. хим. наук,
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Россия, г. Елец

Санников Э.М.

аспирант кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин,
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Россия, г. Воронеж

Рассмотрены виды износов зернопроводов и способы их восстановления. Особое внимание уделено способам восстановления и упрочнения изношенных зернопроводов электролитическими покрытиями, приведены расчетные данные себестоимости восстановления.

Ключевые слова: способы восстановления, электролитические покрытия, виды износов, зернопровода.

Перемещение сыпучих продуктов самотечным транспортом очень распространено на элеваторах и многих других предприятиях за счет своей простоты и невысокой стоимости. Транспортирование продуктов осуществляется с помощью гравитационных потоков. Существует два вида движения потоков – ускоренный и замедленный.

При оптимальном ускорении перемещаемого продукта происходит трение с нижней и боковыми стенками, при этом продукт не соприкасается с верхней стенкой.

При замедлении перемещаемого продукта происходит полное заполнение зернопровода, и трение осуществляется обо все его стенки.

Неравномерное истирание внутренних поверхностей самотеков является основной причиной выхода их из строя. Износ зернопроводов можно разделить на два вида: первый это износ, происходящий по всей длине зернопровода, такому износу подвержены участки разгона и торможения зернового потока. Второй – местный (локальный) износ, ему подвержены поворотные колена, места ввода и вывода сыпучих продуктов, места соединений двух секторов и т.п.

Наибольший вред гравитационным транспортным системам перерабатывающих предприятий наносит местный износ. Данный вид износа протекает быстрее в несколько раз, чем износ по всей длине, и его результатом является протирание сквозных отверстий, что приводит к остановке предприятия на вынужденную замену участков самотеков.

В большинстве случаев после протирания секторов зернопроводов во время работы до сквозных отверстий их временно залатывают резиной, брезентом или заваривают стальными листами, что приводит к повреждению зерна об образовавшиеся острые края. После остановки работы предприятия изношенные зернопровода и секторы предпочитают выбрасывать и заменять новыми [4].

Для увеличения долговечности самотечного транспорта в настоящее время используют футеровку стеклом и пластмассовыми материалами. Однако, стеклянные самотеки не получают достаточного распространения.

В настоящее время покрытие новых зернопроводов материалами на основе пластмасс является актуальным. Так, многие заводы производители самотечного оборудования предлагают использовать полимерные вставки или футеровку полиуретаном и другими видами пластмассовых материалов.

При применении футеровки или полимерных вставок толщина слоя должна быть от 1,5 до 15 мм. Уменьшение диаметра зернопровода приводит к снижению пропускной способности, возникновению заторов, загрязнению сырья, в зависимости от применяемого материала, уменьшению скорости перемещения и другим проблемам [3].

Использование полимеров в качестве защитных покрытий препятствует на некоторое время истиранию, однако, со временем неизбежно возникает потребность в замене покрытия и утилизации изношенных вставок.

Одним из перспективных способов повышения долговечности зернопроводов является применение электролитических покрытий на основе железа и хрома.

Использованием электролитических покрытий на основе железа можно продлить срок службы уже изношенных зернопроводов. Применение покрытий из хрома или железа с легирующими компонентами при восстановлении изношенных участков позволит уменьшить скорость истирания стенок самотека [1, 2].

Восстановление и значительное упрочнение хромированием уменьшает шероховатость и увеличивает микротвердость поверхности стенок зернопровода, что позволяет повысить срок службы в несколько раз [1, 2].

Себестоимость восстановления стенок, толщиной 3 мм железнением с последующим упрочнением самотечного зернопровода хромированием слоем 0,1-0,2 мм составляет по нашим расчетам в среднем около 1700 рублей. Стоимость нового участка самотечного зернопровода составляет: поворотного колена около 1800 руб., самотечного зернопровода длиной 2 м – 3500 руб. Срок службы восстановленного и упрочненного зернопровода в 4-15 раз больше, чем у новых труб и секторов.

Таким образом, в виду низкого коэффициента трения применение электролитических покрытий на основе железа и хрома практически не загрязняет перемещаемое сырье, а изношенные зернопровода, используя гальванические технологии нанесения покрытий, можно восстанавливать большое количество раз, что, несомненно, привлекательно с экономической точки зрения.

Список литературы

1. Астанин В.К. Восстановление изношенных деталей сельскохозяйственной техники гальваническими покрытиями / Астанин В.К., Стекольников Ю.А., Стекольников Н.Ю., Емцев В.В., Санников Э.М. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 133. С. 173-185.
2. Астанин В.К. Износостойкость деталей, восстановленных хромированием на нестационарных режимах осаждения / В.К. Астанин, Ю.А. Стекольников, В.В. Емцев, Э.М. Санников // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 2. С. 102-109.
3. Рацкевич Н.В. Восстановление труб зернопроводов методом футеровки Н.В. Рацкевич, И.В. Титова / Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию агроинженерного факультета
4. Тюрева А.А. Восстановление типовых поверхностей и деталей с.-х. техники / А.А. Тюрева, И.В. Козарез – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. – 2013. – 151 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕРМИНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Еремина Л.В.

доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения, к.э.н.,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Петровых А.Э.

магистрант кафедры организации перевозок и дорожного движения,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Внедрение логистического подхода к построению и функционированию терминальных систем ускорит продвижение материальных потоков, развитие контейнерных перевозок, обеспечение транспортно-логистического сервиса на уровне международных стандартов, позволит значительно сократить запасы в производстве.

Ключевые слова: логистика, автомобильные перевозки, терминальные системы.

В мировой экономической системе логистика, как наиболее эффективный, рыночно-ориентированный способ организации, планирования и развития материальных и сопутствующих им потоков с наименьшими издержками и максимальным

синергетическим эффектом во всей логистической цепи, прочно завоевала свои позиции.

Условием возникновения и гармонизированного функционирования нового механизма регулирования смещенными перевозками может стать естественный симбиоз логистики и транспорта на современно оснащенных терминальных комплексах. Их взаимодействие позволит исключить непроизводительные затраты и обеспечить высокую доходность и привлекательность грузопереработки. Сама по себе тема развития терминальной системы сегодня очень актуальна. Достаточно сослаться на то, что величина непроизводительных затрат по причине невысокой скорости перемещения грузов, плохой организации погрузочно-разгрузочных работ, избыточных запасов предприятий на случай сбоев поставок, а также несовершенства технологии грузопереработки в общем по России составляют более 50 миллионов долларов в сутки. Из них две трети происходят по причине несовершенной технологией терминально-складского обслуживания. Степень развития грузовых терминалов существенно влияет на уровень цен, на обеспеченность населения промышленными и продовольственными товарами, на экологическую обстановку и другие процессы.

Внедрение логистического подхода к построению и функционированию терминальных систем ускорит продвижение материальных потоков, развитие контейнерных перевозок грузов в интермодальном сообщении, обеспечение транспортно-логистического сервиса на уровне международных стандартов, позволит значительно сократить запасы в производстве, снабжении и сбыте, уменьшить стоимость оборотных средств и массы грузов, находящихся в пути, снизить себестоимость производства и затраты в дистрибуции, связанные с перемещением товароматериальных, транспортных и сопутствующих потоков от мест производства до потребления, обеспечить наиболее полное удовлетворение потребителей в качестве товаров и услуг.

Разработка и внедрение региональных терминальных систем является одним из эффективных путей экономического и социального развития как отдельных регионов страны, так и России в целом. Новый подход к транспорту, как к составной части производственно-распределительной системы, приводит к необходимости рассмотрения его в соответствующих аспектах. Переход на логистическую концепцию управления перевозками грузов позволяет существенно повысить эффективность и качество транспортного обслуживания потребителей. Концепция логистического управления стимулирует целостный подход к управлению перевозками при внешнеэкономических операциях.

Снижение транспортных затрат при перевозке сырья и материалов может быть достигнуто за счет рациональной организации доставки их потребителям. Автотранспорт, как элемент инфраструктуры, все чаще берет на себя нетранспортные функции по хранению и распределению продукции, освобождая потребителя от сбытовых и распределительных функций. Таким образом, автотранспорт перестает быть обособленной отраслью экономики, продающей услуги по перемещению продукции. Он выступает как производитель широкого круга логистических услуг, готовый осуществлять комплексное обслуживание.

Эффективное функционирование логистических транспортно-распределительных систем осуществляется путем оптимизации управления и планирования товароматериальных, информационных и финансовых потоков на основе системного подхода и согласования экономических интересов всех участников логистической системы.

Современный грузовой терминал является предприятием, осуществляющим разнообразную деятельность, включая продажу такой услуги, как перевозка, обработку и хранение грузов, оказание множества дополнительных услуг, в том числе транспортировку груза. При осуществлении своей деятельности терминал взаимодействует с перевозчиками, клиентами, посредниками, таможней, банком и рядом других контрагентов.

Технологический цикл грузового терминала состоит из следующих технологических процессов: импорт, экспорт и транзит. Импорт включает выгрузку груза, размещение груза на складе с последующей выдачей клиенту. Экспорт включает продажу перевозки отправителю груза, прием груза на склад, доставку его со склада и его загрузку. Транзит является совокупностью первых двух процессов, зачастую с добавлением промежуточных операций [5].

Основные технологические процессы сопровождаются рядом вспомогательных, таких как:

- составление расписания и отслеживание графика выполнения всех этапов технологического цикла;
- отслеживание состояния и подготовка тары;
- оказание разнообразных услуг клиентам, начисление оплаты и отслеживание платежей;
- поддержка функционирования разветвленного складского хозяйства;
- выявление неисправностей при перевозках, в том числе розыск груза и идентификация груза без маркировки;
- осуществление таможенного контроля.

Столь многофункциональная деятельность невозможна без применения современных информационных технологий и автоматизированных систем. Использование таких систем позволяет уменьшить сроки и повысить качество обработки грузов. Это достигается благодаря более полному контролю исполнения технологического цикла и уменьшению потерь и нарушений при обработке груза.

Транспортные терминалы, и в первую очередь наиболее крупные из них, предназначенные для использования в интермодальных транспортных системах, относятся к числу таких объектов экономической инфраструктуры, которые по ряду причин должны создаваться при участии и под контролем государства. Такими причинами следует считать:

- очевидное влияние сооружения транспортного терминала на общую экономическую, а в ряде случаев и социальную и экологическую ситуацию на данной территории;
- неизбежное изменение транспортных потоков, перераспределение грузов и видов деятельности между видами транспорта и транспортными предприятиями в зоне тяготения терминала;
- изменение картины поставок и сбыта определенных групп товаров;
- необходимость решения вопросов землеотвода, что, как правило, невозможно без участия органов власти.

Грузовой терминал призван распределять на партии по заказчикам прибывший груз, а также заниматься укрупнением партий груза, назначенного на отправку из региона на более дешевом виде транспорта, нежели автомобильный. Одна из задач грузового терминала рационально интегрироваться в существующую транспортно-логистическую систему и оказать положительный эффект, модернизировать, оптимизировать и рационализировать.

В итоге необходим анализ – будет ли удовлетворять обновленная транспортно-логистическая система существующим условиям транспортного рынка в регионе. Итогом анализа является решение об оптимальности исследуемой транспортно-логистической системы, которое либо воспримет ее как приемлемую, либо не требует перерасчет, так как транспортно-логистическая система не является оптимальной. После принятия решение о том, что грузовой терминал успешно интегрируется в оптимальную транспортно-логистическую систему, наступает следующий этап – проектирование грузового терминала.

Список литературы

1. Проценко О.Д. Современные логистические концепции. // Бизнес и логистика-2003: Сборник материалов Московского Международного Логистического Форума. М., 2003. С. 10-11.
2. Резер С.М., Ловецкий С.Е., Меламед И.И. Математические методы оптимального планирования в транспортных системах. // ИНТ ВИНТИ. Серия "Организация управления транспортом". – М., 1990. №9.
3. Родкина Т.А. Информационная логистика. – М.: Экзамен, 2001.
4. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – Минск: «Новое знание». 2000. – 688 с.
5. Семененко А.И. Предпринимательская логистика. – СПб.: Политехника, 1997. – 349 с.
6. Теория и организация управления автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов: Монография / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. Волгоград, 2001. – 178 с.
7. Транспортная логистика / Под ред. Л.Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2002. – 511 с.
8. Уваров С.А. Логистика: общая концепция, теория и практика. – СПб.: Инвест- НП, 1996. – 232 с.
9. Филиппов В.А., Цвиркун А.Д., Беляев В.М. Исследование функционирования терминальных автогрузовых систем путем имитационного моделирования. – В кн. Методы анализа и синтеза автоматизированных систем управления. – М.: Институт проблем управления, 1981. С. 71-84.

ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Еремина Л.В.

доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения, к.э.н.,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Приходько А.В.

магистрант кафедры организации перевозок и дорожного движения,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Возникла необходимость в эффективной координации возросших на территории области грузопотоков, с ростом которых возникает необходимость в развитии и поддержании в нужном состоянии транспортной инфраструктуры области, в оказании коммерческо-правовых услуг, в создании сферы логистических услуг, в формировании эффективной логистической системы.

Ключевые слова: логистика, автомобильные перевозки, логистические системы.

Развитие конкурентной среды и тенденция к глобализации мировой экономики, привели к формированию интегрированной логистики, позволяющей объединить усилия предприятий и их логистических партнеров, в сквозном управлении материальными и сопутствующими им потоками в цепи «закупка – производ-

ство – распределение – продажа – сервис». Важным фактором экономического роста стало формирование макрологистических систем, которые охватывают отдельные регионы и страны. Существующий мировой опыт использования логистических систем в развитых странах показывает нам, что транспортные расходы при этом сокращаются на 20%, расходы на хранение и грузопереработку продукции уменьшаются на 30%, а общие логистические издержки на 12-35 %. Оборачиваемость капитала ускоряется на 40%, а запасы материальных ресурсов и готовой продукции снижаются на 50%.

Территория России представлена большим разнообразием природных, климатических, географических и экономических условий. Специализация производства в регионах, приводят к тому, что одним из эффективных путей социального и экономического развития регионов становится формирование РТЛС. Проведенные исследования в области логистики позволяют сделать вывод, что регионализация является одним из факторов развития макрологистических систем. Важное влияние на формирование логистических структур оказывает состояние транспортного комплекса региона в целом. Таким образом, РТЛС отдельных регионов имеют общие подходы к их формированию, но отличаются друг от друга составом логистических посредников, конфигурацией системы, видами и параметрами материальных, финансовых и информационных потоков, а также организацией менеджмента.

Учитывая роль и место Воронежской области в социально-экономическом развитии Центрально-Черноземного региона, ЦФО и России в целом, особую актуальность, приобретает проблема формирования транспортно-логистической системы Воронежской области. Одним из главных факторов, способствующих формированию в регионе транспортно-логистической системы, является выгодное транспортно-географическое положение.

Воронежская область – не только один из крупнейших субъектов ЦФО граничащий с семью областями России, но и приграничная территория с Украиной. С юга область граничит с одной из самых перспективных формирующихся в России агломераций «Ростов-на-Дону – южные порты».

Транспортно-географическое положение Воронежской области уникально. В широтном и меридиональном направлении ее пересекают международные транспортные коридоры «Север – Юг» и «Запад – Восток», которые в перспективе позволят экономике области наиболее полно интегрироваться в общероссийское и мировое экономическое пространство.

Целью развития МТК на территории России, является обеспечение условий для повышения надежности и эффективности внешнеторговых перевозок, вовлечения дополнительных транзитных грузопотоков на транспортные коммуникации, создания условий для ускоренного развития отдельных регионов, расположенных в зоне тяготения к трассам МТК и т.д.

МТК имеют большое значение для каждого региона. Прямыми базовыми функциями МТК являются обслуживание экспортно-импортных перевозок, а также обеспечение международного транзита. Основные грузопотоки внешнеторговых и транзитных перевозок, концентрируются по направлениям «Север – Юг» и «Запад – Восток», и совпадают с главными направлениями перевозок в межрегиональном сообщении внутри России, в районе тяготения которых, сосредоточено около двух третей населения и промышленного потенциала страны [5]. Использование транзитного потенциала стимулирует техническое обновление транспорта и развитие

транспортной инфраструктуры, приток иностранных инвестиций, пополнение бюджетов транзитных регионов и создание новых рабочих мест.

Исходя из тех экономических выгод, которые дает обслуживание международного транзита, многие регионы борются за то, чтобы МТК проходили по их территориям. Вместе с тем, реализация соответствующих проектов, в обозримой перспективе, будет идти в условиях формирования альтернативных коридоров и усиления конкуренции за транзит.

Выгодное транспортно-географическое положение области, позволяет получать значительные доходы от экспорта транспортных услуг, в том числе от осуществления транзитных перевозок по своим коммуникациям. Отсутствие современной транспортно-логистической системы Воронежской области, тормозит ее развитие и развитие страны, не позволяя в полной мере использовать ее потенциал транспортно-географического положения.

Для региона характерна высокая плотность транспортного сообщения, осуществление перевозок различными видами транспорта. Через Воронежскую область проходят крупные автомагистрали: М4 «Дон» (Е115); М6 «Каспий» (Е119); А144 (Е38); Р193.

На территории области пересекаются важнейшие железнодорожные линии с севера на юг и с запада на восток, через крупнейшие железнодорожные узлы: Лискинский, Воронежский и Поворинский. На территории области действует международный аэропорт «Воронеж» и речной порт Лискинский. За счёт удобных транспортных артерий региона, можно существенно расширить зону обслуживания, путём формирования центра объединённых грузопотоков в Воронежской области.

Одновременно необходимо отметить, что недостаточное развитие транспортной системы, существенно ограничивает рост экономики Воронежской области. Сегодняшние объёмные и качественные характеристики транспорта, особенно его инфраструктуры, не позволяют эффективно и в полной мере решать задачи развивающейся экономики. Все это требует существенной перестройки существующей транспортной системы области.

Оценка состояния реального сектора экономики Воронежской области, в значительной мере формирующего потребности в создании РТЛС, позволяет утверждать, что за последние годы наблюдается положительная динамика его развития. Транспортный комплекс Воронежской области включает в себя предприятия железнодорожного, автомобильного, воздушного, речного транспорта. Проведённый анализ состояния транспортного комплекса Воронежской области позволяет утверждать, что имеющийся экономико-технологический потенциал транспорта недостаточен для удовлетворения спроса на перевозки. Неразвитость и организационная отсталость транспортного комплекса может стать мощным фактором, сдерживающим развитие региона.

Логистика в регионе начинается со складской инфраструктуры. К складским услугам добавляется транспортная составляющая. Изучение ситуации на транспортно-логистическом рынке Воронежской области позволяет сделать вывод, что он развивается стихийно и недостаточно удовлетворяет существующие потребности растущей экономики региона.

Для повышения конкурентоспособности и эффективности функционирования транспортно-логистического комплекса в условиях рыночной экономики, требуется применение принципиально новых подходов, основанных на приоритетно-

сти формирования и развития интегрированных транспортно-логистических систем.

Список литературы

1. Абалкин Л.И. Избранные труды: В 4 т. / Сост. О.М. Грибанова. – М.: Экономика, 2000. Т. 2. – 910 с.
2. Альбеков А.У. Коммерческая логистика: Учебное пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 412 с.
3. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Наука, 1973. – 270 с.
4. Белоусов А.Г. Логистика коммерческого посредничества. – Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2000. – 234 с.
5. Бурдачева НА. Экономическое обоснование рационального распределения грузовых перевозок между железнодорожным и автомобильным транспортом: Учебное пособие. – М.: РГОТУПС, 2004. – 79 с.
6. Вельможин А.В. Теория организации и управления автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов. – Волгоград: Политехник, 2001. – 178 с.
7. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для высших и средних учебных заведений. – М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2000. – 375 с.
8. Гаджинский А.М. Современный склад. Организации, технологии, управление и логистика: Учебно-практическое пособие. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2005. – 176 с.
9. Гасилов В.В. Экономико-математические методы и модели: Учебно-методическое пособие / В.В. Гасилов, Э.Ю. Околелова, С.С. Замчалова. – Воронеж: ВГАСУ, 2005. – 157 с.
10. Alan R. Handbook of Logistics & Distribution Management. – Kogan Page, 2010. – 635 с.

ПРОЕКТ ПО АНАЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДООЧИСТИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

Ефремова В.С.

студентка, Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина,
Россия, г. Екатеринбург

Сидорова Л.П.

доцент, кандидат химических наук,
Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Россия, г. Екатеринбург

Статья посвящена разработке проекта по модернизации процесса анаэробной стабилизации осадков для водоочистительных станций.

Ключевые слова: сточные воды, биохимическая очистка, активный ил, термофильная обработка осадков.

Решение инженерных задач, направленных на улучшение экологической обстановки многих регионов страны и охрану водоемов от загрязнений требует постоянного совершенствования методов очистки сточных вод. Наиболее сложной и дорогостоящей технологией в работе очистных комплексов по очистке сточных вод города является обработка и утилизация осадков.

Постоянный рост городов требует благоустройства жизни людей, развитие промышленных предприятий повышает водопотребление, водоотведение и требует, соответственно, увеличения мощности существующих очистных сооружений, повышения степени очистки сточных вод. В итоге постоянное увеличение массы осадков, приводит к постоянному увеличению массы осадков. Их утилизация должна находиться в процессе технологического и технического развития.

При проведении анализа ряда объектов на водоканалах для очистки сточных вод стало известно, что с технической и технологической точки зрения они отстали от новых способов очистки. Существующие технологии обработки осадков и их складирования на технических площадках занимают, как правило, большие площади, на которых наблюдается образование неприятных гнилостных запахов от разложения осадков, что оказывает вредное влияние на окружающую среду. Огромное содержание органических веществ вызывает способность осадков быстро загнивать, а высокая бактериальная их заражённость, наличие в них яиц гельминтов, создают опасность распространения инфекций. Поэтому основной задачей обработки осадков является их обезвреживание. Состав и свойства осадков, в первую очередь, зависят от вида и состава исходной сточной воды и технологии ее очистки. Общий объем осадков, как правило, не превышает 1% объема обрабатываемых стоков, при этом на долю активного ила приходится 60-70% образующихся осадков.

Активный ил по фракционному составу значительно однороднее осадка после первичных отстойников; около 98% (по массе) частиц ила имеют размер менее 1 мм. Влажность активного ила в зависимости от принятой схемы обработки составляет 96-99,5 %. Хлопья ила, состоящие из большого числа многослойно расположенных микробиальных клеток, заключенных в слизь, обладают очень развитой удельной площадью поверхности, составляющей около 100 м² на 1 г сухого вещества. Так же как осадок, ил может быть заражен яйцами гельминтов.

Твердая фаза осадков городских сточных вод состоит из органических и минеральных веществ. Органическая, или беззольная, часть в осадке из первичных отстойников составляет 65-75 % массы сухого вещества, в иле – 70-75 %. Соответственно зольность осадка колеблется от 25 до 35 %, ила – от 25 до 30%.

Анаэробное сбраживание в метантенках используется для обработки сырого органического осадка, активного ила или смеси. Сбраживание рекомендуется перед сушкой на иловых полях, а также перед обезвоживанием на фильтрах. Газы, образующиеся в результате брожения, будут использованы на энергетические нужды станции, в частности для получения пара, используемого при подогреве метантенков.

Проект по анаэробной стабилизации осадков городских сточных вод проводился на базе исходных данных Северной аэрационной станции г. Екатеринбурга (САС).

Таблица 1

**Исходные данные по характеристике сточных вод
Северной аэрационной станции г. Екатеринбурга**

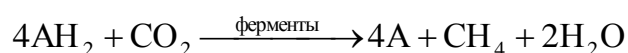
Суточный расход сточных вод	$Q_{сут}=150000 \text{ м}^3/\text{сут}$
БПК ₂₀ сточных вод поступающих в аэротенки	$L_a=214 \text{ мг/л}$
БПК ₂₀ очищенной сточной воды	$L_T=3,5 \text{ мг/л}$
Вынос взвешенных веществ из первичных отстойников	$b'=66 \text{ мг/л}$

Если в качестве одного из основных продуктов в результате процесса образуется метан, то сбраживание называется метановым. В основе биохимического процесса метанового брожения лежит способность сообществ микроорганизмов в ходе своей жизнедеятельности окислять органические вещества осадков сточных вод.

Промышленное метановое брожение осуществляется широким спектром бактериальных культур. Теоретически рассматривают брожение осадков, состоящее из двух фаз: кислой и щелочной.

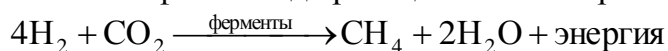
В первой фазе кислого или водородного брожения сложные органические вещества осадка и ила, под действием внеклеточных бактериальных ферментов, сначала подвергаются гидролизу. Белки – до пептидов и аминокислот, жиры – до глицерина и жирных кислот, углеводы – до простых сахаров. Кислую фазу брожения, осуществляют обычные сапрофиты: факультативные анаэробы типа молочно-кислых, пропионовокислых бактерий и строгие (облигатные) анаэробы типа маслянокислых, ацетонобутиловых, целлюлозных бактерий. Большинство видов бактерий, ответственных за первую фазу брожения, относится к спорообразующим формам. Во второй фазе щелочного или метанового брожения из конечных продуктов первой фазы образуются метан и угольная кислота в результате жизнедеятельности метанообразующих бактерий – неспороносных облигатных анаэробов, очень чувствительных к условиям окружающей среды.

Метан образуется в результате восстановления CO_2 или метильной группы уксусной кислоты:

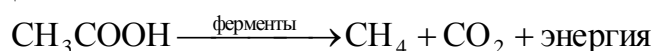


где АН_2 – органическое вещество, служащее для метанообразующих бактерий донором водорода; обычно это жирные кислоты (кроме уксусной) и спирты (кроме метилового).

Многие виды метанообразующих бактерий окисляют молекулярный водород, образующийся в кислой фазе. Тогда реакция метанообразования имеет вид:



Микроорганизмы, использующие уксусную кислоту и метиловый спирт, осуществляют реакции:

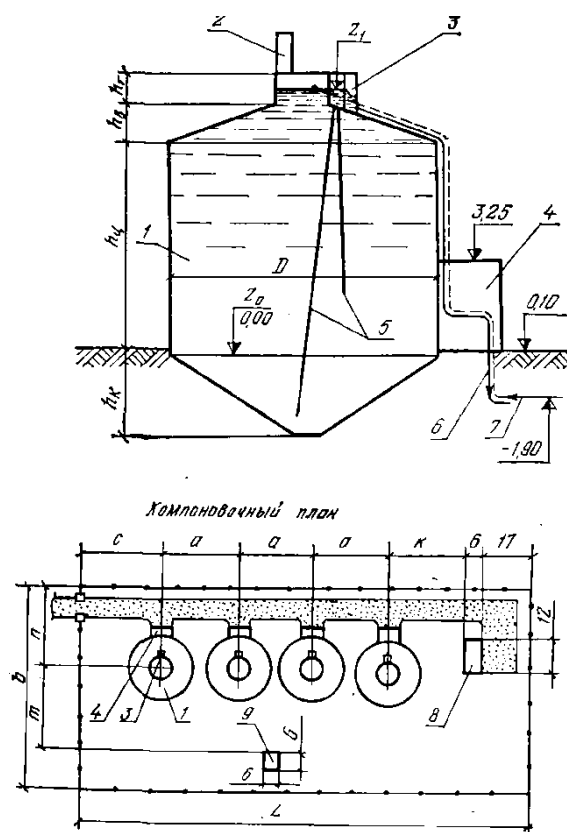


Каждая из реакций является источником энергии для метанообразующих бактерий и, каждая из них, представляет собой серию последовательных ферментативных превращений исходного вещества. Скорость их превращения, как в кислой фазе, так и в метановой, – одинаковы. Таким образом, при устойчивом процессе брожения, накопления кислот не происходит.

Сбраживание смеси уплотненного сырого осадка и уплотнённого и избыточного активного ила проводится в метантенках (рис. 1). Метантенк представляет собой герметичный реактор, самым важным элементом которого является приспособление, обеспечивающее перемешивание сбраживаемой массы. Самый распространенный способ перемешивания массы производится наружными насосами, так как мешалки быстро подвергаются коррозии. По статистическим данным это решение имеет наименьшее число неисправностей и легко ремонтируется.

Анаэробный процесс биохимической очистки представляет собой распад органического вещества осадков в результате жизнедеятельности сложного комплекса микроорганизмов до конечных продуктов, в основном метана и диоксида углерода [3, с. 7].

Состав и объем выделяющегося газа, качество иловой воды, химический состав осадка – характеристики процесса брожения. Образующийся газ состоит в основном из метана и диоксида углерода. При нормальном (щелочном) брожении, водород может оставаться в газе в объеме не более 1-2%, так как используется метанообразующими бактериями в окислительно-восстановительных реакциях энергетического обмена.



1 – резервуар метантенка; 2 – газовый колпак; 3 – камера выгрузки осадка;
4 – инжекторная; 5 – трубопроводы выгрузки осадка; 6 – выпуск сброженного осадка;
7 – трубопровод загрузки осадка; 8 – насосная станция метантенков; 9 – газовый киоск

Рис. 1. Схема метантенка и компоновочный план

Выделившийся при распаде белка сероводород H_2S практически не попадает в газ, так как в присутствии аммиака легко связывается с имеющимися ионами железа в коллоидный сульфид железа. В результате процесса брожения осадка в метантенках 50% органики разлагается с образованием биогаза, содержащего 65 % метана, около 33-34 CO_2 и немного азота, сероводорода и водорода. Сброженный осадок считается стабильным, если концентрация кислот в переводе на уксусную кислоту не превышает 1000 г/м. В зависимости от химического состава осадков при сбраживании выделяется от 5 до 15 m^3 газа на 1 m^3 осадка.

Существует два температурных интервала сбраживания осадка: 30-38° С – мезофильный процесс, 50-60° С – термофильный процесс [4, с. 336].

С точки зрения эффективности удаления патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов, термофильный процесс сбраживания является более совершенным. При нем процесс сбраживания протекает быстрее, чем при мезофильном процессе (всего за 8-10 дней), патогенные микроорганизмы и яйца гельминтов практически полностью погибают. Несмотря на явные преимущества, при термофильном сбраживании требуются дополнительные энергетические затраты, – дополнительное количество тепла для подогрева осадка в метантенках.

Учитывая все вышеизложенное, предлагается следующая технологическая схема обработки осадков (рис. 2).

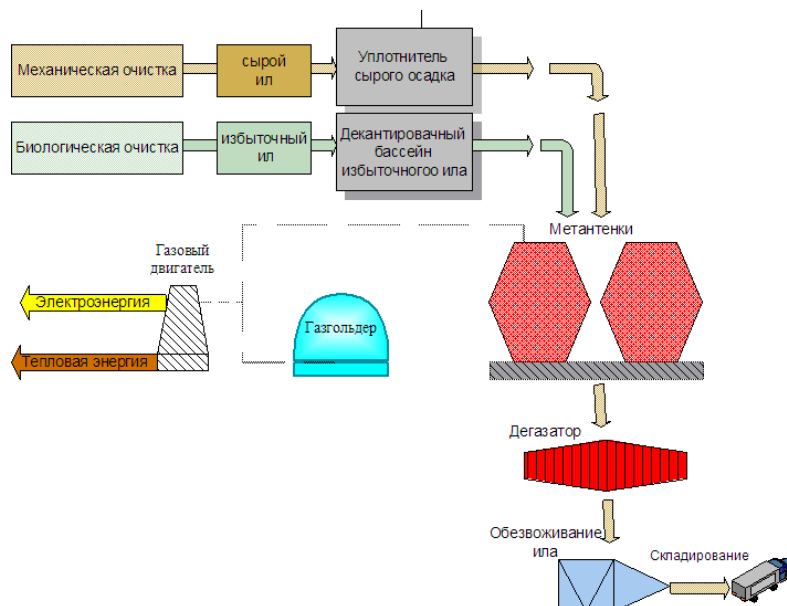


Рис. 2. Технологическая схема анаэробной обработки осадков

Ожидаемая теплотворная способность биогаза, возникающего в процессе сбраживания ила составляет 5000 ккал/м^3 ($6,2\text{--}6,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч/Нм}^3$). Энергию биогаза можно использовать для разогрева обрабатываемого ила при термофильном режиме сбраживания и для восполнения тепловых потерь метантенков. Остающаяся энергия может свободно использоваться. С лучшим коэффициентом полезного действия биогаз используется в газовом двигателе. В этом случае вырабатывается электроэнергия (35-37%) и тепловая энергия для отопления (максимум 48–52%). Потери, в случае утилизации биогаза в газовом двигателе, в лучшем случае, составляют около 15%.

С точки зрения безопасности, наряду с утилизацией биогаза, в газовом двигателе, следует предусмотреть также возможность сжигания биогаза в газовом факеле и в котельной.

Расчет процесса стабилизации осадка анаэробным сбраживанием и расчет параметров метантенка

Определяем суточный расход смеси, сырого осадка и уплотненного избыточного ила, загружаемого в метантенк.

Расход осадка из первичных отстойников (считается по сухому веществу)

$$Q_{\text{сух}} = \frac{b_{\text{общ}} \cdot \Theta \cdot K}{100 \cdot 100 \cdot 100} \cdot Q_{\text{ср.сут}} = \frac{157 \cdot 50 \cdot 1,2}{100 \cdot 100 \cdot 100} \cdot 150000 = 14,13 \text{ т/сут}$$

где $b_{\text{общ}}$ – концентрация взвешенных веществ в сточной жидкости до отстаивания: $b_{\text{общ}}=157 \text{ г/м}^3$; Θ – эффект задержания взвешенных веществ в первичных отстойниках: $\Theta=50\%$; K – коэффициент, учитывающий увеличение объема осадка за счет крупных фракций взвеси, не улавливаемых при отборе проб для анализа: $K=1,1\text{--}1,2$; $Q_{\text{ср.сут}}$ – расчетный приток сточной воды: $Q=150000 \text{ м}^3/\text{сут}$

Расход избыточного активного ила:

$$U_{\text{сух}} = \frac{\text{Пр} \cdot n \cdot Q_{\text{ср.сут}}}{1000 \cdot 1000},$$

где Пр – прирост ила в аэротенках; n – коэффициент, учитывающий неравномерность прироста ила в процессе очистки: $n=1,2$

$$\text{Пр} = 0,8 \cdot b' + 0,3 \cdot L_a = 0,8 \cdot 66 + 0,3 \cdot 214 = 117 \text{ г/м}^3$$

$$U_{\text{сух}} = \frac{117 \cdot 1,2 \cdot 150000}{1000 \cdot 1000} = 21,06 \text{ т/сут}$$

Расход беззольного вещества сырого осадка:

$$Q_{\text{без}} = \frac{Q_{\text{сух}}(100 - B_{\Gamma}) \cdot (100 - Z_{\text{ос}})}{100 \cdot 100} = \frac{14,13(100 - 5) \cdot (100 - 27)}{100 \cdot 100} = 9,8 \text{ т/сут}$$

Расход беззольного вещества избыточного активного ила

$$U_{\text{без}} = \frac{U_{\text{сух}}(100 - B_{\Gamma}) \cdot (100 - Z_{\text{ил}})}{100 \cdot 100} = \frac{21,06(100 - 5) \cdot (100 - 25)}{100 \cdot 100} = 15 \text{ т/сут},$$

где B_{Γ} – гигроскопическая влажность сырого осадка и ила: принимается 5-6%; $Z_{\text{ос}}$ – зольность сухого вещества соответственно сырого осадка и активного ила: в среднем $Z_{\text{ос}}=27\%$, $Z_{\text{ил}}=25\%$.

Расход сырого осадка $V_{\text{ос}}$ и избыточного активного ила $V_{\text{ил}}$:

$$V_{\text{ос}} = \frac{Q_{\text{сух}} \cdot 100}{(100 - P_{\text{ос}}) \cdot \rho_{\text{ос}}} = \frac{14,13 \cdot 100}{(100 - 95) \cdot 1} = 282,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$V_{\text{ил}} = \frac{U_{\text{сух}} \cdot 100}{(100 - P_{\text{ил}}) \cdot \rho_{\text{ил}}} = \frac{21,06 \cdot 100}{(100 - 96) \cdot 1} = 526,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

где $P_{\text{ос}}$ и $P_{\text{ил}}$ – влажность; $\rho_{\text{ос}}$ и $\rho_{\text{ил}}$ – плотность, соответственно сырого осадка и активного ила, которую для практических расчетов можно считать равной единице.

Общий расход смеси, загружаемой в метантенк

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{ос}} + V_{\text{ил}} = 282,6 + 526,5 = 809,1 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Средняя влажность смеси

$$P_{\text{см}} = 100 \cdot \left(1 - \frac{Q_{\text{сух}} + U_{\text{сух}}}{V_{\text{ос}} + V_{\text{ил}}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{14,13 + 21,06}{282,6 + 526,5}\right) = 95,6\%$$

Объем метантенка

$$W = \frac{V_{\text{общ}} \cdot 100}{d} = \frac{809,1 \cdot 100}{18} = 4495 \text{ м}^3$$

где d – суточная доза загрузки осадка, выраженная в %, [5, табл.59]. Выбираем для процесса сбраживания 2 метантенка объемом=5000м³ и один такой же запасной

Время пребывания смеси в метантенке:

$$t = \frac{2 \cdot 5000}{V_{\text{общ}}} = \frac{1 \cdot 5000}{809,1} = 6 \text{ дней}$$

Зольность загружаемой смеси (3):

$$Z = \frac{Z_{\text{ос}} \cdot Q_{\text{сух}} + Z_{\text{ил}} \cdot U_{\text{сух}}}{Q_{\text{сух}} + U_{\text{сух}}} = \frac{29 \cdot 14,13 + 20 \cdot 21,06}{14,13 + 21,06} = 23,61\%$$

Для смеси сырого осадка и активного ила:

$$Z = \frac{53 \cdot Q_{\text{без}} + 44 \cdot U_{\text{без}}}{Q_{\text{без}} + U_{\text{без}}} = \frac{53 \cdot 9,8 + 44 \cdot 15}{9,8 + 15} = 47,5\%$$

Выход газа на 1м³загружаемого осадка:

$$Q_{\Gamma} = \frac{y \cdot (100 - P_{\text{см}}) \cdot (100 - Z)}{1000 \cdot \rho},$$

$$Q_{\Gamma} = \frac{37,66 \cdot (100 - 95,6) \cdot (100 - 23,61)}{1000 \cdot 1} = 12,6 \text{ м}^3$$

где y – распад беззольного вещества:

$$y = a - n \cdot d = 47,5 - 1,2 \cdot 8,2 = 37,66\%$$

a – предел сбраживания беззольного вещества загружаемого осадка, выраженный в %, при отсутствии данных о его составе принимается: для сырого осадка – 53%, для избыточного активного ила – 44%); $P_{\text{см}}$ – влажность смеси, загружаемой в метантенк, %; ρ – плотность газа: $\rho=1\text{кг/м}^3$; Z – зольность сухого вещества осадка (для сырого осадка принимается 27–30, для активного ила 20–25%).

Общий выход газа:

$$\Gamma_{\text{общ}} = Q_{\text{г}} \cdot V_{\text{общ}} = 12,6 \cdot 809,1 = 10195 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для хранения газа предусматриваются мокрые газгольдеры, вместимость которых должна быть равна 2–4-х часовому выходу газа. Принимаем трехчасовой выход газа. Выбираем 2 газгольдера вместимостью 700 м³

$$W_{\text{газ}} = \frac{\Gamma_{\text{общ}} \cdot 3}{24} = \frac{10195 \cdot 3}{24} = 1274 \text{ м}^3$$

Влажность осадка, выходящего из метантенка, согласно расчету, равна 97,9%

$$P_{\text{м}} = 100 - \frac{(100 - P_{\text{см}}) \cdot (100 - 3) \cdot (100 - y)}{10000} \\ = 100 - \frac{(100 - 95,6) \cdot (100 - 23,61) \cdot (100 - 37,66)}{10000} = 97,9\%$$

Осадки, выделяемые при термофильной очистке сточных вод городов, по химическому составу относятся к ценным органоминеральным смесям. Их можно использовать непосредственно после процессов обработки в качестве азотно-фосфорных удобрений в сельском хозяйстве.

Список литературы

1. Алексеев В.И., Винокурова Т.Е., Пугачев Е.А. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 176 с.
2. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
3. Гюнтер Л.Л., Гольдфарб Л.П. Метантенки. – М.: Стройиздат, 1991. – 131 с.
4. Ленский В.А. Водоснабжение и канализация, изд.4. – М.: Изд-во Высшая школа, 1969. – 432 с.
5. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.

ВЛИЯНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭКОЛОГИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Жиркова С.А., Асташов Р.А.

студенты, Поволжский государственный университет сервиса, Россия, г. Тольятти

В статье рассматривается актуальность применения аддитивных технологий в современном мире и их влияние на экологию окружающей среды. Указываются преимущества и недостатки использования аддитивного производства, приводятся результаты исследования.

Ключевые слова: аддитивные технологии, аддитивное производство, экология, 3D-технологии, окружающая среда.

Популярность использования аддитивных технологий неуклонно растет с каждым годом – дешевые материалы, доступное оборудование, более быстрая разработка. Сейчас 3D-принтеры используются не только для штучного производства, но также и для массового. Однако в современных реалиях необходимо учитывать влияние технологий на экологию.

Аддитивное производство, или 3D-печать – процесс создания трехмерной модели путем наслаивания материала друг на друга. Изначально при данном способе использовались полимерные материалы, или пластик, однако с развитием

3D-печати и принтеров стало возможным применять любой материал от металла до керамики. Преимуществ у данного способа производства много: разработка нового инновационного дизайна, который невозможно было осуществить при традиционном способе; экономия сырья, так как при производстве с использованием аддитивных технологий потери материала практически нет; исключение ошибок, как-вы часто случаются при традиционном производстве; низкая стоимость самих материалов и оборудования по сравнению с традиционным производством.

В частности, ежегодные темпы роста рынка аддитивных технологий составляют 15%. К 2025 году компания Frost & Sullivan прогнозирует увеличение объема рынка до 21 миллиарда долларов. Структура рынка по регионам показана на рис. 1.

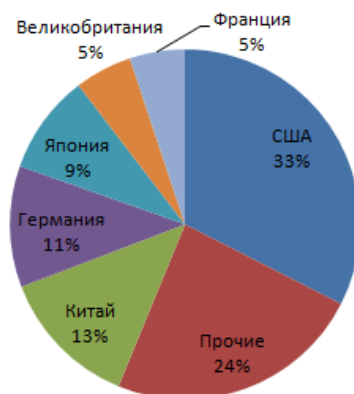


Рис. 1. Структура рынка аддитивных технологий

Наибольшее количество потребителей наблюдается в США (33%) и Китай (13%).

В 2014 году консалтинговая компания в области 3D-печати Wohlers Associates провела исследование [1, с. 6] среди 111 производителей с целью узнать средний доход в процентах от использования аддитивных технологий в разных областях деятельности. Результат показан на рис. 2.



Рис. 2. Области применения аддитивных технологий

Как можно заметить, аддитивные технологии приносят прибыль в таких серьезных отраслях деятельности, как аэрокосмическая и автомобильная. Дальнейшее распространение данного способа производства в этих областях не вызывает сомнений.

Применение 3D-печати в аэрокосмической промышленности особенно выгодно, так как повышается эффективность деталей вследствие исключения ошибок при производстве и их вес. Уже подсчитана большая экономия при мелкосерийном производстве деталей летательных аппаратов с помощью аддитивных технологий.

Также большую популярность аддитивное производство получило и при изготовлении прототипов и инструментальной оснастки в автомобилестроении. Нельзя не упомянуть и распространение 3D-печати в медицине, где уже продолжительное время она используется для производства не только протезов, но и внутренних органов.

Однако, как и любая технология, аддитивное производство оказывает большое влияние на окружающую среду. В частности, каждая аддитивная технология потребляет абсолютно разное количество ресурсов. В результате проведенных исследований [3, с. 583, 585] было выяснено, какое влияние на окружающую среду оказывает использование каждой из вышеупомянутой технологии. На рисунке 3 показано распределение влияния на экологию при использовании аддитивной технологии SLS (Selective Laser Sintering) длительностью в один час с помощью метода ReCiPe Europe H/A.

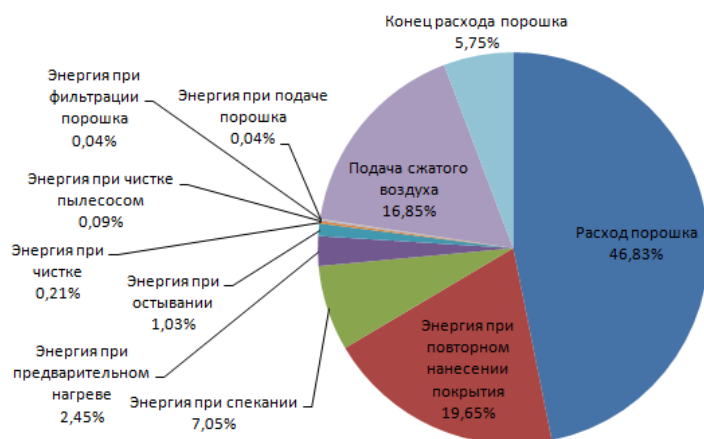


Рис. 3. Потребление ресурсов при применении технологии SLS

Как можно наблюдать, большое влияние при производстве с помощью аддитивных технологий оказывает используемый материал (почти 50%) и сильный расход электроэнергии.

Проект компании Atkins, проведенный в 2016 г. показал, что энергопотребление при аддитивном производстве намного превышает показатели при традиционном производстве (13,1 кг CO₂ на изделие против 1,9 кг). При большем потреблении электричества усиливается работа гидроэлектростанций (ГЭС) и теплоэлектростанций (ТЭС). Также велика концентрация выбросов вредных веществ в атмосферу при работе ТЭС. Электроэнергии при применении экологически чистых источников, таких как ветряных или солнечных электростанций, не будет хватать для правильной работы 3D-принтеров.

Также важно упомянуть материалы, применяющиеся при использовании 3D-печати. До сих пор, несмотря на возможность применения разнообразных исходных материалов, большая часть оборудования работает с полимерами и пластиком. Их утилизация представляет большую проблему, так как при сжигании распространяют токсичные вещества, а также не гниют и не разлагаются под влиянием

природных агентов. Однако уже сейчас идет работа над разработкой экологически чистых полимеров, которые можно перерабатывать и использовать вторично.

Стоит упомянуть и о положительном влиянии аддитивных технологий на окружающую среду. Как уже было указано выше, расходуется практически весь материал при производстве, а также снижается до нуля возможность совершения ошибки.

Таким образом, 3D-печать на сегодняшний день, несмотря на пользу для человека, также оказывает сильное влияние на окружающую среду путем большого потребления электроэнергии и использования неэкологичных материалов. Однако уже сейчас разрабатываются новые технологии и новые материалы, удовлетворяющие экологическим нормам.

Список литературы

1. Chapter 6: Innovating Clean Energy Technologies in Advanced Manufacturing | Additive Manufacturing Technology Assessment [Электронный ресурс]: Quadrennial Technology Review 2015 // U.S. Department of Energy. 2015. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/11/f27/QTR2015-6A-Additive%20Manufacturing.pdf> (дата обращения: 26.04.2018)
2. Аддитивное производство (Additive Manufacturing) [Электронный ресурс] // TAdviser – портал выбора технологий и поставщиков. 2016. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Аддитивное_производство_\(Additive_Manufacturing\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Аддитивное_производство_(Additive_Manufacturing)) (дата обращения: 26.04.2018)
3. Kellens K., Mertens R., Paraskevas D., Dewulf W., Duflou J.R. Environmental Impact of Additive Manufacturing Processes: Does AM Contribute to a More Sustainable Way of Part Manufacturing? [Электронный ресурс] / The 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering. 2017. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://ac.els-cdn.com/S2212827116313130/1-s2.0-S2212827116313130-main.pdf?_tid=ee4f5a4a-ea96-4492-8831-058fda1204c9&acdnat=1524813311_836a7a4c531506e7c7e36000c26211e0 (дата обращения: 26.04.2018)

НЕЙРО-НАУЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДОБРОВОЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Идрисов Н.И.

магистрант, Национальный исследовательский университет информационных технологий механики и оптики, Россия, г. Санкт-Петербург

Нейронные сети и генетический алгоритм были разработаны на основе явлений, обнаруженных в природе. Оба они широко используются для решения различных ресурсоемких задач. В сочетании они дают преимущества по сравнению с традиционными подходами. Основные исследования были сосредоточены на таких вопросах, как время или нейронные корреляты добровольного действия.

Ключевые слова: нейронные корреляты, добровольные действия, воспитания и развития, работа мозга человека.

Волеизъявление – это феноменологический опыт, что действие, обычно движение, является следствием воли. Несмотря на то, что философия давно интересуется свободой воли, намерением, получило первый статус в науке, когда рефлекторные контуры были изолированы в конце девятнадцатого века, прокладывая путь к различению нейронных основ для сознательных и бессознательных процессов. Более полувека прошло с тех пор, как обнаружили, что самостоятельным действиям предшествует тем самым ставя добровольное действие в эксперименталь-

ную повестку дня. За эти пятьдесят лет деятельность на местах значительно расширилась и позволила получить обширные знания о сетях, участвующих в преднамеренных действиях, а также о характере и сроках принятия решений и подготовительных процессах.

В когнитивной нейропсихологии модели действия обычно помещают преднамеренное действие на высший уровень управления движениями, и его положение остается в значительной степени вне рабочего места экспериментальной науки, так или иначе напоминающей о его классической трансцендентности. В этом отношении нейрокогнитивный подход остался гораздо ближе к рациональной империи Декарта, чем к детерминизму Спинозы. Клинические подходы сосредоточены на дефиците намерения и, таким образом, наблюдают последствия его отсутствия, т.е. в основном изучают ингибирующую сторону намерения. Вопрос о том, где и когда возникает воля, в значительной степени обошел фундаментальный вопрос о том, как она формируется.

В реальной жизни мы испытываем волю, когда решения должны приниматься перед альтернативным выбором, но это оказалось трудно перевести на экспериментальную установку. Движения рук, используемые, а также сгибы пальцев и запястий мало похожи на значимые действия, которые мы выполняем вне научных установок, и эти движения были добровольными только в очень ограниченном смысле и очень ограниченном масштабе времени.

Кроме того, были подняты более глубокие теоретические вопросы – возвращаясь к характеру добровольных действий. Утверждается, что добровольные действия имеют смысл только тогда, когда они осуществляются в значимом контексте субъектами, имеющими интересы, мотивы и причины. Эта критика подчеркивает важность экстра-нервных факторов в генерации и понимания поведения, а, следовательно, и в объяснении феномена Добровольческой деятельности. Это может создать серьезные препятствия для изучения добровольной деятельности с чисто нейробиологической точки зрения.

Можем ли мы преодолеть эти проблемы и изучить преднамеренные действия таким образом, чтобы признать сложность этого многогранного явления? Нужно ли нам пересматривать изменения в том, как мы их воспринимаем и исследуем? Что это будет означать для совокупности знаний, которые были получены за последние десятилетия?

В рамках этой темы мы стремимся представить сбалансированную картину исследований в области добровольной деятельности, выдвигая на первый план различные точки зрения: критические мнения, а также научные достижения, с особым акцентом на инновационные и более комплексные подходы. Мы приветствуем как теоретический, так и эмпирический (в том числе клинический) вклад нейропсихологии, философии и психологии, а также социологии и антропологии.

Нейронные сети могут быть обучены решать различные типы задач, такие как распознавание образов, аппроксимация функций, управление, фильтрация и многие другие. Поскольку требуются только обучающие выборки, фактическая взаимосвязь между входными и выходными данными не обязательно должна быть известна. Это преимущество для много применений, специально, когда отношение вход-выхода весьма сложно. Кроме того, нейронные сети могут обобщать и давать точные результаты для входных данных, которые не найдены в обучающем наборе выборок.

Прежде чем нейронная сеть может быть обучена, необходимо выбрать ее размер (сколько нейронов), топологию (как они связаны), скорость обучения (скорость алгоритма обратного распространения) и несколько других параметров. Как правило, более сложные функции требуют больших нейронных сетей, состоящих из более нейронов и синапсов, чем для более простых функций. Если параметры выбраны неправильно, могут возникнуть две основные проблемы: недопустимая ошибка и переполнение.

Психология находится в разгаре такого изменения. Причина, по которой психология пережила так долго в ее нынешней ненаучной форме, – это человеческий мозг чрезвычайно сложный, что вынудило психологов сосредоточить свое внимание. Проблема с этим фокусом заключается в том, что является эффектом, а не причиной, в результате чего он не может привести к осмысленным, эмпирическим, фальсифицируемым теориям о причинах. На сегодняшний день сложность головного мозга была предотвращена видом проверки действительности и фальсифицируемости, которая определяет научные области.

Внимание к междисциплинарным исследованиям и даже выделение их в специальный тип исследовательской деятельности относится ко второй половине XX века, хотя обсуждение различных аспектов междисциплинарного взаимодействия традиционно привлекало исследователей науки, историков и философов науки. При этом рассматривались, прежде всего, два типа междисциплинарного взаимодействия: 1) взаимодействие между системами дисциплинарного знания в процессе функционирования наук, их интеграции и дифференциации; 2) взаимодействие исследователей в совместном изучении различных аспектов одного и того же объекта. В дальнейшем проблематика, связанная с первых типов междисциплинарности, практически полностью стала изучаться в рамках исследований по классификации науки и ее развития.

Сложившуюся ситуацию можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, фундаментальные исследования до сих пор слабо встроены в смежные прикладные научные области (психологию, педагогику) и сферы практической деятельности, в том числе и в образование. Большинство исследовательских вопросов фокусируется на специфичных экспериментально доказательных гипотезах, далеких от реальных проблем образования. Ученые продолжают концентрировать свое внимание на индивидуальности и изучают с помощью МРТ, ЭЭГ и хирургии мозг отдельного человека. Такая позиция объясняется стремлением нейронауки понять фундаментальные основания работы мозга и порождение им психического. В то же время это не означает, что совершаемые открытия лежат вне реальной жизни человека.

Список литературы

1. Даль, В.И. Толковый словарь типичного великорусского языка. 8-е изд. / В.И. Даль. – М.: Русский язык, 1981. – Т. 1. – А-З. – 699 с.
2. Дьяченко, М.И. Психологические проблемы готовности к деятельности / М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович. – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 176 с.
3. Жукова, В.Ф. Психолого-педагогический анализ категории «Психологическая готовность» / В.Ф. Жукова // Известия Томск. политехн. ун-та. – 2012. – Т. 320, № 6. – С. 117-121.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ «БАЗЫ ОТДЫХА»

Кириш А.В., Кириш П.В.

студентки группы ПИ-343д,
Уфимский государственный авиационный технический университет,
Россия, г. Кумертау

Кромина Л.А.

доцент кафедры АСУ,
Уфимский государственный авиационный технический университет,
Россия, г. Кумертау

В данной статье были представлены иерархические, локальные, глобальная, реляционная модели и модель отображения для создания базы данных «Базы отдыха».

Ключевые слова: база отдыха, модель, прокат, прибытие, база данных.

Цель функционирования организации «Базы отдыха» состоит в предоставлении населению услуг по проводимым там мероприятиям. Для эффективного достижения этой цели автоматизируется ряд функций (бизнес-процессов) на основе информационной системы, составной частью которой является проектируемая база данных.

Функция 1 «Прибытие/отбытие». Данная локальная проблемная область ориентирована на отдыхающих организации, поскольку при выполнении этой функции пользователи интересуют сведения, относящиеся к тем или иным отдыхающим.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Отдыхающий – код отдыхающего, ФИО отдыхающего, Категория путевка, Предприятие, Размещение.

Функция 2 «Прокат». Данная локальная проблемная область ориентирована на сотрудников и отдыхающих организации, поскольку при выполнении этой функции пользователи интересуют сведения, относящиеся к тем или иным прокатам.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Номер проката – НПП, Код инвентаря, Название инвентаря.

Кем выдано – Код сотрудника, ФИО.

Кому выдано – Код отдыхающего, ФИО

Принял – Код сотрудника, ФИО.

На первоначальном этапе на основе описательных моделей данных, полученных на предшествующих этапах проектирования для каждой автоматизируемой функции, строятся исходные концептуальные модели иерархического вида (рис. 1, 2) в графической форме.

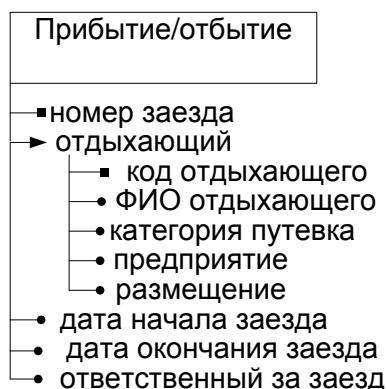


Рис. 1. Иерархическая модель функции 1 «Прибытие/отбытие»

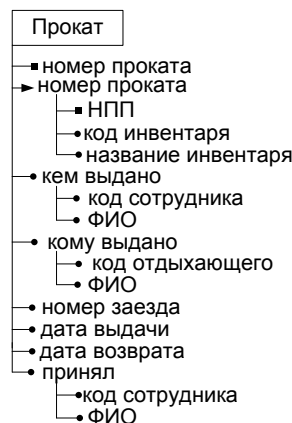


Рис. 2. Иерархическая модель функции 2 «Прокат»

Глобальная модель представляет собой совокупность локальных моделей, которые представлены на рисунках 3, 4.

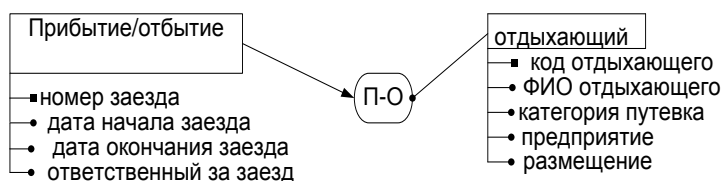


Рис. 3. Локальная модель функции 1 «Прибытие/отбытие»

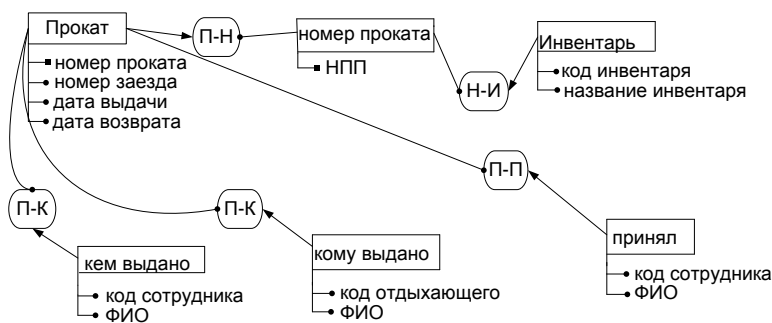


Рис. 4. Локальная модель функции 2 «Прокат»

В совокупности локальных ER-моделей выявляются эквивалентные сущности, категории сущностей, дублирование атрибутов и связей, устраняются избыточные атрибуты, выделяются отношения категоризации. После чего строится глобальная модель (рис. 5) – объединение локальных ER-моделей со связями типа «один ко многим».

Реляционная модель (таблица) представляет собой модель, в основе которой лежит совокупность таблиц, соединенных неявными связями. Она получается путем преобразования глобальной модели: сущности становятся таблицами, атрибуты – столбцами, экземпляры сущности – строками.

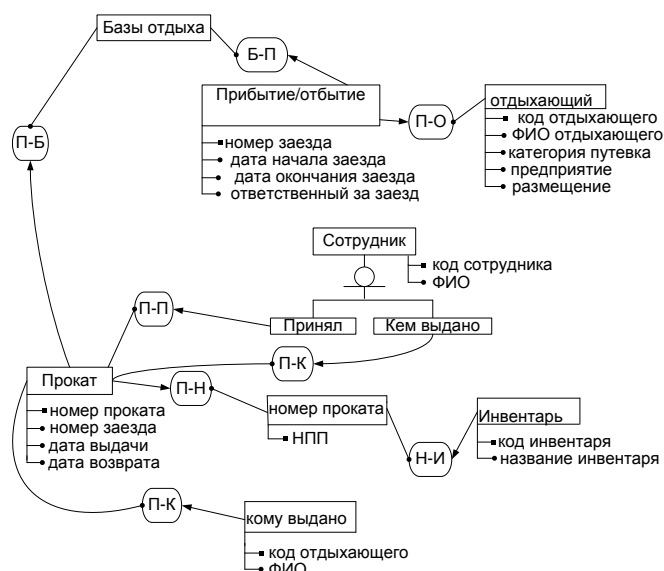


Рис. 5. Глобальная модель функций «Прибытие/отбытие» и «Прокат»

Таблица

Реляционная модель функций «Прибытие/отбытие» и «Прокат»

Сущности – таблицы		Атрибуты – столбцы		Ссылки – внешние ключи
1	Прибытие/отбытие	Номер заезда		
		Дата начала заезда		
		Дата окончания заезда		
		Ответственный за заезд		
2	Отдыхающий	Код отдыхающего		
		ФИО отдыхающего		
		Категория путевки		
		Предприятие		
		Размещение		
		Номер заезда	1	Номер заезда
3	Прокат	Номер проката		
		Номер заезда		
		Дата выдачи		
		Дата возврата		
		Код сотрудника (принял)	4	Код сотрудника (принял)
		Код сотрудника (кем выдано)	5	Код сотрудника (кем выдано)
		Код отдыхающего	6	Код отдыхающего
4	Принял	Код сотрудника		
		ФИО		
5	Кем выдано	Код сотрудника		
		ФИО		
6	Кому выдано	Код отдыхающего		
		ФИО		
7	Инвентарь	Код инвентаря		
		Название инвентаря		
8	Номер проката	НПП		
		Код инвентаря	7	Код инвентаря
		Номер проката	3	Номер проката
9	Базы отдыха	Номер заезда	1	Номер заезда
		Номер проката	3	Номер проката

В результате разработки моделей отображения (рис. 6, 7), связывающих глобальную реляционную модель с внешними иерархическими моделями, получены иерархии представлений, соответствующие внешним моделям.

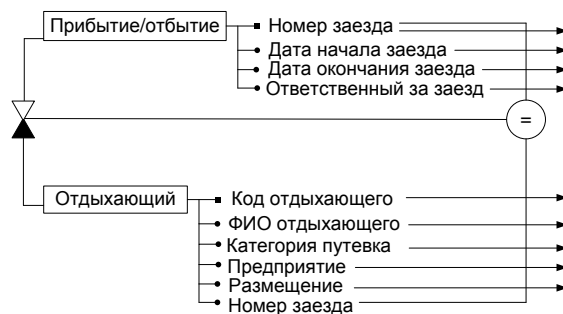


Рис. 6. Модель отображения функции 1 «Прибытие/отбытие»

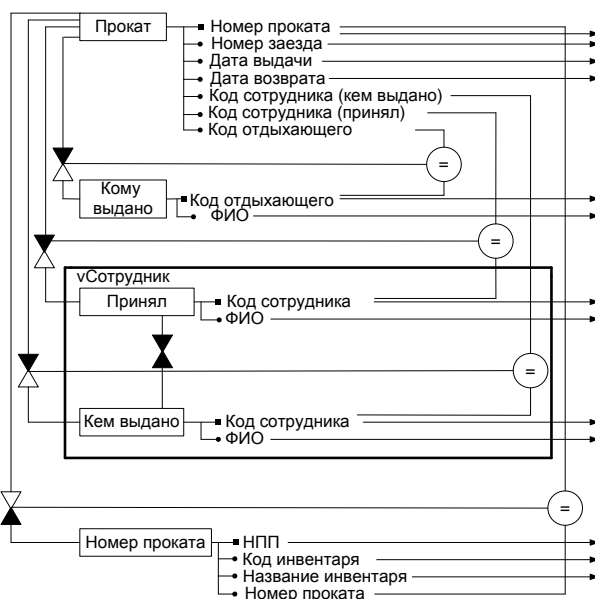


Рис. 7. Модель отображения функции 2 «Прокат»

В ходе проработки получена внутренняя структура отдельных представлений, входящих в состав иерархий, представляющая собой эквисоединение нормализованных таблиц внутренней реляционной модели.

Список литературы

1. Концептуальные модели баз данных. Локальные ER-модели: учебное пособие / [В. В. Миронов, Н. И. Юсупова]. – Уфа: УГАТУ, 2006 – 5 с.
2. Концептуальные модели баз данных. Глобальные ER-модели: учебное пособие / [В. В. Миронов, Н. И. Юсупова]. – Уфа: УГАТУ, 2006 – 30 с.
3. Концептуальные модели баз данных. Внешние модели данных: учебное пособие / [В. В. Миронов, Н. И. Юсупова] – Уфа: УГАТУ, 2006 – 33 с.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПТОВОЙ ТОРГОВЛИ

Кириш А.В., Кириш П.В.

студентки группы ПИ-343д,

Уфимский государственный авиационный технический университет,

Россия, г. Кумертау

Кромина Л.А.

доцент кафедры АСУ,

Уфимский государственный авиационный технический университет,

Россия, г. Кумертау

В данной статье были представлены иерархические, глобальная и реляционная модели для создания базы данных «Оптовая база».

Ключевые слова: оптовая база, модель, продажи, контракты, база данных.

В связи с большим оборотом товара на оптовой базе необходимо выполнить автоматизацию. Существующие программные средства дороги или не позволяют в полной мере удовлетворить потребности сотрудников базы, поэтому была разработана структура БД.

Цель функционирования организации «Оптовая база» состоит в предоставлении заключении контрактов по поставке товаров. База данных предназначена для хранения полного перечня поставщиков и заказчиков, перечня товаров, имеющихся на оптовой базе на данный момент, информации о поставках, также она предназначена для ведения работы по приему заявок от заказчиков и их осуществления и заключения контрактов. Для эффективного достижения этой цели, были разработаны концептуально-логические модели базы данных «Оптовая база» на основе двух функций: «Контракты» и «Продажи».

Функция 1 «Контракты». Локальная проблемная область этой функции связана с процессом заключения контрактов.

Данная локальная проблемная область ориентирована на заключение контрактов, поскольку при выполнении этой функции пользователей интересуют сведения, относящиеся к тем или иным контрактам.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Состав функции: рег номер контракта, дата заключения, кто заключил, поставщик, поставка в рамках контракта, условия контракта.

Состав однозначного агрегата «кто заключил»: код сотрудника, ФИО сотрудника, код должности, название должности.

Состав однозначного агрегата «поставщик»: код поставщика, название поставщика, код категории, название категории.

Состав множественного агрегата «поставка в рамках контракта»: рег номер поставки, дата/время поставки, товар в поставке, кто принял поставку.

Состав множественного агрегата «товар в поставке» агрегата «поставка в рамках контракта»: код товара, название товара, код категории, название категории, количество.

Состав однозначного агрегата «кто принял поставку» агрегата «поставка в рамках контракта»: код, ФИО.

Состав множественного агрегата «условия контракта»: нпп, код вида условия, название вида условия.

Функция 2 «Продажи». Локальная проблемная область этой функции связана с процессом продаж.

Данная локальная проблемная область ориентирована на продажи, поскольку при выполнении этой функции пользователей интересуют сведения, относящиеся к тем или иным продажам.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Состав функции: регистр номер продажи, дата продажи, время продажи, продавец, покупатель, товар в продаже.

Состав однозначного агрегата «продавец»: таб номер, ФИО.

Состав однозначного агрегата «покупатель»: код клиента, ФИО клиента, код организации, название организации, код категории, название категории.

Состав множественного агрегата «товар в продаже»: нпп, код товара, название товара, количество, стоимость за единицу.

На первоначальном этапе на основе описательных моделей данных, полученных на предшествующих этапах проектирования для каждой автоматизируемой функции, строятся исходные концептуальные модели иерархического вида (рис. 1, 2) в графической форме.

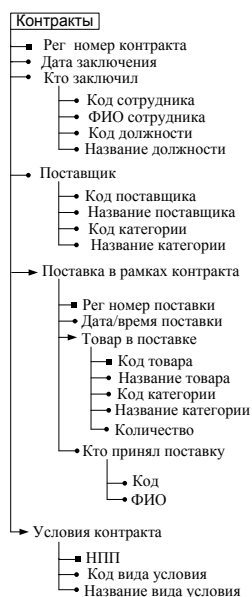


Рис. 1. Иерархическая модель функции 1 «Контракты»

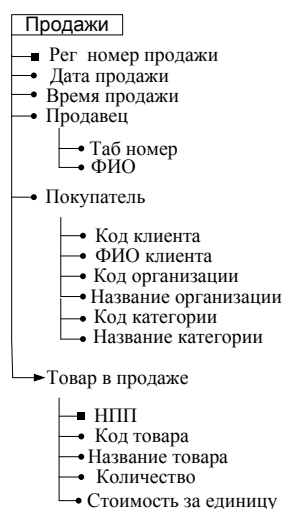


Рис. 2. Иерархическая модель функции 2 «Продажи»

Глобальная модель представляет собой совокупность локальных моделей.

В совокупности локальных ER-моделей выявляются эквивалентные сущности, категории сущностей, дублирование атрибутов и связей, устраняются избыточные атрибуты, выделяются отношения категоризации. После чего строится глобальная модель (рис. 3) – объединение локальных ER-моделей со связями типа «один ко многим».

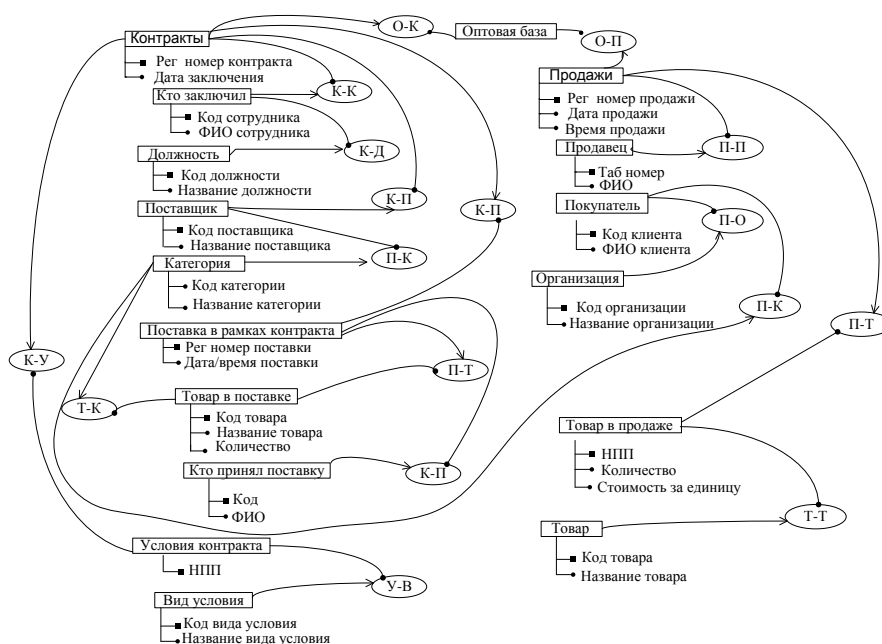


Рис. 3. Глобальная модель функций «Контракты» и «Продажи»

Реляционная модель (таблица) представляет собой модель, в основе которой лежит совокупность таблиц, соединенных неявными связями. Она получается путем преобразования глобальной модели: сущности становятся таблицами, атрибуты – столбцами, экземпляры сущности – строками.

Таблица

Реляционная модель функций «Контракты» и «Продажи»

Сущности – таблицы		Атрибуты – столбцы		Ссылки – внешние ключи
1	2	3	4	5
1	Контракты	Рег номер контракта		
		Дата заключения		
		Код поставщика	4	Код поставщика
		Код сотрудника	2	Код сотрудника
2	Кто заключил	Код сотрудника		
		ФИО сотрудника		
		Код должности	3	Код должности
3	Должность	Код должности		
		Название должности		
4	Поставщик	Код поставщика		
		Название поставщика		
		Код категории	5	Код категории
5	Категория	Код категории		
		Название категории		
6	Поставка в рамках контракта	Рег номер поставки		
		Дата/время поставки		
		Рег номер контракта	1	Рег номер контракта
		Код	8	Код
7	Товар в поставке	Код товара		
		Название товара		
		Количество		
		Код категории	5	Код категории
		Рег номер поставки	6	Рег номер поставки

Окончание табл.

1	2	3	4	5
8	Кто принял поставку	Код		
		ФИО		
9	Условия контракта	НПП		
		Код вида условия	10	Код вида условия
		Рег номер контракта	1	Рег номер контракта
10	Вид условия	Код вида условия		
		Название вида условия		
11	Продажи	Рег номер продажи		
		Дата продажи		
		Время продажи		
		Таб номер	12	Таб номер
12	Продавец	Таб номер		
		ФИО		
13	Покупатель	Код клиента		
		ФИО клиента		
		Код организации	14	Код организации
		Код категории	5	Код категории
14	Организация	Код организации		
		Название организации		
15	Товар в продаже	НПП		
		Количество		
		Стоимость за единицу		
		Рег номер продажи	11	Рег номер продажи
		Код товара	16	Код товара
16	Товар	Код товара		
		Название товара		
17	Оптовая база	Рег номер контракта	1	Рег номер контракта
		Рег номер продажи	11	Рег номер продажи

Таким образом, данные модели помогут автоматизировать процессы продаж и заключения контрактов в торговой сфере.

Список литературы

1. Концептуальные модели баз данных. ЛокальныеER-модели: учебное пособие / [В. В. Миронов, Н. И. Юсупова] – Уфа: УГАТУ, 2006 – 5 с.
2. Концептуальные модели баз данных. ГлобальныеER-модели: учебное пособие / [В. В. Миронов, Н. И. Юсупова] – Уфа: УГАТУ, 2006 – 30 с.
3. Концептуальные модели баз данных. Внешние модели данных: учебное пособие / [В. В. Миронов, Н. И. Юсупова] – Уфа: УГАТУ, 2006 – 33 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМ МАССОВЫХ ОТКРЫТЫХ ОНЛАЙН-КУРСОВ В ОБРАЗОВАНИИ

Красовская Л.В.

доцент кафедры информатики, естественнонаучных
дисциплин и методик преподавания, канд. техн. наук, доцент,
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, г. Белгород

Лукин И.А.

магистрант кафедры информатики,
естественнонаучных дисциплин и методик преподавания,
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, г. Белгород

В статье обосновывается выбор платформы для онлайн курса в рамках открытого дистанционного образования. Для этого рассмотрим некоторые существующие платформы, изучим их особенности, проанализировать их применение на практике, сравнить между собой и сделаем выводы.

Ключевые слова: дистанционное образование, онлайн курс, платформа, информационные технологии.

Ежегодно огромное количество абитуриентов не имеют возможности учиться в желаемых вузах в силу различных причин. Из-за сложных экономических условий многие студенты не могут уделять всё своё время лишь учёбе и вынуждены совмещать её с работой, пропуская занятия и не получая нужный им материал. Эти и многие другие проблемы современного общества, связанные с обучением, можно решить путем развития систем дистанционного образования (СДО). «В начале третьего тысячелетия происходит переход от индустриального к информационному обществу, в котором знания и информация становятся основными производительными силами. В информационном обществе существенным образом изменяется стратегия образования, причем важнейшей его чертой является широкое использование информационных технологий» [1]. Эти информационные и телекоммуникационные технологии и становятся базой СДО.

С развитием сети Internet эволюционирует и система образования. Всё большее количество людей отдают предпочтение обучению на расстоянии. «Всего в мире электронно обучаются более 100 млн человек, и многие аналитики уверенно предсказывают дальнейший рост этого сектора рынка образовательных услуг» [2, 3]. Ведь дистанционное образование является удобным и доступным, а также вырабатывает в людях умение работать самостоятельно. Оно позволяет реализовать потребность в самообучении и постоянном личном самосовершенствовании под началом профессионала своего дела. Преподаватель при дистанционном образовании имеет возможность не только напрямую передать свои знания студентам, но и развить навыки самостоятельного приобретения и применения этих знаний, т.е. научить успешно осваивать материал и ориентироваться в потоке информации [4].

МООК (Массовый Открытый Онлайн Курс) – одна из технологий дистанционного образования, представляет из себя совокупность видео- и аудиолекций, текстовых конспектов, домашних заданий, а также интерактивного общения препода-

вателей и студентов посредством форумов. Немаловажным плюсом MOOK курсов является то, что они совершенно бесплатны, а значит, любой человек, желающий открыть для себя новые области знания, может без проблем ими воспользоваться в любое удобное время и в любом месте. Преподаватели высших учебных заведений всё больше стараются распространять результаты личных достижений посредством инновационной деятельности, которая способствует повышению конкурентоспособности образовательного учреждения путем создания и использования научно-технических новшеств. То есть высшее учебное заведение должно разработать программу реализации онлайн образования. ВУЗы по всему миру объединяются с онлайн-площадками для создания качественного образовательного контента на базе соответствующей платформы. Белгородский государственный национальный исследовательский университет активно развивается и использует современные технологии. БелГУ развивает дополнительное профессиональное образование во многих областях знаний. Однако эти курсы служат лишь дополнением к очному обучению, они предполагают постоянное участие преподавателя и взаимодействие его со студентами. А сейчас дистанционное образование имеет больше перспектив, поэтому большинство обучающих материалов портала переводятся в формат MOOK.

Когда учебное заведение принимает решение запустить массовый открытый онлайн-курс, оно должно в первую очередь определиться с выбором платформы. Платформ для MOOK в настоящее время существует очень много и большинство из них англоязычные. Однако для российских ВУЗов, актуальнее, конечно, использовать русскоязычные платформы. Самые популярные из них это Лекториум и Открытое образование.

Лекториум – просветительский проект, который создаёт авторские учебные материалы в формате открытых онлайн курсов и имеет крупнейшую образовательную медиатеку обучающего видео. Сейчас она является одной из самых масштабных в русскоязычном интернете и содержит более четырех тысяч видеороликов. Этот проект помогает ВУЗам организовать процесс видеосъёмки, монтажа и размещением видеолекций. «Лекториум использует платформу Open edX с открытым исходным кодом для размещения материалов курсов». Большинство из них связаны с компьютерными технологиями.

Открытое образование – образовательная платформа, которая предлагает обучающие курсы по базовым предметам университетов. Платформа была создана ассоциацией "Национальная платформа открытого образования", которая была учреждена ведущими учебными заведениями России.

Обе эти платформы предоставляют обучающий материал на русском языке, с успехом развиваются благодаря партнерству с ведущими учебными учреждениями России. Белгородский государственный университет сотрудничает с обеими платформами. Обе платформы имеют как достоинства, так и недостатки, которые разными ВУЗами могут быть оценены по-разному. Однако для БелГУ главным решающим критерием становится возможность получения студентами сертификатов, подтвержденных самим университетом, ведь это повысит его привлекательность, будет являться дополнительным стимулом к прохождению курса и расширит географию студентов. А возможность получения сертификата даёт Открытое Образование, поэтому большинство существующих онлайн-курсов размещаются именно на этой платформе.

В данной статье была рассмотрена актуальная на сегодняшний день тема дистанционного образования. При выборе платформы, на базе которой будет стро-

иться курс, необходимо отталкиваться от темы курса и от его содержания. Для внедрения в образовательный процесс рекомендуется выбирать дистанционные курсы, реализуемые на платформе «Открытое образование», так как они охватывают большее количество дисциплин, имеют более узкую специализацию, дают возможность получения сертификатов и их можно перезачесть в любом университете.

Список литературы

1. Сагиндыкова А.С., Тугамбекова М.А. Актуальность дистанционного образования. Молодой ученый. – 2015. №20. 495-498 с.
2. Склатер Н. Электронное образование в облаке [Электронный ресурс]. Международный журнал по проблемам систем управления виртуальным и индивидуальным обучением. 2010. URL: www.distance-learning.ru
3. Министерство образования и науки Российской Федерации. Программа развития электронного обучения на 2014-2020 гг.
4. Голышева М., Диденко А. В., Власова М.В. Асадуллина Л.И. E-learning и дистанционное образование в России и за рубежом: проблемы и пути решения // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2011. (11). 46 с.

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА

Курень С.Г.

доцент кафедры «Сервис и техническая эксплуатация автотранспортных средств»,
канд. техн. наук, доцент, Донской государственный технический университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Рябых Г.Ю.

профессор кафедры «Прикладная математика», канд. физ.-мат. наук, доцент,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Жеребятников И.А., Чистяков Д.А.

студенты факультета «Транспорт, сервис и эксплуатация»,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассмотрен вклад автомобильного транспорта в общее загрязнение атмосферного воздуха в Ростовской области и в городе Ростове-на-Дону за последние годы. Снижение негативного воздействия автотранспорта на состояние приземного слоя атмосферы путём применения предложенных математических моделей для описания и прогнозирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Ключевые слова: выбросы загрязняющих веществ, автотранспорт, двигатель внутреннего сгорания, загрязнение приземного слоя атмосферы, математические модели в экологии.

Анализируя официальные данные по экологии Ростовской области [1], получили, что в 2009 году доля от автомобильного транспорта в общем объёме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города Ростова-на-Дону составила 92,7%, а в 2016 году – 93,1%. По Ростовской области в 2009 году эта доля составляла 55,6%, а в 2016 году – 93,1%. В городе насыщение автомобильного парка подержанными автомобилями иностранного производства шло интенсивно уже в 90-е годы прошлого века, а после 2005 года прирост автопарка несколько замедлился, качество ввозимых автомобилей улучшилось. Этому способствовало соответствующее по-

становление правительства РФ [2], ограничившее ввоз в страну автомобилей с не-надлежащими экологическими характеристиками.

Обозначенная проблема привела нас к необходимости разработки способов прогнозирования экологической ситуации на основе математического моделирования [3].

Путем математического моделирования построены и проверены на адекватность модели загрязнения атмосферы [4-6]. Для выбросов от автотранспорта разработана логистическая модель, а для выбросов от стационарных источников разработана модель комменсального типа.

Для реальных условий загрязнения воздуха выбросами от автотранспорта простейшей функцией, является зависимость, предложенная Ферхюльстом. Используя её, на основе логистического уравнения была построена математическая модель роста загрязнений. Расчет проведён в математическом пакете Mathcad. Для аппроксимации исходных данных использовали функцию, описывающую логистическую модель. Относительная погрешность составляет 2,2%.



Рис. Диаграмма выбросов загрязняющих веществ в г. Ростове-на-Дону

Математическое моделирование процесса загрязнения воздуха на основе модели комменсального типа привело к построению другой модели взаимодействия загрязнения с окружающей средой. В этой модели с двумя параметрами, каждый из которых положительно влияет на рост другого, учтена скорость изменения выброшенных и уловленных загрязнений и взаимодействия между ними. Относительная погрешность данной модели не более 9%.

Для разработанных математических моделей созданы компьютерные программы (внешнее и внутреннее моделирование) процессов загрязнения окружающей среды этиологии различного типа.

Проведённая математическая обработка статистических данных по загрязнению воздуха в городе Ростове-на-Дону и Ростовской области выбросами загрязняющих веществ от автотранспорта и от стационарных источников позволила разработать для выбросов от автотранспорта – логистическую модель, а для выбросов от стационарных источников – модель комменсального типа. Обе модели проверены на адекватность и рекомендованы к применению.

Список литературы

1. <http://минприроды.рф/state-of-the-environment/ekologicheskii-vestnik/>
2. Постановление правительства РФ от 12 октября 2005 г. № 609 «Об утверждении специального технического регламента «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ», 21 октября 2005 г., Российская газета – Федеральный выпуск №3906 (0).
3. Романов М.Ф. Математические модели в экологии / М.Ф. Романов, М.П. Федоров. – Спб.: «Иван Федоров», 2003. – 240 с.
4. Курень С.Г., Николенко Г.В., Мул А.П., Рябых, Г.Ю., Валявин В.Ю., Сокол Н. А. Моделирование процессов загрязнения воздуха. Известия высших учебных заведений. Сев.-Кав. регион. Серия: Естеств. науки. – 2014. – № 4(182). С. 78-81.
5. Зубарева Е.Г., Курень С.Г., Юртаев А.А. Экологический мониторинг токсичности отработавших газов автомобилей в ЮФО / Инженерный вестник Дона, №1 (2018); ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4642
6. Курень С.Г., Рябых Г.Ю., Николенко Г.В., Литвин А.В. Математическая обработка данных по загрязнению атмосферы / Динамика технических систем. – Сборник трудов XII международной научно-технической конференции. Ростов н/Д, 2016. С. 359-362.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЛИНИЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФБГНУ «ЕРШОВСКАЯ ОСОЗ НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

Лунатова А.А.

студентка пятого курса Б-ППР,
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
Россия, г. Саратов

Садыгова М.К.

профессор кафедры «Технологии продуктов питания», д.т.н.,
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
Россия, г. Саратов

Сергеев В.В.

ведущий научный сотрудник, к.с.-х.н.,
Ершовская ОСОЗ НИИСХ Юго-Востока, Россия, Саратовская обл., г. Ершов

В статье рассматривается проблема качества зерна пшеницы в засушливых условиях левобережья Саратовской области. Исследованы технологические свойства зерна яровой мягкой пшеницы селекции ФБГНУ «Ершовская ОСОЗ НИИСХ Юго-Востока». Обосновано на основании полученных экспериментальных данных по комплексу показателей качества зерна, муки и хлеба из Ершовская 17-15, что генетический потенциал перспективной селекционной линии положительно повлиял на формирование белкового комплекса зерна, улучшение реологических свойств теста, объемный выход хлеба и общую хлебопекарную оценку.

Ключевые слова: генетический потенциал, объемный выход хлеба, селекционная линия, хлебопекарная оценка, методика Госкомиссии.

Проблема формирования качества зерна повышенной пищевой ценности, продуктов его переработки, в первую очередь хлебобулочных изделий, является актуальной, направленной на обеспечение продовольственной безопасности России [1]. Вместе с тем, существует устойчивая тенденция к понижению технологических свойств зерновых ресурсов, выражающаяся в снижении производства пше-

ницы высших классов и увеличении в валовом сборе доли зерна 4-го и 5-го классов [2].

Саратовское Левобережье издавна является традиционной зоной выращивания яровой пшеницы в степном Поволжье. Специфические биоклиматические ресурсы зоны, отличающиеся некоторым дефицитом влаги при высоких температурах воздуха, хорошим плодородием почв, способствуют получению стабильно высоких показателей качества зерна. В последнее десятилетие в связи с повышением засушливости летнего периода, вызвавшим смещение зернового производства региона в пользу озимых зерновых культур, роль яровой пшеницы незаслуженно снижается. Однако почвенные и климатические условия не всегда благоприятны для формирования зерна с высокими хлебопекарными и технологическими свойствами. Поэтому здесь очень важно расширение посевов высококачественных сортов сильной и ценной пшеницы, устойчивых к стрессовым факторам внешней среды, с высоким потенциалом продуктивности и качества.

Цель исследования: сравнительная оценка технологических свойств зерна яровой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Ершовская ОСОЗ НИИСХ Юго-Востока». Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: провести сравнительную оценку технологических показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Ершовская ОСОЗ НИИСХ Юго-Востока»; выделить лучшие для использования в селекционных программах и в технологи производства хлебобулочных изделий.

Исследования проводились в лаборатории селекции и семеноводства яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Ершовская ОСОЗ НИИСХ Юго-Востока», в лаборатории качества зерна ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока, в лаборатории по теххимическому контролю качества сырья и готовой продукции кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. Для проведения исследований использовали зерно яровой мягкой пшеницы по ГОСТ Р 52554-2006 следующие сорта:

- Образец 1 – линия Ершовская 17-15;
- Образец 2 – сорт Ершовская 36;
- Образец 3 – сорт Прохоровка (стандарт).

Сорта изучали по типу экологического сортоиспытания в четырёхкратной полевой повторности. Предшественник – чёрный пар. Учётная площадь делянки составила 20 м². Отбор образцов и выделение навесок осуществляли по ГОСТ 13586.3-83; влажность зерна определяли по ГОСТ 13586.5-93; натуру по ГОСТ Р 54895-2012; массу 1000 зерен по ГОСТ 10842-89; стекловидность по ГОСТ 10987-76; количество и качество клейковины по ГОСТ Р 54478-2011; число падения по ГОСТ 27676-88 на приборе ПЧП; хлебопекарную оценку сортов пшеницы проводили методом лабораторной выпечки из 100 г муки с улучшителями и интенсивным замесом, рекомендованную Госкомиссией по сортоиспытанию [3].

В исследованиях многих ученых по изучению качества зерна большого количества сортов пшеницы, было доказано, что параметры качества зерна у отдельных сортов контролируются генетически и устойчиво проявляются по годам. Погодные условия вегетационного периода 2017 г. были благоприятными для налива зерна пшеницы, следует отметить, что перспективная селекционная линия Ершовская 17-15 имеет натуру на 38 г/л больше, чем у сорта Прохоровка (стандарт) (таблица). На этот показатель повлиял и показатель массы 1000 зерен, у перспективной

селекционной линии Ершовская 17-15 масса 1000 зерен выше на 13,5%, чем у сорта Прохоровка и на 6,5% выше, чем у сорта Ершовская 36.

Таблица

Показатели качества зерна яровой мягкой пшеницы

Наименование показателей качества	Ершовская 17-15			Ершовская 36			Прохоровка		
	повторности			повторности			повторности		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Влажность, %	9,8	9,8	9,7	9,7	9,8	9,9	9,7	10,1	9,6
Масса 1000 зерен, г	36,0	36,1	35,9	33,5	34,3	33,8	32,5	31,1	31,5
Натура зерна, г/л	802	803	802	787	787	789	764	762	765
Стекловидность, %	98	96	95	95	95	95	94	96	94
Содержание сырой клейковины, %	31,2	30,8	30,4	23,2	22,0	21,6	22,8	23,6	23,2
Качество сырой клейковины, ед. ИДК	92	92	91	78	77	77	82	88	82
Число падения, с	405	411	409	405	400	413	389	423	393
Выход муки %	58,9	57,8	58,9	56,7	56,7	56,7	50,5	49,5	50,0

Поэтому и выход муки у перспективной селекционной линии Ершовская 17-15 выше на 6,7% по сравнению с сортом Ершовская 36 и на 8,5% выше, чем у сорта Прохоровка (рис. 1, 2).

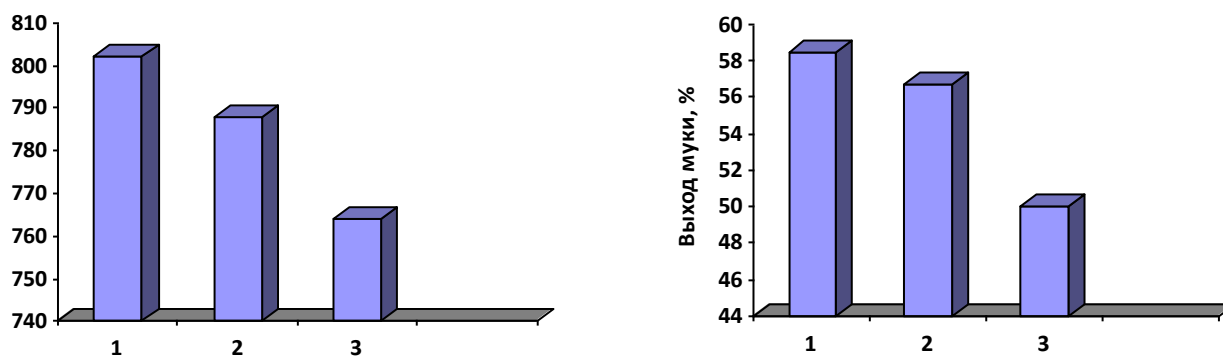


Рис. 1. Натура зерна пшеницы (2017 г) и выход муки по сортам:
1 – Ершовская 17-15; 2- Ершовская 36; 3 – Прохоровка

Важное достоинство зерна пшеницы в сравнении с другими зерновыми культурами состоит в способности образовывать белковый студень – клейковину, содержание и физические свойства которой обеспечивают возможность приготовления хорошо усвояемого высококачественного хлеба [4]. Способность к формированию наибольшего количества клейковины проявилась у перспективной селекционной линии Ершовская 17-15 (30,8-37,7%). Большое значение в улучшении качества клейковины имеют генетически обоснованные сортовые особенности. Согласно стандартам, в зерне сильных пшениц должно содержаться не менее 28% сырой клейковины, по качеству она должна быть не ниже первой группы. По выходу сырой клейковины исследуемые сорта различаются, линия Ершовская 17-15 соответствует норме сильной пшеницы (30,3-37,7%). Что касается качества клейковины, то здесь следует отметить, что все исследуемые сорта можно отнести к хорошему филлеру (улучшителю) (рис. 2).

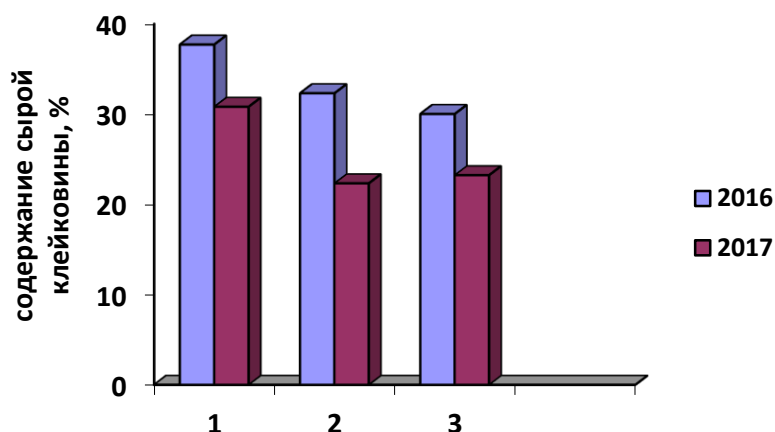


Рис. 2. Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы по сортам:
1 – Ершовская 17-15; 2- Ершовская 36; 3 – Прохоровка

По результатам лабораторной выпечки нормируемые показатели в соответствии с классификацией Госкомиссии по сортоиспытанию – объем хлеба и общая оценка хлеба. У всех изучаемых сортов отмечался относительно стабильный объёмный выход хлеба. Сорта по этому показателю в среднем за два года исследований отвечали требованиям сильных пшениц (570-690 см³).

На основании полученных экспериментальных данных по комплексу показателей качества зерна, муки и хлеба из Ершовская 17-15 можно сделать вывод, что генетический потенциал перспективной селекционной линии положительно повлиял на формирование белкового комплекса зерна, улучшение реологических свойств теста, объемный выход хлеба и общую хлебопекарную оценку. По результатам анализов, у перспективной селекционной линии Ершовская 17-15 показатели оцениваются по продовольственной ценности на 5 баллов.

Список литературы

1. Бабарыкин Е. В., Дудко М. А., Сокол Н. В. Исследование технологических и хлебопекарных свойств зерна пшеницы, обработанного биологическим препаратом нового поколения // Молодой ученый. – 2015. – №10. – С. 153-156. – URL <https://moluch.ru/archive/90/18656/> (дата обращения: 28.02.2018).
2. Мелешкина, Е.П. Современные аспекты качества зерна пшеницы/ Е.П. Мелешкина//Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – №3. – С.4-7.
3. Оценка хлебопекарных свойств образцов мягкой пшеницы, ржи и тритикале. Методические указания. Всесоюзный НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова (ВИР). 1985.- 30 с.
4. Летяго, Ю.А. Разработка перспективных методов формирования качества муки из сортов мягкой пшеницы Северного Зауралья для хлебопекарного производства: дисс...к.с.-х.н. по специальности 05.18.01/ Ю.А. Летяго. – Тюмень, 2016. – 135 с.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Мухиддинов М.М.

магистрант, Национальный исследовательский университет информационных технологий механики и оптики, Россия, г. Санкт-Петербург

В нынешнем мире, электроснабжение бытовых и прочих потребителей в основном производится от электростанций, которые расположены рядом или на больших расстояниях. Однако, ввиду географического месторасположения и изолированности, не все регионы и потребители могут быть взяты централизованным энергоснабжением. Зоны, которые указаны выше, обычно ощущают нехватку энергии. В данной статье анализируется то, что решение проблем, связанных с обеспечением людей горячей водой и теплоты в домах, которые находятся далеко от централизованного энергоснабжения может стать солнечная энергия, которую мы используем для предоставления индивидуального отопления и горячего водоснабжения.

Ключевые слова: солнечная энергия, горячее водоснабжение, индивидуальное отопление, использование энергии солнца.

Ещё в начальной школе на уроках природоведения нам рассказывают о полезных ископаемых, добываемых в мире, и о том, что с каждым годом объемы этих ресурсов уменьшаются. Человек нецелесообразно использует природные богатства (газ, свет, воду), не задумываясь о последующих поколениях. Учёные мира предупреждают, что проблема сокращения полезных ископаемых – одна из самых глобальных проблем современного мира. И, конечно же, ежегодно на различных саммитах и конгрессах рассматривается поиск альтернативных путей выхода из сложившейся ситуации. Рост цен на коммунальные обслуживания (отопление, горячее водоснабжение, свет) обуславливает поиск решения проблемы. Человек задумывается об экономии средств, поэтому в последнее время увеличилось требование на возможные источники энергии, основанные на использовании энергии солнца, ветра и воды.

Применение электроэнергии представляется в любом случае обязательным условием существования и развития современного человеческого общества. Факт качественного и постоянного энергообеспечения является обязательным условием гармоничного жизне существования человека на земле, довольства большинства его нужды, а также совершенствование качества и долголетие населения. Помимо того, энергетика является фундаментом развития большей части отраслей промышленности и экономики [3].

Нетрудно догадаться, что, используя энергию Солнца, можно увеличить качество жизни людей. За определенный период времени, пока светит солнце, можно будет нагревать воду до 60-90 градусов Цельсия, и в дальнейшем использовать эту горячую воду для отопления своего дома или же для других нужд.

Основное достоинство солнечного концентратора (рефлектора) в том, что он может достигать более высоких КПД (Коэффициент полезного действия), фокусируя высокую плотность солнечной Параболоидные концентраторы способны повысить температуру различных адсорбентов и рабочих растворов. Наибольшая концентрация и температурный показатель, достижимые на практике, зависят от размера диафрагмы (области перехвата солнечного излучения), отражающей способностью и точности глади контура, а также от уровня приближения концентратора к достоверной параболоидной геометрии. Параболоидные концентраторы эксплуа-

тируются для различных процессов: от приготовления пищи и перемещения помпы, приводимого горячим воздухом для поднятия воды, до формирования энергии для космического корабля, сквозь управляемого паротурбинного электрического агрегата.

Полагается, что параболические тарелочные отражатели запрашивают условно трудных методов изготовления: ротационной вытяжки, формовки пластика или «нажим штампа». В нашем исследовании мы рассмотрим лёгкий, удобный и быстрый путь изготовления простого и сложного параболических концентраторов, берущего начало из ровного листа материала, представленного ниже.

Цель исследования состоит в рассмотрении и разработке системы приёмов и методов по добыванию солнечной энергии в труднодоступных районах земли и в солнечных климатических зонах.

Человек затрачивает очень много электроэнергии на зимнее отопление жилищ и промышленных зданий, на круглогодичное обеспечение горячего водоснабжения, что приводит к резкому снижению природных запасов. В этом случае нами рекомендуется использование солнечной энергии в тех районах, в которых это возможно сделать.

Установки с использованием солнечной энергии, нагревающие воды, существуют уже давно, поэтому новизна нашей работы состоит в том, что мы разрабатываем систему с применением установки, нагревающей воду быстрее и позволяющей сохранять температуру воды больший период времени.

В качестве примера климатической зоны для установки нашего оборудования мы возьмём климат Таджикистана (рисунок). Мы планируем создать и использовать установку именно в этой стране [2].

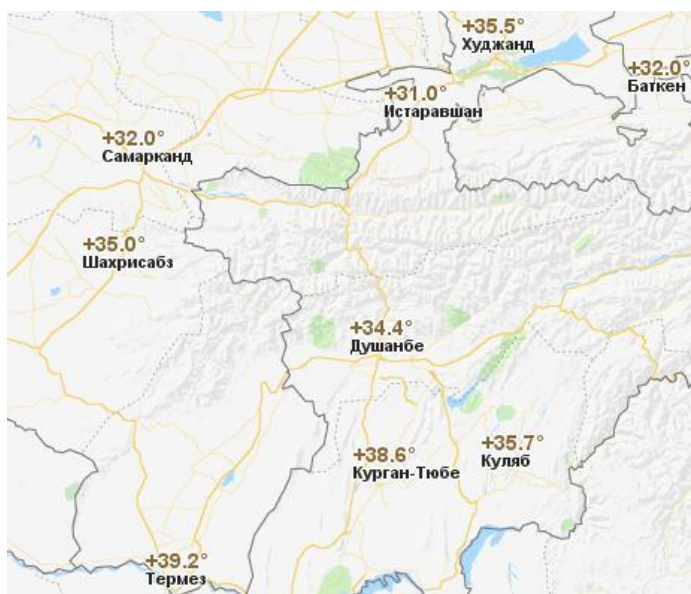


Рис. Погода в Таджикистане летом

Таджикистан – эта внутриконтинентальная страна, расположившаяся на границе субтропического климатического пояса. Величина температуры окружающего воздуха для Таджикистана достигает +27-+32°, а в Южном Таджикистане суточная амплитуда с августа по сентябрь может составлять 19-20°C. Засушливость характеризуется полным отсутствием осадков в длительный летний период. Несколько подпоясав различаются по термическим признакам в летний и зимний период. С умеренно мягкой зимой и жарким летом к поясу сухого климата относится Нижне-

кафирниганская и Вахшская долина, узкая пойменная часть долины реки Пяндж, долины рек Обитоир, Сурхоб, Яхсу. Средняя высота долины ограничивается 600м над уровнем моря. Для этих районов характерна устойчивая ясная, сухая, жаркая погода летом и неустойчивая – в холодный период года, когда выпадает основная масса осадков. Среднегодовая температура окружающей среды в долинах южного Таджикистана – +16-+17°C. Среднемесячная температура июля составляет +32°C, абсолютный максимум достигает +48°C (Нижний Пяндж). Лето очень жаркое, облачность почти отсутствует, суточные амплитуды незначительные. Для южных районов Нижнекафирниганской долины (Айвадж) характерна большая повторяемость пыльных бурь.

К поясу слабо влажного климата с очень жарким летом, мягкой зимой относится основная часть Гиссарской долины, предгорья юго-западного Таджикистан до 1250м и узкая полоса по среднему течению реки Пяндж от кишлака Иола до Калаи-Хумба. Здесь характерно продолжительное жаркое лето и теплая зима с неустойчивой погодой. Среднегодовая температура воздуха предгорий юго-западного Таджикистана – +14-+15°C, в Яванской долине – +17°C [4].

Среднемесячная температура января положительная, составляет +1°C. Самый жаркий летний месяц – июль, средняя температура составляет +26- +27°C. В Гиссарской долине часты грозы (май, июнь). В основном осадки носят ливневый характер, большой урон наносится посевам хлопчатника и садам. За этот период выпадает около 30% годовой суммы осадков. Для летнего периода характерна также мгла, средняя повторяемость до 20-25 дней в году. Для весеннего и осеннего периодов характерна довольно большая повторяемость заморозков [4].

К каждому квадратному метру поверхности падает приблизительно 1245 Вт солнечной энергии. К примеру, возьмем нижнее значение (с учетом отражения от самого солнечного коллектора). Итак, теплотворность нашего солнца 1000 Вт (или 3600 КДж/ч). Теплоемкость воды равна 4,2 Кдж/кг*град. Затем вспомним, за какое время электрочайник в 1,5 КВт мощности доводит 1,5 литра воды, которая в него находится, до закипания. За несколько минут. Но если мы увеличим объем емкости, соответственно и время, затраченное на кипячение воды, увеличится [1].

Мы не преследуем цель нагреть большое количество воды в единицу времени, наоборот, нам в каждую минуту времени надо нагреть 2-3 литра воды. Поэтому нагрев воды в нашей системе будет происходить по следующей схеме: относительно энергии солнца, мы быстро нагреваем 1-2 литра воды и сливаем ее в термос. Затем нагреваем очередную порцию и вновь сливаем в термос и т.д. А для собственных нужд мы применяем ее из термоса, то есть делаем проточный водонагреватель с увеличением результата его работы.

Такого типа схема заметно уменьшает требования по мощности именно нагревателя и в тоже время позволит иметь достаточно большой запас горячей воды в несколько десятков литров.

В течение 10-15 минут, когда светит солнце, мы получим около 200 Вт в час энергии от солнца, что эквивалентно 720 КДж. Это позволит нам нагреть примерно 4-5 литров воды до 50-60 градусов.

Чем меньше будет вместимость нашего нагревателя, тем результативнее он будет использовать солнечную энергию. Он будет умудряться выхватывать солнечное тепло, даже если оно будет светить всего несколько минут.

Сделать такой малоёмкий солнечный коллектор можно двумя путями. Первый – сделать очень ровный классический коллектор как можно большей площади.

К примеру, плотностью в 1-3 см всего и площадью в 1-1,5 кв. метра. Но его емкость будет около 20-40 литров, что не считается особо незначительным, а время, потраченное на нагрев, будет так же довольно долгим.

Второй вариант – сделать концентрирующий параболический солнечный коллектор примерно такой же площади и с емкостью 2-3 литра. При использовании такого коллектора вода будет нагреваться всего за 5-8 минут, то есть за полчаса солнечного дня мы можем нагреть ведро воды. Более того, такой концентрирующий коллектор способен собирать и рассеянную солнечную энергию, когда лучи рассеиваются дымкой и облаками.

Список литературы

1. Сайт "Энциклопедия Технологий и Методик" Патлах В.В. 1993-2007 гг. Автор: Константин Тимошенко. Источник: <http://delaysam.ru/> (Дата обращения: 27.03.2018).
2. Сайт «Погода для туристов», ссылка на материал: <https://pogoda.turtella.ru/Tajikistan/winter/> (Дата обращения: 15.02.2018).
3. Сайт «Мир знаний», статья «Состояние проблемы энергообеспечения обособленных потребителей в Российской Федерации». Источник: <http://mirznaniy.com/a/321971/sostoyanie-problemy-energoobespecheniya-obosoblennykh-potrebiteley-v-rossiyskoy-federatsii> (Дата обращения: 20.04.2018)
4. Рахмонов Х. С. Биология и ресурсы FERULA TADSHIKORUM M. PIMEN. В Южном Таджикистане. Диссертация кандидата сельскохозяйственных наук. Таджикский национальный университет. Душанбе, 2017.

ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАТОРА МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Новикова Г.М.

доцент кафедры информационных технологий, канд. техн. наук, доцент,
Российский университет дружбы народов, Россия, г. Москва

Бормусова А.Ю.

магистрант кафедры информационных технологий,
Российский университет дружбы народов, Россия, г. Москва

Рассмотрен подход к построению системы, генерирующей и воспроизводящей музыкальное произведение в режиме реального времени, показаны его структурные и процессные особенности.

Ключевые слова: система генерации, процессный подход, алгоритм, музыкальное произведение.

1. Введение

Вопрос об алгоритмизации музыки был впервые задан еще при формировании самой музыкальной теории. Выявлением правил построения музыкального произведения и законами гармонии, определением принципов построения аккомпанемента и правилами композиции, а также другими вопросами музыкальной теории занимаются сегодня не только профессиональные специалисты – музыковеды [1]. Эти вопросы с недавних пор стали предметом исследования специалистов в области информационных технологий и искусственного интеллекта. Возникший интерес связан с тем, что современный уровень информационных и интеллектуальных технологий, а также технические средства, воспроизводящие музыкальные

произведения, достигли такого уровня, что позволяют решать задачу создания и воспроизведения музыкального произведения в автоматическом или в автоматизированном режиме. С другой стороны, генерация музыкального произведения становится одной из актуальных задач в области искусственного интеллекта, поскольку созданное таким образом произведение может использоваться в различных предметных областях как инструмент интерпретации, имитации и передачи эмоций искусственного разума.

2. Структурные и процессные особенности музыкального произведения

Существует классический подход к генерации музыкального произведения (рис. 1).

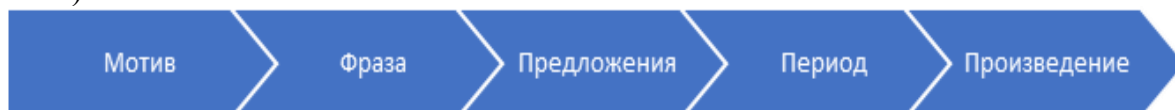


Рис. 1. Классический подход построения произведения

Базовым элементом в этом подходе является мотив – элементарная готовая последовательность нот, сформированная по определенному правилу [2]. Здесь важно подчеркнуть, что мотив, являясь сформированной последовательностью нот, уже хранится в базе данных генератора музыкального произведения.

Однако, процесс генерации музыкального произведения может идти по более сложной схеме, когда базовым элементом является единичная нота. В этом случае генерация музыкального произведения идет по схеме (рис. 2):

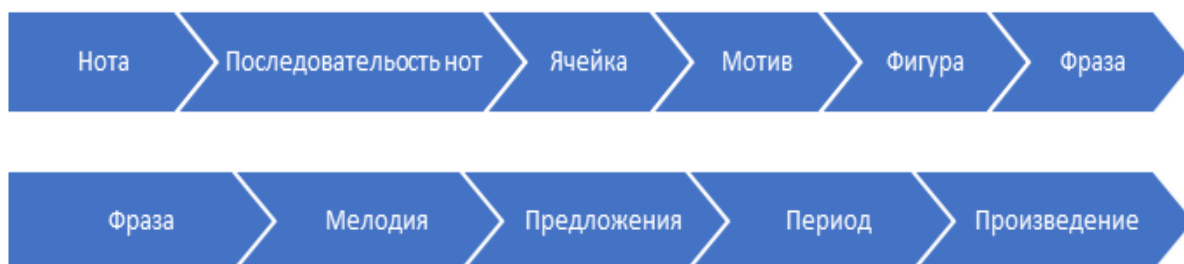


Рис. 2. Предлагаемый процессный подход к генерации музыкального произведения

Подробнее рассмотрим каждый элемент данной схемы:

Нота – минимальная единицы музыкального произведения.

Последовательность нот – музыкальная нотация, состоящая из двух и более нот.

Мотив – простейшая ритмическая единица мелодии, состоящая из короткой последовательности звуков, объединённой одним логическим акцентом и имеющей самостоятельное выразительное значение. Это звук или группа звуков, объединенная вокруг сильной доли [1].

Ячейка – маленькая ритмическая и мелодическая структура, которая может быть выделена, или может составлять одну часть тематического контекста. Ячейка в нашем случае отличается от рисунка или мотива.

Фигура – короткая музыкальная идея, представляющая собой последовательность из нот, которая часто повторяется. Характеризуется мелодической высотой, специфической гармонией и ритмической длительностью.

Фраза – закрытая в себя структура, которая является частью более крупной музыкальной структуры; подразделение музыкального метра, имеющее своё собственное музыкальное значение, состоящее из фигур, ячеек, более часто, мотивов,

Мелодия – наименьшая форма изложения темы (или ее части), которая в метрическом отношении исходит из четырех или восьми тактов [1].

Предложение – часть музыкального произведения, состоящая из двух и более мелодий до окончания одного периода.

Период в музыке – наименьшая законченная композиционная структура, выражающая более или менее завершенную музыкальную мысль. Период состоит из 3 предложений (мелодий).

3. Формирование структуры музыкального произведения

Формирование музыкального произведения может состоять из сочетания «периодов» [2], но может строиться по более сложной схеме, в которой используются разные формы сочетаний: «простая двухчастная форма» и «простая трехчастная форма». Помимо этого, нами также используются два варианта комбинации мотивов – простой и составной. Воспользуемся обозначениями классической музыкальной теории и обозначим каждый мотив, как А, В, С и так далее.

Структуру простого мотива можно представить следующим образом:

1. Второй мотив является видоизменением первого (А А');
2. Второй мотив построен независимо от первого (А В).

Структура составного мотива более сложная, чем простого мотива: просматривается заданная тональность и ее опорная нота (главная ступень), затем, выполняется полный трехэтапный алгоритм генерации мотива. Для предложений, состоящих из четырех мотивов, комбинаций будет значительно больше:

АА'А''А''' АА'А''В АА'ВВ' АВА'В' АА'ВС АВСВ' ABCD.

После того, как сгенерировано первое предложение, начинается генерация второго предложения. Второе предложение является модификацией первого, то есть АА' – каждый из мотивов модифицируется по отдельности и из них складывается предложение.

При построении музыкального произведения необходимо также применить гармонизацию мелодии и создать аккомпанемент. В решении задачи построения аккомпанемента также используется предлагаемый нами процессный подход (рис.2). Для гармонизации разработаны правила смены тональности, описание которых выходит за рамки статьи.

Помимо процесса построения каждого элемента данной структуры, были предложены модели построения пар данных структур, обобщений (правила гармонизации, построения второго голоса, правила повторения мотивов, аккомпанемента – на каждую структуру разработан собственный алгоритм компиляции музыкальной единицы).

Часто встречаются произведения, имеющую структуру, состоящую из трех периодов. Покажем предложенные нами некоторые структурные уточнения:

1. Период будет состоять из трех предложений;
2. Предложение состоит из двух мелодий;
3. Мелодия состоит из одной фразы;
4. Фраза состоит из двух фигур;
5. Фигура состоит из двух мотивов;
6. Мотив состоит из ячейки или последовательности нот;
7. Ячейка представляет собой единичный такт.

Подобная структура позволяет более точно задать характеристику, а также усложнить построение музыкального произведения. Данный метод позволит созда-

вать музыку, более похожую на классическое музыкальное произведение, без ошибочных мелизмов и вариаций.

4. Заключение

Рассмотренные структурные и процессные особенности легли в основу разрабатываемого генератора музыкальных произведений. Необходимо отметить, что пока система не самообучаема, а использует базу данных для создания произведения, количество таких произведений конечно. Однако имеется возможность использования различных комбинаций: количество основных мелодий, вариантов второго голоса, аккомпанемента, гармонизации, используемых инструментов. Эти комбинации могут задаваться и настраиваться в режиме реального времени. Также реализована программа создания и поддержки интерактивной среды, в котором непосредственно происходит настройка, генерация и воспроизведение музыкального произведения. В настоящее время на языке JAVA реализована первая версия системы, которая будет совершенствоваться как в направлении развития алгоритмов генерации, так и в расширении множества инструментальных средств, поддерживающих создание и воспроизведение музыкального произведения.

Список литературы

1. Вахромеева Т. Справочник по музыкальной грамоте и сольфеджио / Т. Вахромеева. – М.: Музыка, 2004. – 88 с.
2. Чубарьян А.С. Инкрементная генерация музыкальных произведений на основе динамических паттернов: дипл. работа (диссертация магистра математики). Южный федеральный университет. – Ростов н/Д., 2013.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОВЕДЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Обоймова Н.Т.

кандидат экономических наук, доцент, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, Россия, г. Шахты

Мельникова М.О.

студент четвертого курса, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, Россия, г. Шахты

Данная статья затрагивает тему использования инновационных технологий в проведении технического обследования объектов недвижимости. Особое внимание в статье уделено BIM-технологии. Также автор описывает инновационные технологии обследования инженерных систем объектов недвижимости.

Ключевые слова: инновационные технологии, техническое обследование, инженерные системы, объект недвижимости, BIM-технология, RVR-технологии.

В настоящее время с развитием технологий появляются различные инновационные технологии, касающиеся проведения технического обследования объектов недвижимости, в частности их инженерных систем [1].

На сегодняшний день в России начинает пользоваться большой популярностью технология информационного моделирования здания под названием BIM-технология. Данная технология позволяет получить информацию о состоянии объекта недвижимости при помощи трехмерной модели, которая создается посред-

ством лазерного сканирования [3]. На деле такая модель состоит из виртуальных элементов, которые есть в реальности и обладают при этом конкретными физическими свойствами. Технология BIM позволяет спроектировать здание и еще до начала строительства полностью просчитать и определить все процессы, которые будут в нем происходить.

Стоит отметить несомненный факт, что данная технология имеет целый ряд преимуществ. Самое первое и очевидное преимущество – это 3D-визуализация. Именно визуализация является самым распространенным способом использования технологии BIM. Это не только позволяет красиво подать проект заказчику, но и найти лучшие проектные решения взамен старых. Второе преимущество – централизованное хранение данных в модели, что позволяет эффективно и просто управлять изменениями. При внесении определенного изменения в проект, оно сразу отображается во всех представлениях: на планах этажей, фасаде или разрезах. Это также сильно повышает скорость создания проектной документации и снижает вероятность возникновения ошибки. Управление данными является еще одним преимуществом. Ведь далеко не вся информация, которая есть в BIM-модели, может быть представлена графически. Поэтому модель также содержит каталоги спецификации, с помощью которых определяются трудозатраты на создание проекта. Финансовые показатели тоже доступны в модели. Так, сметная стоимость проекта определяется сразу после внесения изменений в него. Очень важным преимуществом также является экономия средств. Внедрение BIM-технологии в проектирование позволит снизить финансовые расходы и существенно сократить срок ввода объекта [2]. По этой причине большинство строительных компаний пытаются использовать в своей практике современные методики информационного моделирования.

BIM – технология, позволяющая создать многомерную модель объекта строительства, которая будет содержать всю информацию о нем. При этом данная модель используется не только для строительства, но и для эксплуатации объекта. Не стоит считать, что BIM – это только графическая 3D-проекция, ведь это далеко не так. Спектр возможностей технологии очень широк. Информационное моделирование предполагает совершенно новый подход к созданию и управлению зданием, в котором будет учтено абсолютно все. Все это позволяет избегать возможных переделок в проектировании, сокращать расходы на строительство, а главное – экономить время. Впрочем, эта технология также требует финансовых затрат. Конечно, необходимо купить специальное программное обеспечение и оборудование для обучения. Но эти затраты в будущем компенсируются за счет снижения расходов на проектирование и организацию строительства здания.

Также стоит отметить, что в комплексном обследовании объекта недвижимости необходимо уделить внимание обследованию его инженерных систем. Развитию этой области тоже не стоит на месте и здесь появляются различные инновационные технологии. Примером таких технологий является RVR-технологии. Рассмотрим их более подробно ниже.

Новые технологии серии «RVR» используют эффект интенсивного комплексного воздействия на технологическое оборудование: химического и физического.

Также технологии серии «RVR» обеспечивают прочистку и промывку теплообменного оборудования от прикипевших пластических отложений (шлама, или-

сто-песчаных отложений, масел, консистентной смазки, сажи, нагара, углеводородных конгломератов), твердокристаллических отложений и кокса пирогаза.

Технологии серии «RVR» обеспечивают:

- прочистку и промывку теплообменного оборудования в большинстве случаев без демонтажа элементов системы и в любое время года;
- прочистку и промывку пластинчатых теплообменников безразборно;
- существенно сокращают продолжительность цикла очистки разборного и безразборного теплообменного оборудования за счет совмещения по времени процессов очистки внутренней полости от органических, коррозионных и твердокристаллических отложений и внешней полости охладителей от масляно-грязевых и пленочных отложений;
- реализацию безотходной технологии путем сепарации отработанных реагентов по фракциям и дальнейшего их использования в производственном процессе или утилизации;
- возможность выполнения работ не только на стационарном рабочем стенде, но и непосредственно на объекте [4].

Применение технологий серии RVR позволяет:

- продлить службу инженерных систем, т.к. в процессе очистки повреждение системы отсутствуют;
- обеспечить экологическую безопасность, так как применяются препараты, которые не содержат вредных фтор- хлор- и фосфорсодержащих соединений;
- препараты не токсичны, не имеют запаха, не загрязняют окружающую среду (период разложения наших препаратов, после того как они попадают в почву 18-24 суток, как у обыкновенной глюкозы);
- обеспечить обезжиривание, антикоррозийную, антистатическую, а также дезинфицирующую обработку очищаемых поверхностей;
- существенно сократить продолжительность процесса очистки за счет совмещения по времени процессов очистки внутренней и внешней полости оборудования.

Подытожим, что процесс проведения обследования объектов недвижимости подкрепился инновационными технологиями такими, как BIM-технология и RVR-технологии. Можно сделать вывод, что внедрение BIM позволило принимать правильные решения на стадиях жизненного цикла – от инвестиций до эксплуатации и даже сноса. RVR-технологии, в свою очередь, является действенным решением проблемы зарастания твердокристаллическими и органическими отложениями теплообменников, систем горячего водоснабжения, транспортных трубопроводов, позволяя восстановить должное состояние инженерных систем объекта недвижимости.

Список литературы

1. Оленьков, В.Д. Применение Автоматизация и диагностика технического состояния зданий и сооружений в процессе их эксплуатации/ В.Д. Оленьков, Д.С. Попов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – Челябинск: ЮУрГУ, 2012. – 82 с.
2. Лепеш, Г.В. Сервис – система технического обслуживания / Г.В Лепеш // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2015. – № 2(32). – С. 3-6.
3. Что такое технология BIM? Ее применение в строительстве // [FB.ru] URL: <http://fb.ru/article/324833/chto-takoe-tehnologiya-bim-ee-primenenie-v-stroitelstve> (Дата обращения: 09.04.2018).

4. RVR-технологии // [Комплексное обследование инженерных систем] URL: <http://ecomirt.ru/tehnologii/rvr-tehnologii> (Дата обращения: 09.04.2018).

5. Обоймова Н.Т. Исследование институциональных изменений вопросов предоставления жилищно-коммунальных услуг на территории муниципальных образований (по материалам Ростовской области)// Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2012. – № 1. С. 177-180.

ХАРАКТЕРИСТИКА АРГИЛЛИТОПОДОБНЫХ ГЛИН КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОЙ ЧЕРЕПИЦЫ И КЛИНКЕРНОЙ ПЛИТКИ

Орлова М.Е.

магистрант, Донской государственный технический университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Лапунова К.А.

доцент кафедры строительных материалы, канд. техн. наук, доцент,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Бовкун Т.В., Куницын В.К.

магистранты, Донской государственный технический университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Для производства керамической черепицы и клинкерной плитки рассмотрены общие характеристики аргиллитоподобных глин как возможное сырьё. Рассмотрен химико-минералогический состав и структурные особенности аргиллитоподобных глин.

Ключевые слова: аргиллитоподобная глина, аргиллит, минералы, черепица, клинкерная плитка, структура, керамика.

В последнее время увеличивается спрос на керамическую черепицу и клинкерную плитку. Однако для расширения производства этих строительных материалов остро стоит вопрос в поиске новых сырьевых ресурсов. Анализ сырьевой базы показал, что перспективным сырьём для производства керамической черепицы и клинкерной плитки являются малоиспользуемые на данный момент аргиллитоподобные глины. В дословном переводе этот термин обозначает: аргиллит с греческого «argillos» – глина, «lithos» – камень.

На сегодняшний день не существует четкого определения аргиллитоподобной глины. По своим свойствам она занимает промежуточное место между традиционными глинами и аргиллитами.

В нормативном документе, регламентирующем геологические работы по глинистому сырью, приведены следующие понятия:

– глины – несцементированные связные осадочные породы, которые при взаимодействии с водой образуют вязкую массу, способные сохранять приданную ей форму;

– аргиллиты – камнеподобные породы, по минералогическому составу не отличаются от глин. Не размокают в воде, образовались в результате уплотнения и эпигенеза глин;

– глинистые сланцы – твердые метаморфические глинистые породы, состоящие из мелких частиц различных минералов (гидролюид, хлорита, реликтов дру-

гих глинистых минералов, кварца, полевого шпата и других неглинистых минералов). Не размокают в воде.

Под термином «аргиллитоподобная глина» следует понимать плотную глинистую слабосцементированную осадочную слоистую горную породу, образованную в результате уплотнения глин. Также при взаимодействии с водой такая глина медленно расслаивается и распадается на мелкие отдельные части, способные при механическом воздействии диспергировать и образовывать пластичную или малопластичную массу. Термин «плохо размокающие в воде» обозначает медленный процесс размокания, глины размокают с помощью механического воздействия и многократного увлажнения, и высыхания [1-5].

Аргиллитоподобные глины обладают уникальными технологическими свойствами обусловлено это их генезисом, химико-минералогическим составом и структурными особенностями. Формирование глин происходит примерно на глубине 1000-3000 м при погружении первичных глинистых пород под воздействием высокого геостатического давления 20-50 МПа. Между частицами формируются переходные ионно-электростатические контакты, при этом более прочного типа фазовые контакты (цементационные) полностью ещё не сформировались [5-8]. При гидратации и механическом воздействии аргиллитоподобных глин, ионно-электростатические контакты преобразуются в точечные, после чего преобразуются в коагуляционные контакты разной степени пропорциональности.

Минералогический состав аргиллитоподобных глин разнообразен. Гидрослюдистые и гидрослюдисто-каолиновые разновидности пользуются наибольшим распространением в составе. Гидрослюдизация происходит под воздействием высоких температур и давления. Глинистые породы теряют пластичность полностью или частично, так как они литифицируются. Аргиллитоподобная глина в среднем представлена в большей мере гидрослюдами 50-70%, каолинитом 20-30%, хлоритом 5-15%, смешанные глинистые минералы присутствуют в небольшом количестве. Также в аргиллитоподобных глинах присутствуют такие минералы как кварц, полевые шпаты, слюды, опал, оксиды железа и целый ряд аксессуарных минералов. Глины обогащены углефицированным органическим веществом.

Химический состав аргиллитоподобных глин не отличается от гидрослюдистых и гидрослюдисто-каолиновых глин. Усреднённый химический состав характеризуется содержанием по массе: SiO_2 (52-64%), Al_2O_3 (15-24%), Fe_2O_3 (4-7%), CaO (5-7%), MgO (1-3%), K_2O (2,5-4%), Na_2O (1-2%). Особенности химического состава таких глин является повышенное содержания оксида алюминия, калия и магния в сравнении с суглинками [9].

Характерны ориентированные структуры для аргиллитоподобных глин. В такой структуре расположение чешуек глинистых минералов и слюд параллельны. Глины обладают скорлуповидной текстурой с характерными тонкоплитчатыми чешуйками. При попеременном увлажнении и высыхании происходит процесс диспергации на листоватые чешуйки.

На базе нашего университета, кафедры Строительных материалов, был изучен химический и минералогический состав аргиллитоподобных глин, разработан технологический процесс формообразования и обжига, налажен производственный процесс изготовления кирпича из аргиллитоподобных глин. На основе успешных проведенных исследований, мы рекомендуем использовать аргиллитоподобные глины для производства керамической черепицы и клинкерной плитки. Благодаря повышенному содержанию оксида алюминия расширяет интервал спекания, что

влияет на вязкость расплава и позволяет снизить деформации керамических изделий при обжиге. Все это позволяет рассматривать перспективность аргиллитоподобных глин как сырья для производства керамической черепицы и клинкерной плитки.

Список литературы

1. Концепция развития приоритетных направлений промышленности строительных материалов и строй индустрии на 2001-2005 годы П Строительные материалы. -2001. -№ 6. – С. 2-13.
2. Котляр В.Д., Козлов А.В., Котляр А.В., Терёхина Ю.В. Особенности камневидных глинистых пород Восточного Донбасса как сырья для производства стеновой керамики // Вестник МГСУ. 2014. № 10. С. 95-105.
3. Котляр А.В. Технологические свойства аргиллитоподобных глин при производстве клинкерного кирпича // Вестник ТГАСУ. 2016. № 2. С. 164 – 175.
4. Лапунова К.А., Лазарева Я.В., Некрасова М.Е., Котляр В.Д. Дизайн и применение в архитектуре фасадных керамических плит на основе аргиллитоподобных глин // Дизайн. Материалы. Технология. 2017. Т. 3. № 47. С. 10-15.
5. Котляр А.В. История производства, дизайн и значение клинкерного кирпича в современном строительстве // Сборник трудов XX-ой Национальной научно-практической конференции по направлению подготовки «Технология художественной обработки материалов». Ростов н/Д: Изд-во ДГТУ. 2017. С. 67-70.
6. Бовкун Т.В., Котляр В.Д. Клинкерная плитка в современном строительстве // Сборник трудов XX-ой Национальной научно-практической конференции по направлению подготовки «Технология художественной обработки материалов». Ростов н/Д: Изд-во ДГТУ. 2017. С. 57-59.
7. Котляр В.Д., Козлов А.В., Котляр А.В., Терехина Ю.В. Аргиллитоподобные глины юга России – перспективное сырье для производства клинкерного кирпича // Научное обозрение. 2014. № 7-3. С. 847-850.
8. Котляр А.В., Талпа Б.В., Лазарева Я.В. Особенности химического состава аргиллитоподобных глин и аргиллитов // Строительные материалы. 2016. № 4. С. 10-13.
9. Котляр А.В. Технологические свойства аргиллитоподобных глин при производстве клинкерного кирпича // Вестник ТГАСУ. 2016. № 2 (55). С. 164-175.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА

Орлова М.Е., Петров В.И.

магистранты, Донской государственный технический университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Дана общая характеристика развития бетона, рассказано о появлении высокопрочного бетона и способах его получения. Рассмотрены требования и нормы производства высокопрочного бетона.

Ключевые слова: высокопрочный бетон, бетон, добавки, бетонная смесь, портландцемент.

Строительство зданий и сооружений, путепроводов и мостов, автомагистралей и туннелей, дорог, очистных сооружений требует больших объемов строительных материалов, которые соответствуют высоким физико-механическим показателям. Таким материалом является высокопрочный бетон. Высокопрочный бетон характерен высокой механической прочностью, водонепроницаемостью, газонепроницаемостью, устойчивостью к воздействию агрессивной среды. На данный момент в странах ЕС высокопрочными бетонами считаю бетоны с прочностью на сжатие от 60 до 130 МПа.

С начала основания строительства, ученые стремились получить бетон более высокой прочности. В 1929 году в Америке впервые прозвучало название термина

«высокопрочный бетон», где для строительства высотных зданий начали использовать новые составы бетонов. В 30-е годы ещё в лабораториях были получены составы бетонов, прочность которых достигала 130 МПа. В 1966 году была получена прочность 140 МПа в лабораторных условиях, 1988 году уже в промышленных масштабах производились тьюбинги из бетона В85 [1].

Вначале для получения высокопрочных бетонов использовали жесткие смеси, особые методы уплотнения и автоклавное твердение. Научным способом было выявлено, что в бетонной смеси слабым элементом является цементный камень, а его прочность зависит от водоцементного соотношения, и уменьшить это соотношение представлялось вполне естественным стремлением. При водонепроницаемости равной 0,4 можно сказать, что полностью вода будет использована в реакции гидратации, следовательно это помешает происхождению капиллярных пор в цементном камне. При дальнейшем снижении водоцементного отношения не участвовавший в реакции «избыточный» цемент выступит высокопрочным микрозернистым наполнителем, что повлияло на повышение прочности бетона. Однако такая «полусухая» смесь в условии строительной площадки не подвергается обработке, и чтобы повысить удобоукладываемость смеси, нужно использовать больше воды.

Бетонные смеси – это строительный материал, состоящий из трех компонентов, такие как цемент, вода и разные заполнители. Самыми востребованными характеристиками бетона являются: прочность на растяжении и модуль упругости, прочность на сжатие. От используемых цементов зависят важнейшие характеристики бетона –удобоукладываемость при низких водоцементных отношениях, прочность, усадка или деформация под длительной нагрузкой. Также к бетонной смеси могут быть применены повышенные требования по морозостойкости и устойчивости к истиранию, газо- и водонепроницаемости, стойкости к агрессивной среде [2].

В последствии дальнейшим развитием нормальных бетонов является высокопрочный бетон. Для использования высокопрочных бетонов в странах ЕС установлены практические требования и нормы, позволяющее применять эти бетоны при строительстве высотных зданий, путепровод и мостов, дорог и автомагистралей, буровых платформ и прочих сооружений. Чтобы получить в индустриальных условиях высоких характеристик бетона, необходимо применение:

- наполнителей – микрокремнезема (кремнеземная пыль), золы-уноса, метакоалина, металлургических шлаков;
- пластификаторов, которые позволяют понизить водоцементное соотношение, сохранив при этом необходимую подвижность смеси.

Высокопрочны бетон рассматривают как пятикомпонентную систему, состоящую из цемента, воды, заполнителя, наполнителей и пластификаторов. Для получения высокопрочного бетона особых свойств используют дополнительные компоненты, например, заполнители (ускорители твердения), порообразователи и т.д.

Среди высокопрочных бетонов последнего поколения наибольшее внимание привлекают:

- бетонные смеси, применяемые на основе портландцемента, изменение свойств которых изменен при введении суперпластификаторов (для снижения водоцементного отношения) и микронаполнителей. Прочность при сжатии этих материалов может достигать 100 МПа, а после гидротермальной обработки 300-500 МПа. В зарубежных профессиональных изданиях эти бетонные смеси известны под названием DSP (Densified Small Particles).

– портландцементные бетонные смеси, в состав которых входит водорастворимые полимеры (гидроксиполимерцеллюлоз, гидролизированный полихлоридвинил), с помощью которых увеличивается степень скольжения частичек при этом обеспечивает их плотность. Эти композиты отличаются высокой прочностью при сжатии и изгибе (до 150 МПа), модуль Юнга составляет 40-50 Гпа, сопротивление образованию трещин ($1 \text{ кДж} \times \text{м}^2$).

В состав смеси так же входят наполнители, которые позволяют получить материалы со специальными свойствами: повышенной твердостью, электропроводимостью, износостойкостью [3].

Высокопрочный бетон – это бетонная смесь с абсолютной структурой цементного камня. Которые имеют не только высокую прочность и чистоту, но и наилучший гранулометрический состав. Количество слоев цементного камня между зернами прочных и плотных заполнителей должно быть, как можно меньше, это условие достигается эффективным уплотнением бетонной смеси.

На протяжении всего периода развития и исследования совершенствования технологии бетонной смеси, стояла проблема повышения прочности бетона. Применение бетона высокой прочности осуществляет не только увеличение возможностей со стороны научно-технического уровня строительства, но имеет большое технико-экономическое значение, для производства строительных изделий и конструкций, особенно преднапряженных. При использовании высокопрочной бетонной смеси существенно возрастает качество, прочность, надежность и долговечность изделий и конструкций. Применение высокопрочного бетона позволяет сократить массу и материалоемкость железобетонных изделий.

Список литературы

1. Моргун Л.В. Повышение качества бетонов введением органоминеральных добавок // Строительные и специальные материалы на основе органоминеральных композиций. – Новочеркасск: НПИ, 1987. – С. 121-127.
2. Моргун Л.В., Тищенко А.А. Паропроницаемость фибропенобетона с химическими добавками // Строительство-2016.– Ростов н/Д.: РГСУ, 2017. – С. 125-126.
3. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.Е., Огарков Б.Л. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. – Киев: Высшая школа, 1989. – 328 с.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Павлова Д.А.

магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург

Рассматриваются проблемы, связанные с методами количественного регулирования движения воды в тепловых пунктах. В статье содержатся теоретические аспекты использования частотно-регулируемого электропривода в работе насосной установки теплового пункта. Выполнен анализ применения частотно-регулируемого привода на насосных станциях. Определены мотивирующие цели, достижения которых предприятия смогут добиться путем использования данной технологии.

Ключевые слова: энергосбережение, частотно-регулируемый привод, теплоснабжение, тепловой пункт, насосные станции, датчик давления, скорость вращения рабочего колеса.

Эффективность количественного регулирования при транспортировке воды в системах горячего водоснабжения обуславливается затратами энергии на перемещение рабочей среды для обеспечения у потребителей требуемых расходов и напоров. По данным [1, с.90] электроприводы вентиляторов, компрессоров и насосов расходуют около 25 % всей вырабатываемой электроэнергии.

Традиционно насосы горячего водоснабжения (ГВС) выбирают по наибольшей объемной подаче, которая требуется потребителю. Однако в реальных условиях работы значения удельного расхода воды (л/сут·чел) колеблются весьма значительно. По данным [4, с.49] по году наибольшие значения достигаются в мае, а наименьшие – в июне (для г. Владивостока). Потребление воды также неравномерно по дням недели и по часам суток. Вышесказанное определяет актуальность обзора технических решений по регулированию работы насосного оборудования.

Под регулированием следует понимать процесс приспособление параметров насосов к изменяющимся условиям его работы [4, с. 112]. Все регулирующие устройства делятся:

- на устройства, влияющие на характеристику сети, но не влияющие на характеристику нагнетателя (диафрагмы, клапаны, задвижки, шиберы и т.д.);
- устройства, влияющие на частоту вращения рабочего колеса, но не влияющие на характеристику сети.

К последним относятся статические преобразователи частоты. Этот преобразователь меняет систему переменного тока одной частоты на систему переменного тока другой частоты. Это изделие заводского производства, прошедшее соответствующие испытания и наладку. Они обеспечивают плавный пуск электродвигателя, регулирование его скорости вращения с обеспечением защиты и индикации параметров. Срок окупаемости оценивается в 2-4 года.

Более глубокий уровень решения задачи по экономии решает комплексная система автоматики, включающая статические преобразователи частоты, устройства программно-технического комплекса, линий связи, линий электропитания, т.е. автоматизированная система управления комплексом теплоснабжения [1, с. 91].

От частотно-регулируемого привода имеется возможность вводить в работу, например, любой из насосов ГВС в ИТП здания, один из которых является регулирующим и подключается в часы максимального разбора. Включение и выключение дополнительного насоса производится в соответствии со специальными алгоритмами с учетом динамики изменения давления, выходной частоты, токовых нагрузок электродвигателей. Для реализации этих алгоритмов применяются многофункциональные контроллеры.

Наибольший эффект от внедрения частотно-регулируемого привода с точки зрения энергоэффективных мероприятий достигается на квадратичных нагрузках (центробежные насосы) в случае замены арматурного дросселирования частотным регулированием.

Число оборотов двигателя пропорционально частоте его питания. Соответственно изменение скорости вращения рабочего колеса ведет к изменению всех его рабочих параметров, а именно:

- расход пропорционален числу оборотов;
- давление пропорционально квадрату числа оборотов;
- потребляемая мощность пропорциональна кубу числа оборотов.

Эти отношения выражаются с помощью, так называемых формул приведения:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{n}{n_0}; \frac{H}{H_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^2; \frac{N}{N_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^3, \quad (1)$$

где Q – расход при максимальном числе оборотов;

Q_0 – расход при измененном числе оборотов;

H – напор при максимальном числе оборотов;

H_0 – напор при измененном числе оборотов;

N_0 – мощность, потребляемая электродвигателем при измененном числе оборотов;

N – мощность при максимальном числе оборотов;

n – измененное число оборотов;

n_0 – максимальное число оборотов.

Кроме того, применение преобразователей частоты позволяет снизить потребление реактивной мощности, пусковые токи и гидроудары, что благотворно сказывается на сроках службы технологического оборудования и энергетической инфраструктуры. Экономия электроэнергии составляет от 30 до 60 %. Производством преобразователей частоты занимаются значительное количество отечественных компаний. Это способствует сокращению стоимости оборудования и дальнейшей его эксплуатации. Проведение работ возможно без замены насосного оборудования и практически без перерывов в его работе [5, с.77].

На рисунке показаны графики потребления мощности при различных способах регулирования производительности насосного оборудования.

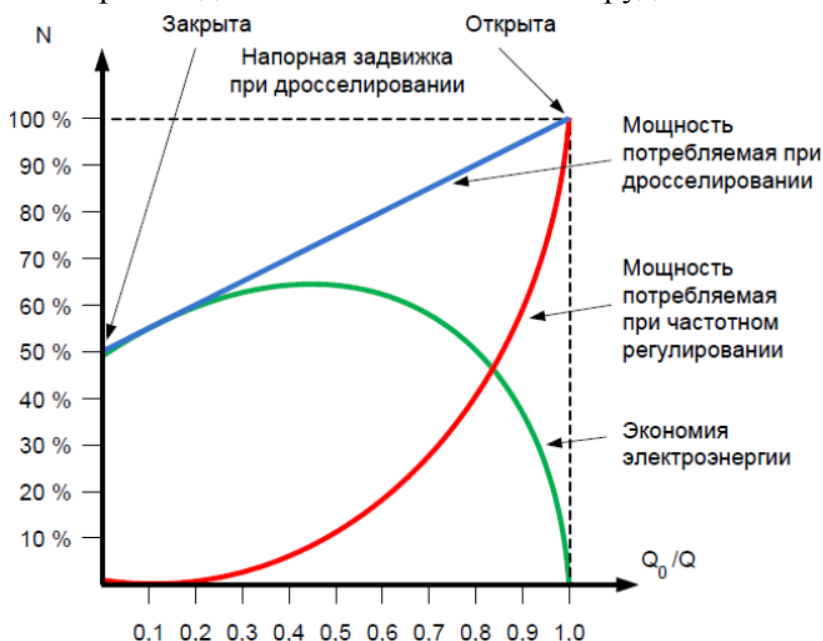


Рис. Потребление мощности при различных способах регулирования производительности насосов

Использование в составе электропривода преобразователей частоты – наиболее эффективный способ регулирования. Благодаря этому можно обеспечить автоматическое регулирование частоты вращения от датчика давления. Преобразователь частоты по сигналу от датчика давления, установленного в напорном трубопроводе, автоматически изменяет частоту вращения рабочего колеса насоса, оперативно реагируя на изменение расхода жидкости и обеспечивая поддержание заданного давления с высокой точностью. Потребление электроэнергии при таком способе регулирования пропорционально кубу производительности насоса. [4, с. 362]

Выводы

Анализируя опыт эксплуатации оборудования, можно сделать вывод, о преимуществах применения частотно-регулируемого электропривода:

- экономия электроэнергии в зависимости от режима работы объекта достигает 5-50 %, потери воды и тепла снижаются на 5-10 %;
- срок окупаемости – 2-4 года;
- существенно снижается количество аварийных ситуаций, связанных с порывами трубопроводов;
- продлевается срок службы технологического оборудования и электрических двигателей плавных пусков;
- исключение гидравлических ударов на сети;
- возможность комплексной автоматизации систем теплоснабжения, в том числе и ГВС.

Список литературы

1. Арсентьев О.В., Коновалов Ю.В. Особенности проектирования частотно-регулируемых асинхронных двигателей: Сборник научных трудов Ангарской государственной технической академии. – Ангарск: Изд-во АГТА, 2007. – С. 90-92.
2. Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения города Новосибирска до 2030 года (актуализация на 2015 год). Книга 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения. – Новосибирск, 2014. – С. 382.
3. Покотилов В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодо-снабжения. – ГЕРЦ Арматурен ГмБх, 2010.
4. Пухкал В.А. О нормах водопотребления на горячее водоснабжение жилых зданий. Инженерные системы. – 2014, №2, С.49-50.
5. Тихомиров К.В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция : учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991.
6. Чернов С.С. Оценка состояния и перспектив повышения энергетической эффективности в России / С.С. Чернов, Е. С. Бельчикова // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2014. – № 2 (27). – С. 76-80.

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ

Петровский А.А.

инженер НИЧ, Иркутский национальный исследовательский
технический университет, Россия, г. Иркутск

Ржевицкий Э.П.

старший научный сотрудник НИЧ ИРНИТУ,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Россия, г. Иркутск

Мингалимова А.А.

студентка, Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Россия, г. Иркутск

В статье представлены результаты рентгеноструктурного анализа проб отработанной футеровки алюминиевого электролизера. Приведены дифрактограммы усредненной пробы теплоизоляционной части ОФ электролизеров алюминиевых заводов. Рассмотрены основные свойства фаз присутствующих в теплоизоляционной части отработанной футеровки алюминиевого электролизера.

Ключевые слова: алюминиевый электролизер, отработанная футеровка (ОФ), дифрактограмма.

Как известно из обзора литературы [1-7, 9-17] отработанная футеровка электролизеров для производства алюминия состоит из двух частей: углеродной (так называемый первый срез) и теплоизоляционной (второй срез). Обе части футеровки в процессе эксплуатации пропитываются фтористыми солями. Углеродная часть содержит мало кремния и, в значительной степени, утилизируется в производство чугуна без предварительной обработки, либо перерабатывается другими, хорошо разработанными способами. Теплоизоляционная часть состоит из шамотного кирпича и диатомита и поэтому содержит много кремния [2, 7-9, 14].

Дифрактограммы усредненной пробы теплоизоляционной части ОФ электролизеров алюминиевых заводов, представлены на рис. 1 и 2.

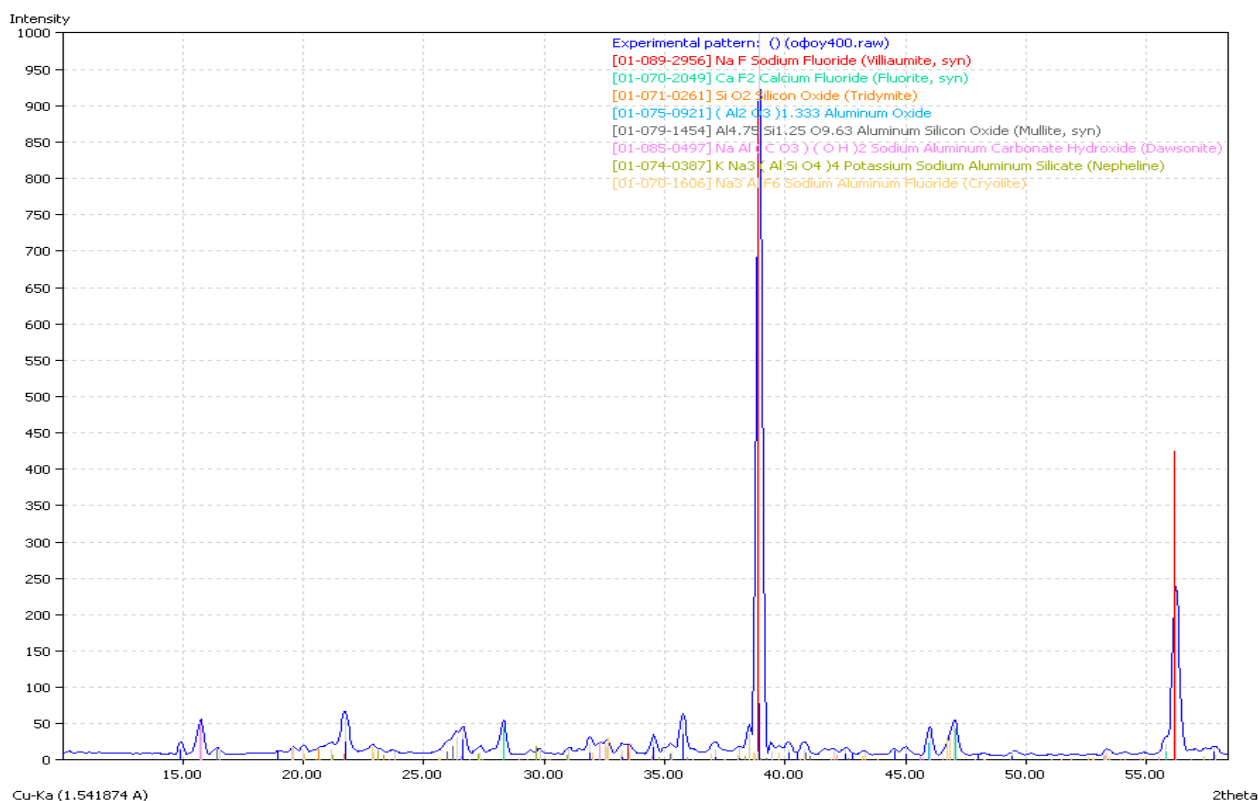


Рис. 1. Дифрактограмма образца №1 теплоизоляционной части ОФ

В качестве основных фаз, с помощью рентгенофазового анализа, в теплоизоляционной части ОФ обнаружены следующие вещества: муллит $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, фтористый натрий NaF , криолит Na_3AlF_6 , хиолит $\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$, оксид кремния SiO_2 в виде кристобалита, кварца, тридимита, фтористый кальций CaF_2 , оксид алюминия Al_2O_3 , нефелин NaAlSiO_4 , альбит $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$.

Ниже рассмотрены основные свойства фаз присутствующих в теплоизоляционной части отработанной футеровки алюминиевого электролизера.

Согласно известным представлениям механизм образования фазы муллита $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ связан с медленной стадией диффузионного растворения оксида алюминия в фазе аморфного кремнезема. В образующемся веществе муллитного состава возникают быстро растущие зародыши муллита. Муллит – алюмосиликат нерастворимый в воде и не реагирующий с кислотами и щелочами.

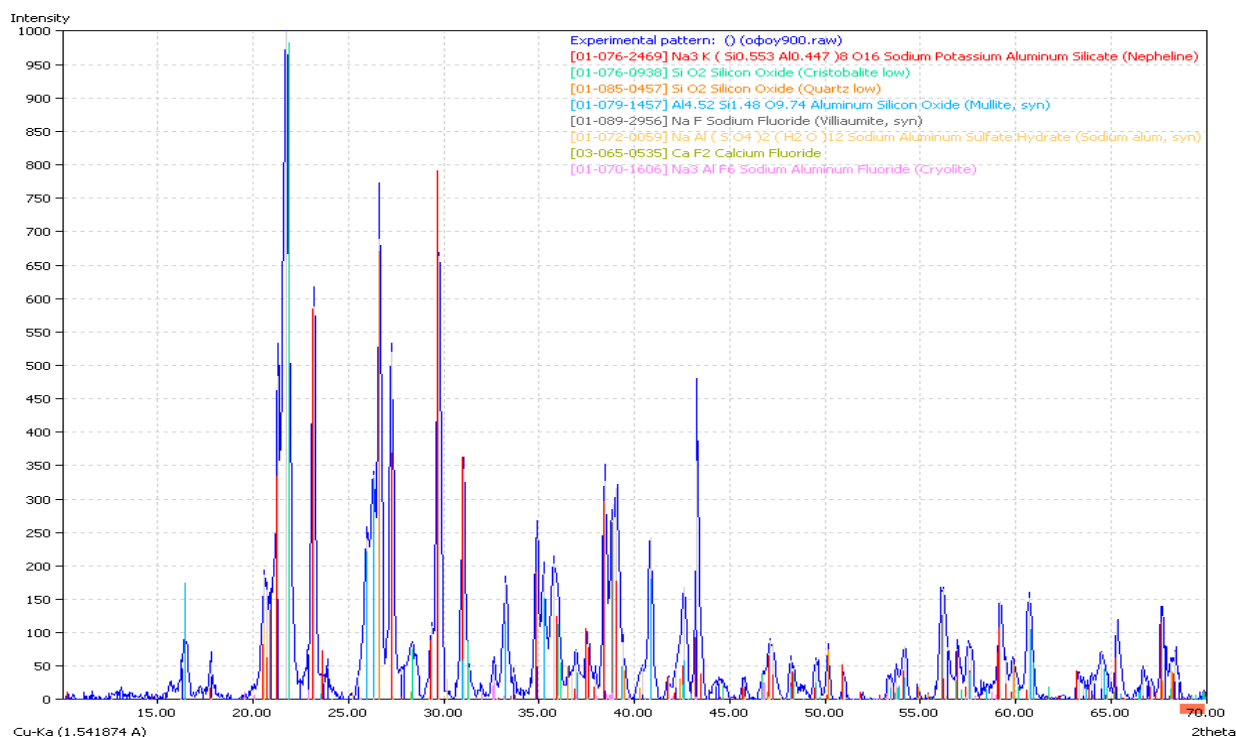


Рис. 2. Дифрактограмма образца №2 теплоизоляционной части ОФ

Фтористый натрий NaF гигроскопичен, растворим в воде $42,8 \text{ г/дм}^3$ (при 20°C). Добавление в раствор гидроксида натрия снижает его растворимость в зависимости от концентрации каустика. Содержание в растворе сульфатов, карбонатов и бикарбонатов натрия также значительно снижает растворимость фтористого натрия, причем совместная растворимость солей мало изменяется с повышением температуры.

Сильные кислоты разрушают фторид натрия с образованием натриевой соли и фтористого водорода. С фтористым водородом образует гидрофториды. NaF разрушается насыщенным гидроксидом лития с образованием фтористого лития и каустической щелочи. С гидроксидом алюминия фторид натрия при определенных условиях реагирует с образованием каустика и криолита.

Криолит Na_3AlF_6 и хиолит $\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$ малорастворимы в воде $0,41 \text{ г/дм}^3$ (при 20°C). Реагируют с сильными кислотами с образованием солей алюминия и натрия и фтористого водорода. Криолит и хиолит разлагаются сильными щелочами с образованием тетрагидроксоалюминатов металлов соответствующих щелочей и фторида.

Список литературы

1. Анализ безопасности вторичного использования отработанных футеровочных материалов алюминиевых электролизеров / Кондратьев В.В., Захаров С.В., Ермолович Е.В., Карлина А.И. // Металлург. 2016. № 10. С. 9-13.
2. Кондратьев В.В. Перспективы переработки твердых фторуглеродсодержащих отходов электролиза алюминия // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2007. № 1-2 (29). С. 36-41.
3. Кондратьев В.В., Ржечицкий Э.П., Ржечицкая А.И., Иванов Н.А. Способ переработки фторсодержащих отходов электролитического производства алюминия // патент на изобретение 2472865 31.08.2011.
4. Кондратьев В.В., Ржечицкий Э.П. Существующие и перспективные технологии переработки фторуглеродсодержащих отходов электролиза алюминия // Электрометаллургия легких металлов. 2004. С. 21-26.
5. Направления сокращения расхода фтористых солей при производстве алюминия / Ржечицкий Э.П., Петровский А.А., Немчинова Н.В., Карлина А.И. // Металлургия: технологии, инновации, качество. 2017. С. 436-439.

6. Обзор способов переработки отработанной футеровки алюминиевых электролизеров / Кондратьев В.В., Ржечицкий Э.П., Шахрай С.Г., Карлина А.И. // Современное состояние и перспективы улучшения экологии и безопасности жизнедеятельности Байкальского региона "Белые ночи-2016". 2016. С. 367-378.
7. Переработка отработанной углеграфитовой футеровки электролизеров с регенерацией фтористого алюминия / Кондратьев В.В., Ржечицкий Э.П., Шахрай С.Г., Карлина А.И., Сысоев И.А. // *Металлург*. 2016. № 6. С. 28-31.
8. Получение фтористого алюминия из отходов алюминиевого производства / Ржечицкий Э.П., Кондратьев В.В., Карлина А.И., Шахрай С.Г. // *Цветные металлы*. 2016. № 4 (880). С. 23-26.
9. Ржечицкий Э.П., Кондратьев В.В., Тенигин А.Ю. Технологические решения по охране окружающей среды при производстве алюминия. // Иркутск. изд-во ИрГТУ, 2013. 160 с.
10. Способ получения фтористого алюминия / Ржечицкий Э.П., Кондратьев В.В., Ржечицкий А.Э., Ржечицкая А.И. // Патент на изобретение RUS 2462418 07.06.2011.
11. Техничко-экологические и правовые аспекты производства алюминия / Кондратьев В.В., Ершов В.А., Сысоев И.А., Чернигова А.Б., Зельберг Б.И. Санкт-Петербург, 2011.
12. Recycling of electrolyzer spent carbon-graphite lining with aluminum fluoride regeneration / Kondrat'ev V.V., Rzhchitskiy E.P., Shakhrai S.G., Karlina A.I., Sysoev I.A. // *Metallurgist*. 2016. Т. 60. № 5-6. С. 571-575.
13. Recycling of spent pot lining of electrolysis cells with regeneration of aluminum fluoride / Kondrat'ev V.V., Rzhchitskiy E.P., Bogdanov Yu.V., Zakharov S.V., Karlina A.I. // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2016. Т. 11. № 23. С. 11369-11373.
14. Results of carrying out of researches with revealing of technological parameters of processes of recycling and neutralization of the first and second cut of the spent lining of electrolyzers for reception of aluminum fluoride / Kondrat'ev V.V., Rzhchitskiy E.P., Ershov V.A., Bogdanov Y.V., Karlina A.I. // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2017. Т. 12. № 22. С. 12801-12808.
15. Results of researches with revealing of technological parameters of processes of recycling and neutralization of the first and second cut of the spent lining of electrolyzers for reception of aluminum fluoride by pyrolytic and hydro chemical method / Kondrat'ev V.V., Petrovskiy A.A., Ershov V.A., Sysoeva T.I., Karlina A.I. // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2017. Т. 12. № 23. С. 13898-13904.
16. Review of methods of waste lining processing from aluminum electrolyzers / Kondrat'ev V.V., Rzhchitskiy E.P., Gorovoi V.O., Shakhrai S.G., Karlina A.I. // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2016. Т. 11. № 23. С. 11374-11381.
17. Technology of the thermal extraction of fluorosols from spent refractory lining / Kondrat'ev V.V., Rzhchitskiy E.P., Bogdanov Y.V., Sysoev I.A., Karlina A.I. // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2017. Т. 12. № 23. С. 13812-13819.

ПЕРСПЕКТИВЫ И ЗНАЧИМОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ СУДНА В MATLAB

Пляшешник К.Н.

преподаватель математики, аспирант,
Морской государственный университет им. Г.И. Невельского,
Россия, г. Владивосток

В статье компьютерное моделирование рассматривается в качестве одного из приоритетных направлений решения проблемы безопасного судовождения. Создание автоматизированных систем предупреждения столкновений судов является решением данной проблемы. Одной из базовых систем, определяющих использование современных компьютерных технологий для решения прикладных задач теории управления и моделирования, является математическая среда MATLAB и специальный пакет программных средств Simulink. Приведен пример построения структурной схемы модели морского судна и результаты моделирования.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, модель, судовождение, траектория движения судна, математическая модель, математическая среда MATLAB, пакет программных средств Simulink, безопасное расхождение судов.

Компьютерное моделирование в настоящее время стало очень важным инструментом для изучения динамического поведения технических систем. «Компьютерное моделирование – метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели. Суть компьютерного моделирования заключена в получении количественных и качественных результатов по имеющейся модели. Качественные выводы, получаемые по результатам анализа, позволяют обнаружить неизвестные ранее свойства сложной системы: ее структуру, динамику развития, устойчивость, целостность и др. Количественные выводы в основном носят характер прогноза некоторых будущих или объяснения прошлых значений переменных, характеризующих систему» [1, с. 8].

Создание опытного образца требует больших финансовых затрат и часто нерентабельно. Вместо этого для исследования особенностей кинематики динамики новой системы может быть составлена ее математическая модель, которая будет учитывать кинематические и динамические параметры системы. Разработанную модель предполагается реализовать в некоторой среде моделирования, которая позволит произвести требуемый анализ динамических характеристик: стабильности, времени реакции, точности выполнения задачи и т.д.

Компьютерная модель сложной системы должна, по возможности, отображать все основные факторы и взаимосвязи, характеризующие реальные ситуации, критерии и ограничения. Модель должна быть достаточно универсальной, чтобы описывать близкие по назначению объекты, и в то же время достаточно простой, чтобы позволить выполнить необходимые исследования с разумными затратами.

Одной из важнейших сфер применения моделирования является судовождение, а именно построение траекторий движения судна. Тенденция к сокращению численности судовых экипажей и широкому совмещению профессий значительно усложнили работу на море. Несмотря на оборудование мостиков современными средствами навигации и управления, на море ежегодно 3-4 судна пропадают без вести, происходит в среднем около 220 аварий, в том числе 50 столкновений. Принято считать, что около 10% аварий происходит в результате форс-мажорных обстоятельств, около 15% является следствием отказа технических средств управления судном, их систем и устройств. Оставшиеся 75% относят к субъективным причинам, которые характеризуют обобщенным понятием – влиянием «человеческого фактора», т.е. в результате ошибок человеческой деятельности при управлении судном. Анализ показывает – количество аварий по вине людей, управляющих судами, не сократилось.

Важное место в обеспечении безопасности мореплавания занимает проблема безопасного расхождения судов. Для решения проблемы предупреждения столкновений в 1972 г. была принята «Конвенция о международных правилах предупреждения столкновений судов в море», приложением которой являются Правила МППСС-72 (далее – МППСС) [3, с. 8].

Однако МППСС не учитывают навигационных ограничений в районе плавания, не применяются в случае встречи нескольких судов. В этих условиях судовой персонал не всегда может точно оценить навигационную обстановку и принять правильное решение для решения задачи расхождения. Существенную роль в этой ситуации, как отмечалось выше, играет человеческий фактор, так как в 15-20% случаев причиной аварии судов являются столкновения, в 70-80% случаев причиной

аварий и катастроф являются неправильные, несвоевременные действия судового персонала [2].

Решение данной проблемы – это создание автоматизированной системы предупреждения столкновений судов. Главным ее назначением является информационная помощь в выполнении задач судовождения, которая состоит в предоставлении своевременных, достаточных, легко интерпретируемых данных, необходимых для принятия решений.

Снижение влияния субъективного фактора водителя на качество управления транспортными средствами, увеличение уровня автоматизации контроля над ними, повышение безопасности движения и защита от воздействий на окружающую среду, требуют использования новых технологий и средств моделирования.

Одной из базовых систем, определяющих использование современных компьютерных технологий для решения прикладных задач теории управления и моделирования, является математическая среда MATLAB, которая на текущий момент является одним из наиболее признанных мировых стандартов по данному направлению.

Особое значение имеет специальный пакет программных средств Simulink. Это интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем. Он дает возможность строить графические блок-диаграммы, имитировать динамические системы, исследовать работоспособность систем и совершенствовать проекты. Simulink полностью интегрирован с MATLAB, обеспечивая немедленным доступом к широкому спектру инструментов анализа и проектирования.

Рассмотрим модель движения судна на курсе – модель Номото второго порядка:

$$T_1 T_2 \ddot{\omega}_y + (T_1 + T_2) \dot{\omega}_y + \omega_y = k_c (\delta + T_0 \dot{\delta}) \quad (1)$$

В виде передаточной функции данное приведенное дифференциальное уравнение можно записать как:

$$W(s) = \frac{\omega_y(s)}{s\delta(s)} = \frac{\varphi(s)}{\delta(s)} = \frac{k_c(T_0 s + 1)}{s(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}. \quad (2)$$

Построим данную модель в MATLAB. Она может быть представлена как совокупность последовательно соединенных блоков Gain, Transfer Fcn и Integrator.

Структурная схема данной модели морского судна (рис. 1) и результаты моделирования (рис. 2) будут выглядеть так:

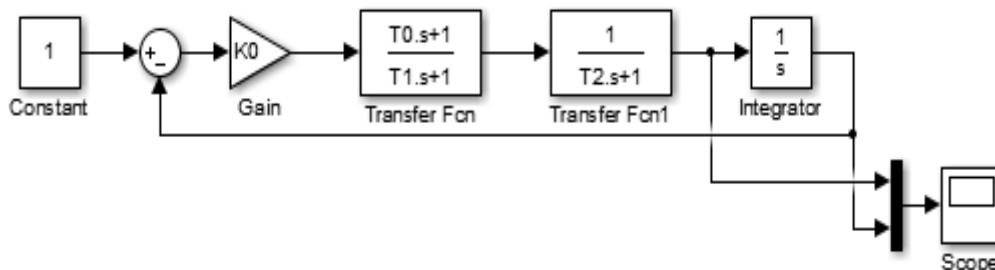


Рис. 1. Структурная схема модели морского судна

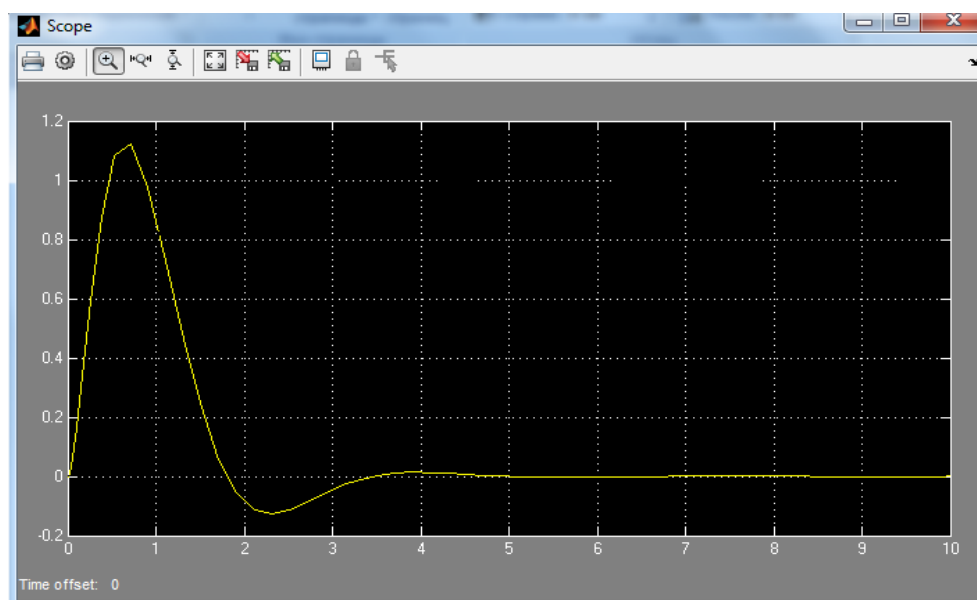


Рис. 2. Результаты моделирования

Данную структурную модель движения можно усложнить с учетом динамических параметров судна (скорость ветра, течения и др.), что позволит еще более точно скорректировать траекторию движения судна и учесть все необходимые параметры на этапе разработки и проектирования. Результаты моделирования позволят выбрать наиболее эффективный вариант построения траектории, а также подтвердят эффективность предложенной математической модели. Гибкость системы моделирования SIMULINK, а также возможность изменения параметров моделирования динамического объекта, позволят исследовать различные параметры движения.

Список литературы

1. Боев В.Д., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. 526 с.
2. Аванесова Т.П., Язов Д.В., Меланич А.В. Способ решения проблемы уменьшения влияния человеческого фактора при расхождении судов в море // Вестник АГУ. 2014. №1. URL: <http://vestnik.adygnet.ru/files/2014.1/2963/123-126.pdf> (дата обращения: 09.09.2014).
3. Международные правила предупреждения столкновений судов в море 1972 г. (МППСС – 72). – 5-е изд. – М.: Моркнига, 2011. 142 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЛОАГРЕГАТОВ КАСКАДНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Пономарев Н.С.

доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, к.ф.-м.н., доцент,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург

Горшков А.С.

студент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург

Статья посвящена поиску рационального решения проблемы нестабильной деятельности систем отопления (отопительных систем), в частности, котельных. Рассмотрено решение исполь-

зования каскадной котельной, а также выявлены преимущества данного метода. Детально проанализированы схемы монтажа каскадного оборудования для повышения эффективности его функционирования. Изучено и доказано значительное преимущество каскадных контроллеров над каскадными переключателями. Анализируя выявленные данные установлена высокая продуктивность и рентабельность системы каскадных котельных.

Ключевые слова: каскад котлов, котлоагрегат, мощность котла, эффективность, каскадные контроллеры.

В наши дни большинство отопительных систем не функционируют на полную мощность во время отопительного сезона и межсезонного периода. Они имеют тенденцию к малой и непостоянной нагрузке оборудования. Данная проблема не редкость в котельных, где необходимо произвести настройку мощности тепла отдельно стоящего котла и котельной системы в широком диапазоне [1]. Что зачастую приводит к снижению эффективности работы котлоагрегатов, повышению расхода используемого горючего сырья и падению КПД [3]. На сегодняшний день, есть множество способов увеличения эффективности при использовании тепловой энергии, такие как, использование возобновляемых ресурсов или применение когенерационных циклов [2].

Одним из лучших решений данной проблемы, будет использование каскадной котельной. Каскад котлов – это одна из схем присоединения теплогенераторов, вследствие которой повышается частичная мощность всех нагревательных приборов. При огромной тепловой нагрузке использование такого подключения будет наиболее оправданным и эффективным, а также, если надо понизить расходы на отопления, можно установить котлоагрегаты, которые будут работать на разных видах топлива. Это эффективный способ увеличения максимальной мощности или понижения минимальной предельной мощности отдельного аппарата.

Каскадные котельные системы выигрывают у традиционных котельных в сроке службы. Достижение такой надежности заключается в общей тепловой нагрузке, распределяющейся по всем независимо контролируемым теплогенераторам, затем в каскад используются только те из них, которые снабжают потребителя в производстве тепла в данный отрезок времени. Рабочая система функционирует так, что котлы работают по очереди, в течение каждого дня очередной котел берет на себя всю мощность отопительного оборудования, а завтра этот котел будет включен последним в списке очередности. Это позволяет котлам почти не изнашиваться и прослужить дольше.

Но можно ли повысить эффективность каскадных котельных еще больше? Существует две типовые схемы монтажа каскадного оборудования.

Первый способ – это простой каскад. Поочередное или каскадное присоединение котлов обычно разделяют на ступени, где каждый является отдельным нагревателем, а использование всех ступеней в системе формирует общую мощность сети теплоснабжения. При использовании такой схемы газовое оборудование работает в следующем режиме: вначале работает первая ступень горелки с номинальной мощностью 70%, от полной мощности котла, если данной мощности не хватает для компенсации тепловых потерь, то к первой ступени добавляют вторую ступень с мощностью 100 %.

Второй способ – модулируемый. Использование данной схемы будет более экономичным. Оборудование в такой схеме включает в себя модулированные горелки. Есть возможность в главном режиме менять необходимый объем подаваемого топлива, а также способность регулировать теплопроизводительность в до-

статочно широком диапазоне. Тем самым используемое оборудование включают с минимальной тепловой нагрузкой 40% и в зависимости от нужд плавно изменяют ее до мощности в 100% с шагом 1% [5].

Эффективную работу управления каскадной котельной до сегодняшних дней осуществляли каскадные переключатели. Данные переключатели являются не выгодными, так как их использование считается затратным и дорогостоящим процессом. Теперь каскадные котлы оборудуют интерфейсом (коммуникационным устройством), который обеспечивает передачу данных между котлами, а также позволяет управлять мощностью, как одного, так и остальных котлов в каскаде. Благодаря этому можно выставлять необходимые значения и обеспечивать оптимальную мощность в любое время эксплуатации, тем самым оператор котельной будет получать быстрый доступ к информации о характеристиках системы и оперативно устранять неполадки. В несложных каскадных системах (считаются те системы, в которых установлено малое количество котлов и отопительных контуров, неизменная тепловая нагрузка) можно обойтись без использования каскадного контроллера. Для этого можно выставить необходимые значения требуемой температуры выходной воды. А вот в сложных каскадных системах (3 или более котлов, где несколько отопительных контуров, работающих в разных температурных режимах, тепловая нагрузка в такой системе меняется на протяжении суток) уже не обойтись без каскадного контроллера.

На сегодняшний день каскадные контроллеры имеют в себе огромное количество разнообразных функций, а также к ним можно присоединять различные дополнительные приборы: температурные датчики, насосы, приводы смесительных клапанов и другие устройства. Одной из основных функций контроллера является обеспечение такого режима, при котором время работы всех котлов, входящих в каскад, было бы одинаковым [2]. Поэтому для лучшей реализации в прошивку контроллера внедряют таблицы ротации, фиксирующие порядок включения и выключения котлов в течение определенного времени. Если каскадная система отопления состоит из котлов с модулируемыми горелками, контроллер будет использовать то количество приборов, при котором общая мощность была выше существующей нагрузки. В данном случае горелки будут использовать частичную мощность, и тепловая нагрузка на детали котлов понизится, и их технический ресурс начнет производиться медленней.

Контроллеры присоединяются к разъемам, обеспечивающие подключения индивидуальных комнатных термостатов. В основном их применяют на один из котлов (ведущий). Контроль за другими котлами (ведомыми) контроллер обеспечивает через коммуникационные шины. Также в контроллер можно устанавливать блоки, обеспечивающие управление отопительными контурами. Существуют более продвинутые каскадные контроллеры, в которых можно управлять температурой сразу в десятках отопительных контуров.

В наши дни каскадная котельная является сложной взаимосвязанной системой, которая может работать без участия обслуживающего персонала котельной.

Список литературы

1. Вережкина Ю.А. Повышение эффективности котлоагрегатов каскадный способ монтажа котельных / Научно-практический электронный журнал "Аллея Науки" // alley-science. 2017. №9. С. 150-155. URL: <https://clck.ru/DBAZW> (дата обращения: 03.04.2018).
2. Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ // aqua-therm. М.: Аква-Терм, 2015. №2 (29). 68 с. URL: <https://clck.ru/DBAq5> (дата обращения: 01.04.2018).

3. Соколов В.Ю., Митрофанов С.В., Садчиков А.В. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения. / Учебное пособие для преподавания дополнительной профессиональной программы слушателям Межотраслевого регионального центра повышения квалификации // Новосибирск: АНС «СибАК», 2016. 178 с.

4. Соколов В.Ю., Наумов С.А., Садчиков А.В. Особенности когенерационной выработки энергии газопоршневыми электростанциями / Сельский механизатор. М.: ООО «Нива», 2016. № 11. С. 30-33.

5. KOTLOmaniya.RU Каскадные котлы и саморегулирующаяся система отопительного процесса. URL: <http://kotlomania.ru/kotelnye/kaskadnaya-kotelnaya.html> (дата обращения: 03.04.2018).

ОСОБЕННОСТИ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ, ИХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Пономарев Н.С.

доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, к.ф.-м.н., доцент,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург

Курилов Д.А.

магистрант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассмотрено использование газовых гидратов в качестве топлива; рассмотрены актуальные проблемы добычи газовых гидратов, дано краткое описание структуры и элементарному составу; дана экономическая оценка использования такого вида топлива.

Ключевые слова: метангидраты, клатратные соединения, нетрадиционные источники, углеводороды.

Гидраты. Определение и состав.

Газовые гидраты – это твердые кристаллические соединения льда и газа, их еще называют "горючий лед". В природе они встречаются в толще океанского дна и в вечномёрзлых породах, поэтому добывать их очень сложно – на глубину в нескольких сотен метров нужно бурить скважины, а потом выделять природный газ из ледовых отложений и транспортировать его на поверхность. Сделать это удалось в Южно-Китайском море в 2017 году китайским нефтяникам, но для этого им пришлось углубиться в толщу морского дна на более чем 200 метров при том, что глубина в районе добычи превышала 1,2 км [3].

Гидраты делятся на:

- природные залежи, представляющие промышленное значение;
- техногенные гидраты. К ним относятся соединения, выступающие побочным продуктом при добыче углеводородов; так же при транспортировке газа через газопроводы. Во всех случаях они играют отрицательную роль;
- природные залежи, представляющие промышленное значение.

Изучение газовых гидратов началось относительно недавно (50-е годы прошлого столетия). За это время появилось большое количество работ, посвященных этой теме и показавших клатратную природу этих веществ (Клатраты – соединения включения. Образованы включением молекул вещества («гостя») в полости кристаллической решетки, образованной молекулами другого типа («хозяевами»), либо в полость одной большой молекулы-хозяина) [2, с. 39]. Структура представляет

собой полиэдрический каркас (вода) с включенными в него молекулами углеводорода. Между ними существует слабое взаимодействие, которое называется Ван-дер-ваальсовой силой (свое название получили в честь голландского физика). Компонировка плоскостей, образованных молекулами, подобна структуре атомов в кристаллах алмаза. Клатраты относят к химическим соединениям, так как они имеют определенный постоянный состав; содержание углеводородов в клатратном соединении приведено в таблице.

Таблица

Состав углеводородов в соединении гидратов, % объема [1]

Элементы	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	CO_2	N_2
Первичный газ	92	4	1,26	0,52	0,12	2,1
Газ в составе гидрата ($P=0,9$ МПа; $t=0^\circ C$)	53	3,1	20,5	22,5	0,7	0,2
Газ в составе гидрата ($P=11$ МПа; $t=20^\circ C$)	62,5	3,1	13,2	20,9	0,03	0,2

Следует отметить, что состав газа в гидрате отличается от исходного состава, эта способность углеводородов увеличивается с возрастанием их молекулярной массы.

Месторождения

Гидраты встречаются довольно часто, не являясь большой редкостью для шельфа моря или для северных зон. Так, общее количество расположенных на дне океана гидратов оценивается в $2 \times 10^{10} \text{ м}^3$, а это на много превышает запасы традиционных топлив.

Большая часть запасов сосредоточена в шельфовой зоне (98%). Это побережье Северной и Южной Америки, Азии, Японии и Африки, а также Черное и Каспийское море. Только 2 % – гидраты почвы [1, с. 28].

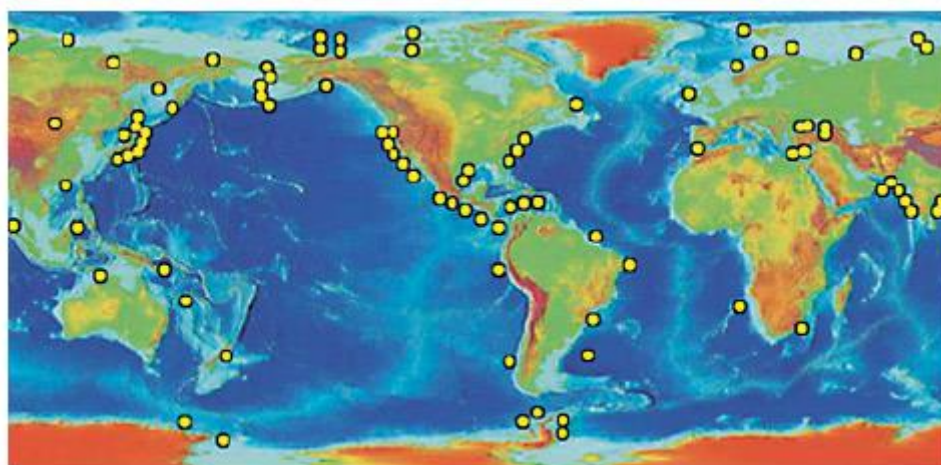


Рис. Залежи гидрата метана [4]

Способы добычи

Добыча газовых гидратов основана на их физико-химических свойствах, и свойствах самой породы, в которой обнаружены залежи. К этим свойствам можно отнести акустическую и электрическую проводимости, теплопроводность и плотность.

Различают несколько способов добычи гидратов, самые распространенные:

- Сейсмическое зондирование. Широко распространено. Зондирование проходит на стандартных частотах 30-120 Гц, но возможно и высокочастотное зондирование (250-650 Гц). Обычно полученные данные дополняются геофизическими исследованиями почвы.

- Комплексный анализ нефтегазовой системы. Один из новейших методов. Это изучение почвы, анализ данных сейсморазведки и других данных нефтегазовой системы.

Разведку и разработку газогидратных месторождений учитывает в числе долгосрочных перспектив газодобычи прогноз развития топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года. Разработка гидратов повлечет глобальный передел на мировом рынке топливных ресурсов – цены на газ будут снижаться, и сохранить доходы добывающие корпорации смогут только захватывая новые рынки и увеличивая объем продаж. Для массовой разработки таких месторождений надо создавать новые технологии, улучшать и удешевлять существующие, отмечаясь в стратегии.

Учитывая труднодоступность гидратов и сложность их добычи, эксперты называют их перспективным источником энергии, но отмечают, что это не тенденция ближайших лет – для гидратов нужны новые технологии, которые пока только разрабатываются. А в условиях налаженной добычи природного газа метан из гидратов находится в не самом выигрышном положении. В дальнейшем все будет зависеть от конъюнктуры рынка энергоносителей.

Теплоэнергетические свойства

Большинство природных газов (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , CO_2 , N_2 , H_2S , изобутан и т.п.) образуют гидраты или клатраты – кристаллические структуры, в которых газ находится в окружении молекул воды, удерживаемых вместе низкой температурой и высоким давлением. Поэтому полученное топливо обладает всеми свойствами природного газа и вполне может стать эффективным энергоносителем. 1 кубометр газового гидрата может дать около 200 кубометров метана и 0,83 кубометра воды. Это обусловлено тем, что метан в молекуле находится в очень сжатом состоянии.

При атмосферном давлении и температуре ниже 0°C энергетическая ценность характеризуется такими параметрами:

- теплота сгорания 5340-6230 ккал/кг;
- при переводе в электричество 6,21-7,24 кВт*ч/кг [3].

Список литературы

1. Истомин В.А., Якушев В.С., Махонина Н.А., Квон В.Г., Чувиллин Е.М. Эффект самоконсервации газовых гидратов – Газовая промышленность, спецвыпуск «Газовые гидраты», 2006. – С.36-46.
2. Кэррол ДЖ., Гидраты природного газа/Пер. с англ. – М.: Издательство «Технопресс», 2007. – 316 с.
3. URL: <http://tass.ru> – электронный ресурс
4. URL: <http://miloserdovalv.narod.ru> – электронный ресурс

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОТОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Рзуки А.М.

мастер-студент, Воронежский государственный университет, Россия, г. Воронеж

Расчеты подтвердили целесообразность исследования нагрузки при вероятности потерь от 0,01 до 0,07. и проведенные расчеты нагрузки позволяют прогнозировать распределение нагрузки в пределах зоны действия базовой станции сотовых сетей.

Ключевые слова: подвижная связь, сети сотовой базовой станции, расчет нагрузки, вероятность отказа (блокировки), радиоканал, массовое обслуживание, диапазон изменений.

Введение

На начальной стадии проектирования сотовой сети возникает необходимость нахождения оптимального варианта соотношения между эффективностью и сложностью системы, что позволяет определить начальную конфигурацию сети и план дальнейшего ее развития. Исходя из этого, необходимо с максимально возможной точностью определить допустимую нагрузку. Эти характеристики позволяют получить систему с заданной вероятностью отказа в обслуживании подвижных абонентов сети при заданном качестве связи. В целом эффективность планирования будет достигаться за счет территории охвата, расчета по емкости сети, планирования передачи и оптимизации сети.

Основная часть

Проектирование сетей сотовой подвижной связи, как и предварительный расчет базовой станции, целесообразно начинать с прогнозирования предполагаемой нагрузки, поэтому вопрос о нагрузке в соте и в целом во всей сети является ключевым. Правильный расчет нагрузки делает систему гибкой, готовой к любым неординарным ситуациям.

Данная информация важна, так как позволяет повысить пропускную способность базовой станции, избавиться от перегрузок уже на этапе проектирования.

В настоящее время при расчете нагрузки ориентируются на данные, нормированные в рекомендации Международного союза электросвязи (ITU-T) [1]. Предлагаемое в рекомендации нормирование нагрузки рассматривается с точки зрения вероятности отказа в час наибольшей нагрузки (ЧНН) 30 наиболее загруженных дней года.

На данный момент принято, что вероятность отказа (блокировки) радиоканала составляет 5 – 10%, а на участке ЦКП – ТфОП составляет около 1%. Такая вероятность отказа радиоканала является несколько избыточной, и поэтому многие фирмы-разработчики устанавливают более жесткие требования, позволяющие добиться оптимального качества с меньшими потерями. На практике вероятность потерь составляет, приблизительно, от 3 до 5%.

Правильный порог вероятности потерь возможно определить только после начала эксплуатации сети, когда нагрузка будет создаваться реальными абонентами с реальным трафиком, но, тем не менее, предварительные расчеты нагрузки позволят заложить тот фундамент, на котором будет основана вся сеть системы сотовой подвижной радиосвязи.

Изначально традиционные модели телетрафика были разработаны для стационарных сетей связи [2]. В частности, это была первая модель Эрланга для расчета вероятностей потерь в системе массового обслуживания.

Формулы

Сотовая сеть является типичным примером системы массового обслуживания (СМО). В ней присутствуют все необходимые для этого характеристики СМО: случайный поток заявок, продолжительность вызова (длительность занятия радиоканала), конечное число обслуживания каналов, предоставляемых подвижным абонентам сотовой сети. Наибольший интерес, с точки зрения СМО, представляет модель для расчета абонентской нагрузки в соте с учетом конкретных параметров базовых станций [3, 4].

При оценке нагрузки и, следовательно, емкости в сотовых сетях пользуются распространенной моделью Эрланга для систем с отказами (вероятность поступления вызова в момент, когда все каналы заняты).

$$p_a = \frac{\frac{A^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!}}$$

Уравнение представляет собой известную формулу Эрланга и связывает один из важнейших показателей качества функционирования сети – вероятность отказа p_a – со значениями нагрузки A и числа каналов n .

Использование шаблона

Моделирование зависимостей нагрузки от количества каналов связи при заданных значениях вероятности потерь проводилось при помощи математического пакета «Maple». В результате этого были получены следующие графики.

Графики зависимости между нагрузкой, числом каналов и вероятностью потерь приводятся на рисунках 1 и 2.

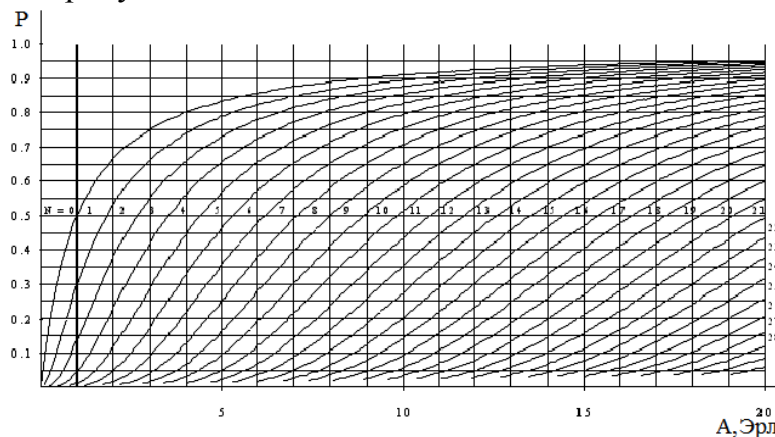


Рис. 1. График зависимости между поступающей нагрузкой, числом каналов и вероятностью потерь

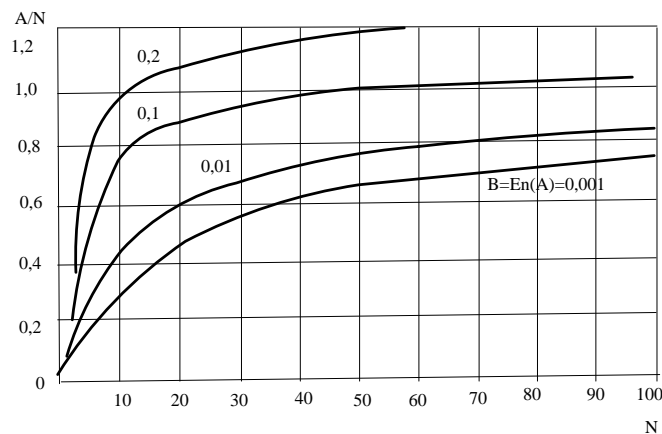


Рис. 2. График зависимости удельной нагрузки на одну линию от числа каналов при разной вероятности потерь

В связи с этим, приближенные соотношения, полученные в результате моделирования, представляют практический интерес и позволяют определить абонентскую нагрузку с заданной вероятностью отказа при заданном качестве связи.

Заключение

Анализ проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) определение значения p_{kr} является первым этапом оценки допустимого значения нагрузки A и позволяет указать одну из границ диапазона изменения A .

Если задаваемое значение p_a меньше (больше) p_{kr} , величина A будет меньше (больше) n ;

2) расчеты подтвердили целесообразность исследования нагрузки при вероятности потерь от 0,01 до 0,07. Сравнительно небольшое возрастание нагрузки приводит к резкому росту вероятности отказа, а следовательно – к ухудшению качества обслуживания.

Таким образом, проведенные расчеты нагрузки позволяют прогнозировать распределение нагрузки в пределах зоны действия базовой станции сотовых сетей.

Список литературы

1. Lee W.C.Y. Mobile cellular telecommunications systems.// Howard W. Sam's & Co., 1989.
2. Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. М.: Связь, 1979. – 224 с.
3. Семенов С. Н. Анализ методов расчета нагрузки в сетях сотовой подвижной связи//55 Науч. сессия, Москва, 17-19 мая, 2000: Тр. – М., 2000. – С. 33.
4. Кирпичников А.П. Прикладная теория массового обслуживания / А.П.Кирпичников. – Казань: Издательство Казанского университета, 2008. – 118 с.

ЛАЗЕРНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ЦИЛИНДРА КОМПРЕССОРА ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

Рощин М.Н.

ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук,
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Россия, г. Москва

Разработана технология упрочнения цилиндра компрессора марки А-29.01.000 колесного трактора МТЗ-80 и МТЗ-82 из алюминиевого сплава АК5М7. Проведены ускоренные сравнительные испытания на износ на машине трения типа Бринелля-Хаворта. Коэффициент износостойкости упрочненной поверхности цилиндра компрессора составил 0,99 от чугуна АЧС-1. Износ упрочненного АК5М7 в 4 раза меньше чем сплава АК5М7.

Ключевые слова: износ, износостойкость, испытания, микротвердость, алюминиевый сплав, нагрузка, контактное давление, компрессор, цилиндр.

Бурное развитие потребления алюминия обусловлено замечательными его свойствами, среди которых в первую очередь следует назвать высокую прочность в сочетании с малой плотностью, удовлетворительную коррозионную стойкость, хорошую способность к формоизменению путем литья. В ряде областей промышленности он успешно вытесняет традиционно применяемые металлы и сплавы. Применение алюминиевых сплавов в узлах трения различного оборудования дает большой положительный эффект, а также позволяет улучшить технические и эксплуатационные характеристики машин и агрегатов за счет снижения их массы и динамических нагрузок.

Алюминий в 2,7 раза меньше удельной массы чугуна. Соответственно алюминиевый блок двигателя или цилиндра компрессора получается намного легче чугунного. А это важно, особенно для многоцилиндровых моторов с большим рабочим объемом. Кроме того, теплопроводность алюминия в 4 раза выше, чем чугуна. В результате этого цилиндр двигателя или компрессора с алюминиевым блоком быстрее прогревается, а объем системы охлаждения может быть уменьшен благодаря более эффективному охлаждению и быстрому выравниванию температуры стенок блока.

Чугун, из которого изготовлена гильза, имеет меньшие, нежели алюминий, коэффициенты теплового расширения и теплопроводности. При этом рабочий зазор поршня в цилиндре, как и в простом чугунном блоке, при нагреве уменьшается, а при охлаждении увеличивается, даже если материалы поршней и блока одинаковые. Теперь все встало на свои места: поршень в цилиндре не заклинит, зато тепловое расширение цилиндра и поршня практически одинаково. Тогда рабочий зазор не будет «гулять», и его можно сделать очень малым (0,01-0,02 мм), не боясь возникновения задиров и «прихватов». Значит, ресурс деталей повысится, по крайней мере, в 1,5 раза [1].

Однако то, что в теории просто, на деле оборачивается новыми проблемами. На практике, когда поршневые кольца работают по алюминию, ресурс поршневой группы оказывается невелик вследствие слишком «мягкой» рабочей поверхности цилиндра.

Целью настоящей работы является разработка технологического процесса упрочнения поверхности цилиндра из алюминиевого сплава АК5М5 и исследование износостойкости.

На тракторах марки МТЗ-80 и МТЗ-82 установлен компрессор марки А-29.01.000. Цилиндр компрессора изготовлен из качественного чугуна АЧС-1. Замена цилиндра из чугуна на алюминиевый сплав экономически оправдана.

Для решения поставленной задачи необходимо повысить износостойкость рабочей поверхности цилиндра.

Цилиндр компрессора, внутренний диаметр 72 мм, изготовлен из алюминиевого сплава АК5М7. Лазерное упрочнение рабочей поверхности компрессора осуществлялось на оборудовании, разработанном в ИМАШ РАН на лазерном технологическом комплексе ЛТК-01, с использованием технологической оснастки (рисунок).

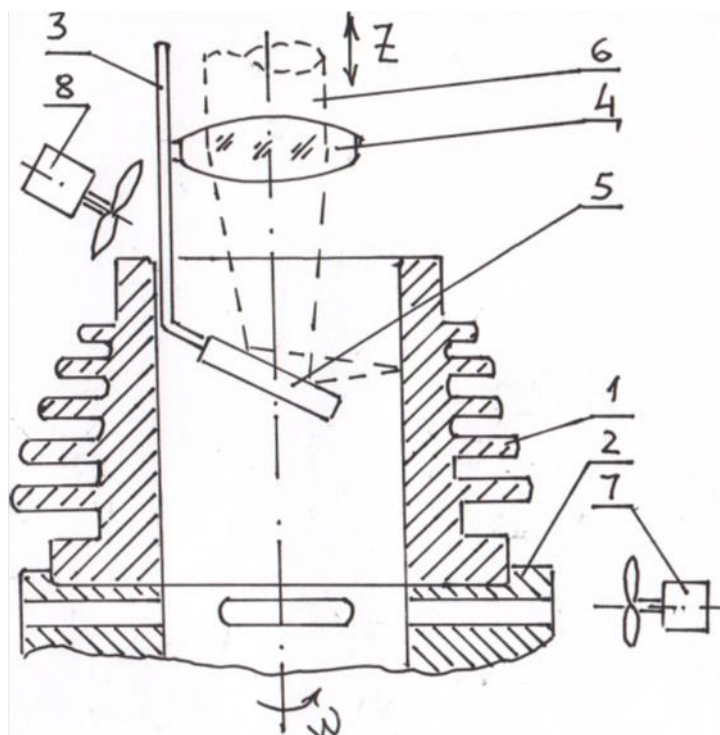


Рис. Схема обработки цилиндра компрессора, 1 – цилиндр, 2 – основание, 3 – штанга, 4 – фокусирующая линза, 5 – зеркало, 6 – луч лазера, 7 и 8 – вентилятор

Цилиндр 1 устанавливается на основание 2, которое расположено на вращающемся столе ЛТК-01. На горизонтальном портале ЛТК-01 закреплена штанга 3, на которой установлена фокусирующая линза 4 и зеркало 5. Зеркало изготовлено из меди М00, охлаждается водой, поворачивает луч лазера 6 перпендикулярно обрабатываемой поверхности цилиндра. Штанга с навесными предметами имеет вертикальное перемещение Z. В основании имеются радиальные отверстия, в которые с помощью вентилятора 7 подается воздух для удаления продуктов обработки, а в верхней части цилиндра установлен вентилятор 8 для удаления продуктов обработки с зоны лазерного луча.

Для снижения отражения лазерного луча от поверхности цилиндра была использована желтая гуашь с добавлением окиси цинка. Обработка проводилась на мощности лазерного излучения 2,5...2,8 кВт. Диаметр светового пятна составлял ~ 2,5 мм, шаг обработки 4 мм. В зону воздействия лазерного пятна с материалом вдувался азот. Вдувание азота в зону обработки преследовалась следующая цель: сбить факел плазмы, которая уносит часть энергии; получить нитрид алюминия в ванне расплава для повышения твердости переплава.

После финишной обработки твердость поверхности увеличилась в 2,5 раз и составила $H_{50} = 4200$ МПа. Припуск на финишную обработку составил 0,2 мм. Глубина упрочненного слоя составила ~ 0,5 мм.

Износостойкость материала пары трения зависит от многочисленных факторов, например нагрузки, шероховатости и твердости поверхности, скорости скольжения, условий смазки, температуры и др.

Для ускоренных испытаний на износ большое распространение получили машины трения, испытываемые образцы которых образуют высшую кинематическую пару [4]. Один из образцов является эталонным истирающим телом, а другой изготавливается из испытываемого материала. Площадь касания образцов в начальный момент испытания вычисляется по формулам теории упругости. Вследствие малых размеров площадки касания среднее контактное давление сравнительно высокое, что предопределяет быстрое образование лунки износа, по размерам которой судят об износостойкости материала.

Из многочисленных методов ускоренных испытаний наибольшей оперативностью обладает метод испытаний, в котором плоский образец истирается эталонным диском с подачей абразива в зону трения. Чтобы исключить влияние материала контртела на результаты сравнительных испытаний, истирающий диск выполнен из резины. При этом виде испытаний поверхность трения постепенно увеличивается, изменяется число абразивных частиц одновременно находиться на поверхности трения и воспринимать нагрузку. Поэтому сравнивать можно результаты испытаний, проведенных только в идентичных условиях.

Испытания на износостойкость нанесенных покрытий проводилось по методу ускоренных испытаний на машине трения типа Бринелля-Хаворта [2]. Образцы имели прямоугольную форму 10x20x87мм. Изнашивание испытываемого образца материала происходило при трении его о резиновый диск, контактное давление между которыми было равно 1 МПа. В зону трения подавался предварительно просушенный в печи абразив. Окружная скорость резинового диска в зоне контакта с испытываемым образцом составляла 2,5 м/с. Время испытаний составляло 30 мин. В ре-

зультате испытаний измерялся весовой износ образцов ΔG на аналитических электронных весах Shinko Vibra HTR-220 CE, производитель: Shinko Vibra, Япония, т.е. разница веса образцов до и после испытаний, который пересчитывался на объемный износ $\Delta V = \Delta G / \rho$, где ρ – удельный вес материала или покрытия. Пересчет на объемный износ обязателен, т.к. основным показателем изнашивания натуральных деталей является изнашивание линейных размеров. Для оценки эффективности поверхностного упрочнения образца принимается коэффициент $K = \Delta V_0 / \Delta V$, где ΔV_0 – объемный износ штатного образца, ΔV – объемный износ испытуемого образца.

Исследовалась износостойкость материала АК5М7 и АК5М7 упрочненного в сравнении с чугуном АЧС-1 на машине трения типа Бринелля-Хаворта. Весовой износ АЧС-1 составил 0,155 г. Весовой износ АК5М7 в 4 раза больше, чем износ АК5М упрочненный лазером. Результаты сравнительных испытаний приведены в таблице.

Таблица

Материал	Твердость	Коэффициент износостойкости
АК5М7	НВ 70-90 МПа	0,25
АК5М7 упрочненный	H ₅₀ =4200 МПа	0,99
АЧС-1	НВ 170-229	1

Натурные испытания цилиндров из АК5М7, обработанные лазером, показали, что хромированные кольца не подходят для работы по упрочненной поверхности лазером, т.к. в структуре упрочненной зоны присутствие AlN с микротвердостью 12 ГПа [3], это разрушает хромированную поверхность кольца. Чугунные фосфатированные кольца без твердого покрытия дали положительный результат.

Выводы.

1. Разработана технология упрочнения цилиндра компрессора марки А-29.01.000 колесного трактора МТЗ-80 и МТЗ-82 из алюминиевого сплава АК5М7.
2. Проведены ускоренные сравнительные испытания на износ на машине трения типа Бринелля-Хаворта. Коэффициент износостойкости упрочненной поверхности цилиндра компрессора составил 0,99 от чугуна АЧС-1. Износ упрочненного АК5М7 в 4 раза меньше чем сплава АК5М7.

Список литературы

1. <http://www.motornn.ru/articles/tehnologiya-remonta-motornih-detaley/alyuminievyi-blok-tsilindrov-zamenit-nelzya-remontirovat-chas/>
2. Рошин М.Н. Повешение износостойкости деталей из алюминиевого сплава намоточного оборудования. Современные тенденции развития естествознания и технических наук : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 марта 2018 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2018. С. 225-228.
3. Самсонов Г.В. Нитриды. Киев: Наукова думка, 1969. – 380 с.
4. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов. М.: Издат-во АН СССР, 1960. 351 с.

СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Рыжский В.В.

аспирант кафедры «Наземные транспортные средства»,
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

Щетинин Ю.С.

профессор кафедры «Наземные транспортные средства», канд. техн. наук,
профессор, Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

Крумбольдт Л.Н.

профессор кафедры «Наземные транспортные средства», канд. техн. наук,
профессор, Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

Паламодов Е.О.

доцент кафедры «Автомобильный транспорт», канд. техн. наук,
Забайкальский государственный университет, Россия г. Чита

В данной статье, рассмотрена альтернатива шумного и экологически не безопасного двигателя внутреннего сгорания. Альтернативой является двигатель Стирлинга, который относится к двигателю внешнего сгорания. Двигатель Стирлинга в сравнении с двигателем внутреннего сгорания является экономичнее и экологически безопаснее, что дает ему право конкурировать в современном мире.

Ключевые слова: двигатель, комбинированная установка, источник энергии, альтернатива, сгорания, экология.

Неэффективность современных двигателей внутреннего сгорания ни для кого не новость. Коэффициент полезного действия двигателей внутреннего сгорания относительно небольшой. Современные массово выпускаемые силовые установки на базе двигателей внутреннего сгорания, обладают коэффициентом полезного действия в среднем всего 30%. При этом в двигателестроении почти не используется тепловая энергия, которая теряется в виде отработанных газов. Горячие выхлопные газы, обладающие высоким энергетическим потенциалом, вылетают в трубу, не принося благо, а лишь наносят непоправимый вред экологии всей нашей планете. И лишь комбинированные двигатели с турбо наддувом частично используют энергию отработанных газов. Так же стоит отметить и такой факт, что 25% полезной энергии двигателя внутреннего сгорания расходуется на навесное оборудование (насос охлаждения, насос системы смазки, электрогенератор и т.д.) без которого двигатель не способен функционировать.

Существует несколько способов утилизации отработанных газов. Одному наиболее эффективному способу посвящена данная статья. Способ повысить коэффициент полезного действия и экологические показатели, двигателя внутреннего сгорания заключается в том, что мы предлагаем преобразовать тепловую энергию выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания в механическую энергию. Это становится, возможно, если применить в качестве утилизатора отработанных газов, двигатель внешнего подвода теплоты работающего по циклу Стирлинга. Механическая энергия в свою очередь может также преобразоваться в электрическую, что наглядно показывает теорию эксергии. Для того, чтобы подтвердить на практике

работоспособность данного способа, нами было проведено небольшое исследование, которое включала в себя три шага.

Первым шагом исследования стало определение при различных нагрузках средней температуры отработанных газов, двигателей внутреннего сгорания работающих по циклу Отто и Дизеля, работающих на различных видах топлива, полученные данные приведены в таблице. Так же требовалось определить более подходящую конструкцию двигателя внешнего подвода теплоты, необходимую для изготовления экспериментальной силовой установки, которая бы подтвердила или опровергнул предложенный способ утилизации отработанных газов выше упомянутых двигателей.

Таблица

Температура отработанных газов			
Тип двигателей	Температура отработанных газов С°		
	Дизельное топливо	Бензин	Газ (Пропан-бутан)
Двухтактных	700С°	480С°	450С°
Четырехтактных	840С°	850С°	520С°

В ходе определения средней температуры отработанных газов двигателей внутреннего сгорания, стало ясно, что для построения экспериментальной силовой установки, для подтверждения способа утилизации отработанных газов, рациональнее всего использовать двигатель внешнего подвода теплоты тип гамма, работающего по циклу Стирлинга. Схема двигателя внешнего подвода теплоты тип гамма изображена на рис. 1.

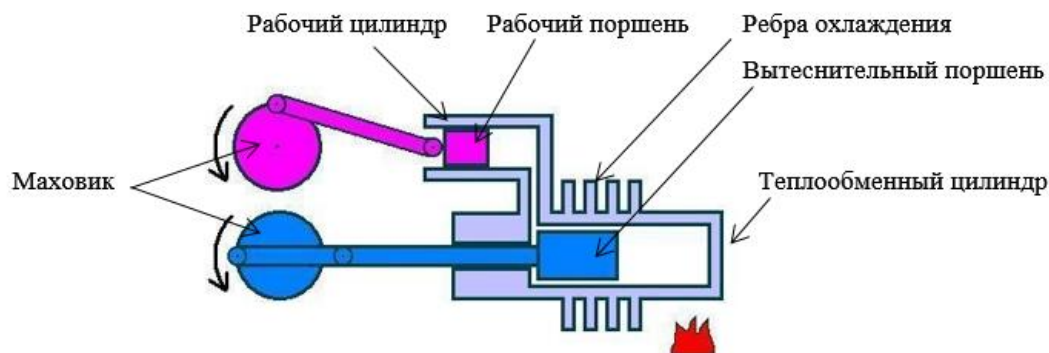


Рис. 1. Двигатель внешнего подвода теплоты тип гамма

Вторым шагом, связанным с подтверждением способа утилизации отработанных газов, стало определение оптимальной схемы соединения двигателя внутреннего сгорания с двигателем внешнего подвода теплоты работающего по циклу Стирлинга. Проведя анализ нескольких вариантов различных схем, был выбран более подходящий для его осуществления. Выбранный вариант приведен на рис. 2.

Третьим шагом исследования стало непосредственное изготовление экспериментальной силовой установки и подача заявке № 2017144078 на выдачу патента, на полезную модель. За основу был взят одноцилиндровый двухтактный двигатель внутреннего сгорания работающего по циклу Отто и вспомогательный двигатель внешнего подвода теплоты, тип гамма, работающего по циклу Стирлинга. Оба двигателя были установлены на жесткую основу и соединены, изготовленным нами коллектором для отвода отработанных газов двигателя внутреннего сгорания. Изготовленная экспериментальная силовая установка изображена на (рис. 3).

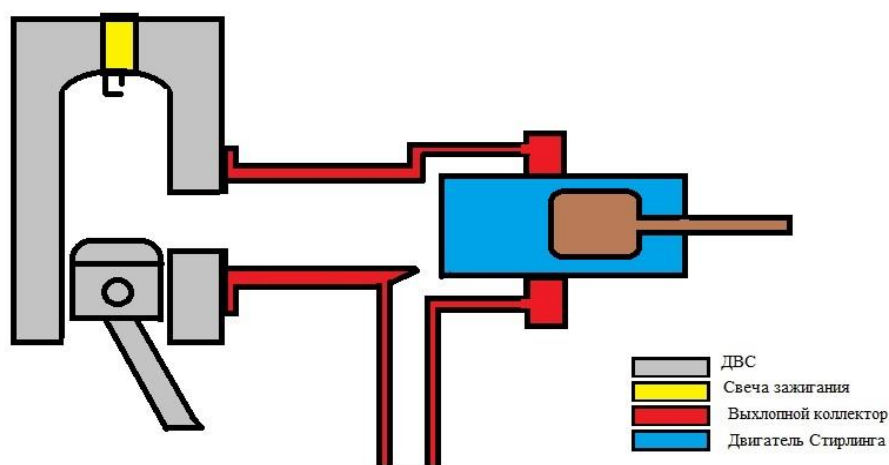


Рис. 2. Схема соединения двигателя внутреннего сгорания и двигателя внешнего подвода теплоты



Рис. 3. Экспериментальная силовая установка

С помощью изготовленной экспериментальной силовой установки, был проведен эксперимент. Эксперимент показал, что запустив двигатель внутреннего сгорания, через определенное время запускается и устойчиво работает двигатель внешнего подвода теплоты, работающий по циклу Стирлинга. Двигатель внешнего подвода теплоты с помощью ремённой передачи приводит в движение электрогенератор постоянного тока 5V-1A. Замер мультиметром напряжения на электрогенераторе показал стабильно 4,8V, что наглядно показало преобразование тепловой энергии отработанных газов в электрическую энергию.

Итогом исследования способа утилизации отработанных газов ДВС с помощью двигателя внешнего подвода теплоты, работающего по циклу Стирлинга стали положительные результаты и подача заявки на изобретение. Анализ результатов эксперимента, показал реальную возможность получения дополнительной механической энергии. Данное обстоятельство приводит к повышению эффективности силовой установки в целом. Используя такого типа силовую установку на транспортных средствах, повысит эффективность, сделает их более экологически чистыми и откроет интерес общества начать массово использовать экологически без-

опасный и эффективный двигатель с двухсот летней историей, Шотландского священника Роберта Стирлинга.

На данный момент человечеству нужно задуматься, что истощения природных источников энергии и стремление к всеобщей экономии в энергетике становится неизбежным. Из всего вышесказанного становится ясно, что при таких обстоятельствах двигатель внешнего подвода теплоты, работающего по циклу Стирлинга, в сочетании с подзаряжаемой теплоаккумулирующей системой станет конкурентно способным в силовых установках для транспорта в целом.

Список литературы

1. Двигатели Стирлинга. Пер. с англ. Под ред. В.М. Бродянского М.: Мир, 1975.
2. Двигатели Стирлинга / [В.Н. Даниличев, С.И. Ефимов, В.А. Звонок и др.]; под ред. М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1977.
3. Ершов, Н.Ф. Тенденции развития зарубежной военной автомобильной техники [Текст] / Н.Ф. Ершов, В.В. Шипилов // Книга 2/ 21 НИИИ МО РФ. – М.: Воениздат, 2008.
4. Ридер Г., Хупер Ч. Двигатели Стирлинга: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986.
5. Уокер Г. Двигатели Стирлинга: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1985. «Колеса» (статья).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ГВС ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

Слесарева М.В.

студентка кафедры теплоснабжения и вентиляции,
Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург

Пономарев Н.С.

доцент кафедры теплоснабжения и вентиляции, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург

Объектом исследования являются два вида систем теплоснабжения – открытые и закрытые. Приведено обоснование возможных нормативов надежности систем ГВС. На основании анализа сделан вывод о целесообразности перевода открытых систем на закрытую схему. В результате исследования предложен вариант дальнейшей эксплуатации открытой системы ГВС, с помощью которого решаются основные проблемы данной схемы на сегодняшний день.

Ключевые слова: ГВС, отказы, нормативы надежности, коэффициент технического использования, коэффициент готовности

Для обеспечения потребителей горячей водой в необходимом количестве и требуемого качества в соответствии с СанПиН 4723-88 «Санитарные правила устройства и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения» требуется надежная система фильтрации горячего водоснабжения (ГВС).

Система ГВС в зданиях повышенной этажности, как правило, состоит из пароводяного подогревателя – бойлера (кожухотрубного или пластинчатого), подвода питьевой воды и отвода конденсата. В бойлере холодная вода получает тепловую энергию от греющего пара, находящегося в межтрубном пространстве, его трубы или пластины, особенно при жесткой воде, достаточно быстро покрываются накипью, имеющей низкую теплопроводность.

Ввиду зашламленности в системе ГВС возникают следующие проблемы:

- мутность и недостаток напора горячей воды;
- увеличение температурных напоров в подогревателях сетевой воды, приводящих к ухудшению показателей;
- снижение тепловой производительности и увеличению гидравлического сопротивления в трубопроводах из-за уменьшения их проходного сечения и роста шероховатости;
- увеличение коррозии трубопроводов [1, с. 312].

Вызвано это тем, что во многих природных водах, используемых для горячего водоснабжения, содержится агрессивная углекислота, углекислотное равновесие (состояние стабильности) достигается при их нагреве до 55-65 °С [2, с. 114].

При более высокой температуре углекислотное равновесие нарушается, что приводит к выпадению карбоната кальция. В теплообменниках он осаждается в виде твердых кристаллических отложений, в трубопроводах систем ГВС – в основном в виде мелкокристаллического шлама. Чем выше температура нагрева воды, тем интенсивнее зарастают теплообменники и тем больше шлама отлагается в трубопроводах системы горячего водоснабжения. Наибольшее количество шлама выпадает в разводящих трубопроводах.

Совокупность указанных выше процессов приводит к тому, что скорость коррозии трубопроводов увеличивается примерно в 1,5-2 раза на каждые 10 °С повышения температуры воды. Наличие же в воде взвешенных частиц коллоидного железа, образующегося в результате коррозии стальных трубопроводов, интенсифицирует процесс выпадения труднорастворимых соединений, так как частицы твердой фазы становятся центрами кристаллизации. Всё это приводит к ухудшению качества воды и к нарушению эксплуатационных характеристик систем централизованного горячего водоснабжения [3, с. 274].

Надежность – это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных значений установленных эксплуатационных показателей. Надежность определяется качеством проектирования, строительства и эксплуатации [4, с. 149].

Первый основополагающий критерий, которым руководствуются при выборе системы подключения – это качество транспортируемой воды. Для закрытых систем в СанПиН «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» отмечается, что «с санитарно-эпидемиологических позиций наиболее надежны СЦГВ, присоединенные к закрытым системам теплоснабжения, а также системы с отдельными сетями горячего водоснабжения», однако это не означает, что качество сетевой воды не влияет на качество воды, подаваемой потребителю. Вторым фактором, влияющим на качество воды, а также и на частоту ремонтных работ на теплопроводах – внутренняя коррозия труб. Поэтому в открытых системах теплоснабжения предусматривается вакуумная деаэрация на источнике. Однако, приведенные в пособии данные по эксплуатации сетей по открытой схеме в городе Санкт-Петербурге, показывают, что даже при использовании вакуумной деаэрации, в 40-45 % случаях отказов в работе трубопроводов служили внутренняя и наружная коррозия [2, с. 114]. Этот фактор приводит к необходимости учета третьего критерия для сравнения разных систем – последствия аварии. Внутренняя коррозия образует небольшое отверстие, через которое начинает вытекать теплоноситель, в результате

происходит постепенное намокание изоляции и активизация наружной коррозии трубопроводов.

Следующим показателем для сравнения систем можно считать показатель аварийности. При прочих одинаковых условиях открытые системы являются более уязвимыми из-за непредсказуемости изменения водоразбора в пиковых режимах работы системы. Так в начале 2000-х годов в одном из микрорайонов города Перми [5, с. 32], имеющем открытую систему теплоснабжения произошла крупная авария, позволившая сделать вывод о недостаточной надежности работы такой схемы в форс-мажорных обстоятельствах. В рассматриваемом конкретном случае следствием аварии на холодном водопроводе при низких температурах наружного воздуха явился повышенный расход теплоносителя в систему горячего водоснабжения. Существующая подпитка не смогла компенсировать резко возросший водоразбор, что привело к «размораживанию» частично завоздушенных трубопроводов тепловой сети во всем микрорайоне. При ликвидации аварии, исходя из имеющейся на тот момент возможности, для некоторых многоквартирных домов схема системы была заменена на закрытую. Однако, в целом заменить схему теплоснабжения микрорайона не представилось возможным, несмотря на то, что жилой район является достаточно компактным с небольшой плотностью заселения. Что касается продолжительности ремонтного цикла в целом, для жилого района с аналогичной по мощности котельной (район «Вышка-2»), но с закрытой системой теплоснабжения, он составляет в 1,5 раза больший показатель.

Главное преимущество закрытой схемы теплоснабжения – стабильном гидравлическом режиме благодаря постоянству расхода в обеих магистралях [3, с. 114]. В пользу же открытой системы приводится показатель максимальной реализации теплофикации за счет подогрева больших объемов подпиточной воды источниками вторичного тепла. Например, на Южной ТЭЦ в Санкт-Петербурге расход подпиточной воды составляет несколько тонн в час и ее нагрев осуществляется низкопотенциальным источником – отработанным паром от трех энергетических турбин. Данная схема энергоэффективна и соответствует закону об энергосбережении. Перевод на закрытую схему на примере той же Южной ТЭЦ привел бы к перерасходу более ста тысяч тонн условного топлива в год [6, с. 312].

Важнейшим критерием при выборе схемы остается физико-химический состав примесей в воде городского источника водоснабжения. Единой оценки этого критерия при выборе системы теплоснабжения в литературе нет. Поскольку активность процессов внутренней коррозии, связанную с повышенным содержанием кислорода в открытых системах теплоснабжения можно сравнить с усилением коррозии в закрытых системах, связанную с перетоками водопроводной недеаэрированной воды в сетевую воду в неплотных местах теплообменников, сравнивать схемы по коррозионной активности не целесообразно [2, с. 212].

В другой статье [7, с. 106], авторы, являющиеся специалистами ОАО «Теплосеть Санкт-Петербурга», соглашаются с оценкой энергетической эффективности открытой системы, но отмечают, что приоритет лежит на «обеспечении системной надежности». Поэтому нестабильность гидравлического режима открытой системы необходимо отнести к важнейшему недостатку данного типа систем. Что касается качества воды, то «в открытой системе теплоснабжения принципиально невозможно обеспечить соответствие качества горячей воды, подаваемой потребителям, питьевому стандарту, установленному нормативными требованиями СанПиН». Совершенно было бы говорить о соответствии воды питьевым показателям, если эта

вода совершает несколько циркуляционных циклов в системе теплоснабжения, через отопительные приборы и многочисленные трубопроводы прежде чем попадает в кран внутридомовой системы горячего водоснабжения.

Если в работе [8, с. 112] говорится о неэффективности с точки зрения энергосбережения в открытых системах теплоснабжения, то в статье [5, с. 33], наоборот, описывается неоспоримое преимущество открытой схемы – экономия на тепловых потерях в переходный период. Так как температура обратного теплоносителя в открытой схеме в расчетный период равна 65°С в переходный период ещё ниже, получается избежать перетоков, которые являются спутниками закрытой схемы.

Таким образом, обе системы, прошедшие испытание многими годами эксплуатации, показывали и показывают себя по-разному. Серьёзные аварийные ситуации случаются и в открытых системах и в закрытых. Поэтому планируемое государством закрытие всех существующих открытых систем к 1 января 2022 года, которое ведет к колоссальным денежным затратам, требует детальной проработки в каждом конкретном случае, в конкретном регионе и при соответствующем технико-экономическом обосновании.

В результате анализа пособий и статей можно сделать вывод, что самым эффективным вариантом решения проблем теплоснабжения является реконструкция систем в пределах существующих схем. Так, в открытых схемах в настоящее время можно избежать скачков давления с помощью регуляторов перепада давления и использования частотного привода насосов. Современные фильтры позволяют качественно произвести очистку воды перед подачей в водоразборные краны. Кроме того, не придется покупать дорогостоящие теплообменники, циркуляционные насосы, выделять места для размещения оборудования закрытых систем. Следует отметить и особенности в режимах эксплуатации разных систем теплоснабжения, которые необходимо учитывать при переобучении персонала, несколько десятилетий работающего по одному алгоритму. Это, безусловно, приведет к нарушению слаженности эксплуатационных служб [9, с. 112].

Поэтому требуется провести дополнительные исследования работы систем теплоснабжения с целью получения численных оценок и конкретных рекомендаций по работе различных схем и целесообразности перевода систем на закрытую схему.

Список литературы

1. Шарапов В.И. О выборе способа горячего водоснабжения в теплофикационных системах городов // Сборник научных трудов научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» УлГТУ.
2. Переверзев, В. А. Справочник мастера тепловых сетей / В. А. Переверзев, В. В. Шумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергоатомиздат, 1987. – 272 с. : ил.
3. Соколов, Е. И. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов / Е. И. Соколов. – 5-е изд., перераб. – М. : Энергоатомиздат, 1982. – 360 с. : ил.
4. Стренадко И.М., Рожков Р.Ю., Кийски А.В. О проблемах открытых систем теплоснабжения // «Новости теплоснабжения» – 2013. – №01 (149).
5. Опыт и перспективы модернизации электроприводов в системах жизнеобеспечения большого города / Н.Ф. Ильинский, А.Н. Ремезов, А.В. Сорокин, Ю.А. Крылов // Электричество. 2007. № 7. С. 28-34.
6. Ротов П.В. Совмещение качественного и количественного регулирования тепловых нагрузок систем теплоснабжения // Сборник научных трудов научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» УлГТУ.

7. Автушенко, Н. А. Эффективность управления переходными процессами в магистральных трубопроводах горячего водоснабжения / Н. А. Автушенко, Г. С. Леневский // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 105-113.

8. Исследование нестационарного тепло- и массопереноса / Под ред. А. В. Лыкова, Б. М. Смольского. – Минск : Наука и техника, 1966. – 252 с. : ил.

9. Ионин, А. А. Надежность систем тепловых сетей [Текст] / А. А. Ионин. – М. : Стройиздат, 1989. – 268 с. : ил.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ

Столбцов А.Р.

магистрант первого курса, Академия строительства и архитектуры,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматривается метод формирования логистических цепей для повышения качества транспортного обслуживания. Данный метод может быть эффективным при анализе доступности, транспортных издержек и потерь времени. Повышение доступности особенно важно для маломобильных групп населения.

Ключевые слова: доступность, транспортное обслуживание, транспортно-пересадочный узел, логистические цепи, транспортная система.

Транспортные потребности каждого человека различны. Наибольшие сложности в реализации таких потребностей испытывают маломобильные группы населения (МГН). В России проживает 12,2 миллиона официально зарегистрированных инвалидов 18 лет и старше (10,6% взрослого населения на начало 2015 года без учета Крыма). Вместе с тем, реальный масштаб целевой группы социальной политики в отношении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья намного больше. Министерство труда оценивает его в 40 миллионов человек, относя к ним все маломобильные группы граждан. Ограничения в передвижении испытывает каждый человек на протяжении всей жизни: в детском возрасте они преимущественно связаны с психофизиологическими и антропометрическими особенностями; в старшем возрасте ограничения обусловлены заболеваниями, нарушениями функций организма, немощью, необходимостью передвижения с тяжёлыми вещами или с детской коляской, другими особенностями. Возможность или невозможность человека воспользоваться транспортной системой определяется показателем доступности [2, с. 12].

Доступность подразделяется на следующие виды:

- физическая (определяется формой и размерами объектов, а также расстоянием до места их расположения);
- информационная (определяется легкостью понимания человеком окружающей его ситуации в пространстве и во времени);
- организационно-технологическая (определяется режимом работы транспорта; уровнем обслуживания, нормативными требованиями и др.);
- финансовая (определяется возможностью человека оплатить пользование транспортом).

Необходимым условием доступности транспортной системы является неразрывность ее элементов на всех этапах передвижения человека между пунктами от-

правления и назначения. Учитывая приоритетность этого условия, наиболее удобным способом формализации маршрутов передвижения людей является их представление в виде логистической цепи.

Формализация логистических цепочек возможна на основе введения классификатора типовых элементов транспортной системы. Для разработки такого классификатора были установлены следующие основополагающие элементы транспортной системы:

- «Р» – Пешеходные пути;
- «Т» – Транспортные средства;
- «І» – Инфраструктура пассажирского транспорта;
- «Н» – Транспортно-пересадочный узел.

Используя эти элементы можно составить цепь передвижения из пункта А в пункт В. Например, человек следует из места жительства в место работы. Его маршрут передвижения можно представить следующим образом: Отбытие из пункта отправления (из дома) → Пешее передвижение по пешеходным путям → Размещение на объекте инфраструктуры (остановочный пункт) → Посадка, поездка в транспортном средстве и высадка → Пересадка в ТПУ на другой вид транспорта или маршрут → Посадка, поездка в транспортном средстве и высадка → Размещение на объекте инфраструктуры (остановочный пункт) → Пешее передвижение по пешеходным путям → Прибытие в пункт назначения (работа). В общем виде эта цепь представляет собой последовательность букв (элементов) (рисунок).



Рис. Логистическая цепь передвижения человека из пункта А в пункт В

Проанализировав существующие элементы транспортной системы можно сформировать для каждого из элементов классификационные таблицы с присвоением индексов, позволяющие более полно описать каждый элемент.

Рассмотрим классификационную таблицу на примере транспортно-пересадочного узла. Но что такое транспортно-пересадочный узел?

Транспортно-пересадочный узел (далее ТПУ) – это узловый элемент планировочной структуры транспортно-общественного назначения, являющийся частью транспортной системы, расположенный на территории города или пригородной зоны, где маршруты автобуса, трамвая, троллейбуса, линии метро или железной дороги пересекаются между собой или подходят к сооружениям внешнего транспорта (морских портов, Ж./Д. вокзалов, аэропортов и автовокзалов). Включает в себя остановки транспорта и соответствующие транспортные сооружения, такие как пересадочный терминал [3, с. 251].

Независимо от вида, типа и состава ТПУ его основное назначение – это минимизация времени пересадки, обеспечение условий повышенного комфорта. Время осуществления пересадки с одного вида транспорта на другой (или с одного маршрута на другой) должно стремиться к значению не более 3-х минут.

Классификационная таблица для ТПУ представляет себя набор индексов (таблица).

Классификационная таблица транспортно-пересадочного узла

№	Элемент: Транспортно-пересадочный узел. Общий индекс: $N_{abc(d_e)}$
Индекс а	
М	Межрегиональные
Р	Региональные
Т	Городские
Индекс b	
1	ГНПТ-ГНПТ
2	ГНПТ-метрополитен
3	ГНПТ-пригородный автомобильный
4	ГНПТ-пригородный железнодорожный
5	ГНПТ-пригородный железнодорожный-пригородный автомобильный
6	ГНПТ-пригородный железнодорожный-метрополитен
7	ГНПТ-пригородный автомобильный-метрополитен
8	ГНПТ-пригородный железнодорожный – пригородный автомобильный-метрополитен
Индекс с	
І	Одноуровневые (Плоскостные)
О	Многоуровневые
Индекс d	
1	Пешеходные пути на территории объекта, в том числе пешеходные переходы, мосты, тоннели, пешеходные галереи, переходы между этажами
2	Пункт продажи, бронирования, возврата билетов
3	Пункт регистрации, контроля пассажиров
4	Пункт досмотра пассажиров
5	Пункт сдачи, приема, досмотра багажа и ручной клади (включая камеры хранения)
6	Медицинский пункт
7	Комната матери и ребенка
8	Пункт питания
9	Туалет
10	Санитарная комната
11	Место ожидания, отдыха
12	Оборудованное место посадки в транспортное средство и(или) высадки из него
Индекс e	
1	Оборудовано турникетами
2	Оборудовано тактильной плиткой
3	Средства информационного обеспечения (в том числе для МГН)
4	Эскалаторы
5	Лифты (в том числе для МГН)
6	Средства ограничения доступа

ГНПТ – Городской наземный пассажирский транспорт*

Предположим, что человек прибывает в городской, одноуровневый ТПУ с видом взаимодействия транспорта ГНПТ-ГНПТ. Человек идет по пешеходным путям оборудованные тактильной плиткой на территории ТПУ. Проходит пункт досмотра, оборудованный средствами информационного обеспечения. Попадает в пункт продажи билета оборудованный тактильной плиткой и средствами информационного обеспечения. Далее направляется в зал ожидания. Далее двигается по территории ТПУ, совершает посадку на транспортное средство и покидает зону

ТПУ. При описании цепи передвижения в транспортно-пересадочном узле запись выглядит: Н_{ТПУ}(1₂-4₃-2₂₃-11-1₁₂₃-12).

Это лишь один элемент транспортной системы. Также для более полного описания передвижения от пункта А в пункт В можно составлять подобные классификационные таблицы для каждого элемента транспортной системы.

Таким образом классификация составляющих логистических цепочек помогает определить возможности и конкретные направления для улучшения транспортного обслуживания, а также повышения доступности и снижения временных издержек при прохождении логистической цепи. Формирование таких моделей может быть полезным при решении различных задач в сфере транспортного планирования с учетом потребностей маломобильных групп населения.

Список литературы

1. Баранов А.С. Типология транспортно-пересадочных узлов как элементов транспортно-коммуникационного пространства города // Проблемы и направления развития градостроительства: материалы Междунар. науч.-практ. конф./ ЦНИИП градостроительства РААСН. М., 2013. С. 14-20.
2. Разработка моделей создания единого транспортного пространства для инвалидов и других маломобильных групп населения и подготовка предложений по внесению изменений в нормативные правовые акты по вопросам создания доступной среды для инвалидов на транспорте в связи с ратификацией Российской Федерацией Конвенции о правах инвалидов: отчет о НИР (заключ.) / ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта»; рук. В. В. Донченко; исп. Д. В. Енин [и др.]. М., 2013. 222 с.
3. Солодкий А.И., Горев А.Э., Бондарева Э.Д. Транспортная инфраструктура. Учебник и практикум для академического бакалавриата Год: 2016 / Гриф УМО ВО. 290 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫПАРИВАНИЯ САХАРНОГО СИРОПА

Судаков М.В.

магистрант кафедры «Информационные процессы и управление»,
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

Скворцов С.А.

доцент кафедры «Информационные процессы и управление», канд. техн. наук,
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

Толстошеин С.С.

генеральный директор, канд. техн. наук, ООО «Системы моделирования»,
Россия, г. Тамбов

В статье математическое моделирование процесса выпаривания сахарного сиропа рассматривается задача обеспечения технологического процесса управлением при минимальных затратах на энергоресурсы и максимальном совокупном критерии качества выпускаемого продукта используя весь арсенал новейших разработок в области управления технологическими процессами.

Ключевые слова: математическая модель, автоматизация, дифференциальное уравнение, оптимизация, технология.

Выпарное отделение выполняет один из основных этапов получения сахара и обеспечивает паром технологическое оборудование на всех этапах производства.

Режим работы выпарной установки регулируют, изменяя давление отработавшего (греющего) пара либо увеличивая количество вторичного пара, выводимого в вакуум-конденсационную установку. За основу принимают параметры вторичного пара 2 корпуса выпарной установки

При разработке математической модели процесса выпаривания сахарного сиропа принимаем технологическую схему, представленную на рисунке.

На рисунке использованы обозначения: $G_{\text{ВХ}}$ – расход сока, поступающего в аппарат; $G_{\text{ВЫХ}}$ – расход сиропа, уходящего из аппарата; K_1, K_2, K_3 – клапаны; $k_{v1}, k_{v2}, k_{v3}, k_{v4}$ – пропускные способности клапанов K_1, K_2, K_3, K_4 ; $P_{\text{ВХ}}$ – давление в трубопроводе перед клапаном K_1 ; $P_{\text{ВЫХ}}$ – давление в трубопроводе после клапана K_2 ; $T_{\text{ВХ}}$ – температура сока; $x_{\text{ВХ}}$ – концентрация сахара в соке; $T_{\text{ВЫХ}}$ – температура сиропа и вторичного пара; $x_{\text{ВЫХ}}$ – концентрация сахара в сиропе; $T_{\text{ГП}}, P_{\text{ГП}}$ – температура и давление греющего пара, соответственно; P, V, W – давление, объем, расход вторичного пара, соответственно; $G_{\text{К}}$ – расход отводимого конденсата.

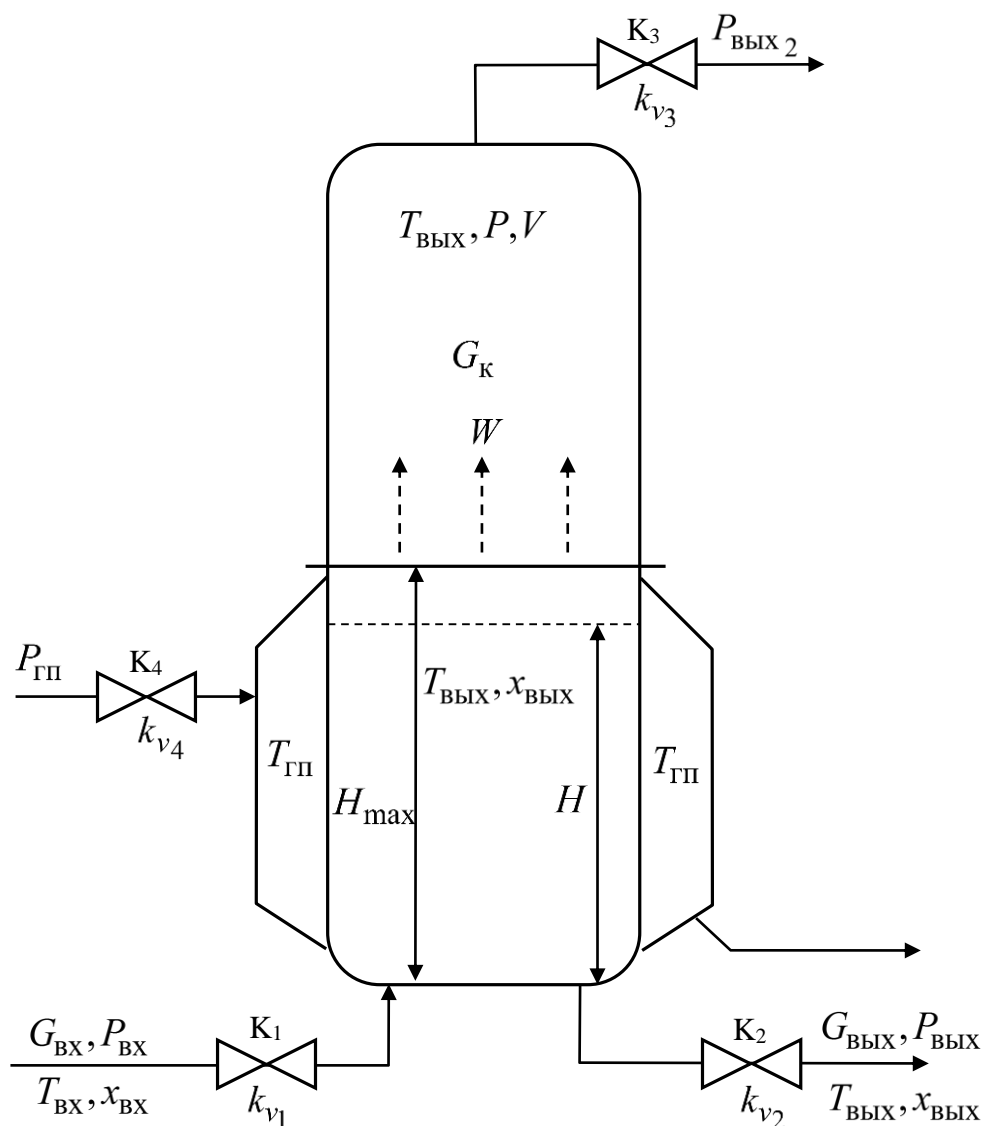


Рис. Схема процесса выпаривания

При разработке математической модели процесса выпаривания сахарного сиропа принимаем следующую систему допущений:

- 1) объем кипящего сиропа идеально перемешан, т.е. температура в любой точке кипящего слоя равна температуре сиропа на выходе из аппарата;
- 2) объем вторичного пара идеально перемешан, т.е. его температура в любой точке парового объема равна температуре вторичного пара на выходе из аппарата;
- 3) вторичный пар обладает свойствами идеального газа;
- 4) потери тепла в окружающую среду через боковую поверхность аппарата отсутствуют;
- 5) температура вторичного пара равна температуре кипения сиропа;
- 6) коэффициент паронаполнения сиропа равен нулю;
- 7) теплота парообразования постоянна и не зависит от температуры;
- 8) плотность, удельная теплоемкость сиропа постоянны;
- 9) температурная депрессия кипящего сиропа отсутствует;
- 10) геометрические размеры аппарата постоянны.

На основе принятой системы допущений математическая модель процесса выпаривания сахарного сиропа примет вид.

Материальный баланс для кипящего слоя сахарного сиропа:

$$\rho \cdot S \cdot (1 - \varepsilon) \cdot \frac{dH}{d\tau} = G_{\text{BX}} - G_{\text{ВЫХ}} - W, \quad (1)$$

где ρ – плотность сахарного сиропа, кг / м³; S – площадь поперечного сечения выпарного аппарата, м²; ε – доля площади греющих труб в общей площади поперечного сечения аппарата; H – уровень сиропа в аппарате, м; G_{BX} – расход поступающего в аппарат сока, кг / с; $G_{\text{ВЫХ}}$ – расход выходящего из аппарата сиропа, кг / с; W – интенсивность испарения воды из сока, кг / с.

Расход поступающего в аппарат сока G_{BX} находим как:

$$G_{\text{BX}} = k_{v1} \cdot \rho \cdot \sqrt{P_{\text{BX}} - (\rho \cdot g \cdot H + P)}, \quad (2)$$

где k_{v1} – коэффициент пропускной способности клапана К₁, м³ / (с Па^{1/2}); P_{BX} – давление на входе клапана К₁, Па; g – ускорение свободного падения, м / с²; P – давление вторичного пара в аппарате, Па.

Расход выходящего из аппарата сиропа $G_{\text{ВЫХ}}$ определим как:

$$G_{\text{ВЫХ}} = k_{v2} \cdot \rho \cdot \sqrt{(\rho \cdot g \cdot H + P) - P_{\text{ВЫХ}}}, \quad (3)$$

где k_{v2} – коэффициент пропускной способности клапана К₂, м³ / (с Па^{1/2}); $P_{\text{ВЫХ}}$ – давление на выходе клапана К₂, Па.

Интенсивность испарения воды из сока W определяется тем фактом, что при температуре сока $T_{\text{ВЫХ}}$ ниже температуры кипения (насыщения) T^* подводимое тепло используется на нагрев сока, а в случае если температура $T_{\text{ВЫХ}}$ равна или превосходит температуру насыщения, то подводимое тепло используется для испарения воды. Таким образом, для интенсивности испарения W имеет следующее условное выражение:

$$W = \begin{cases} 0, T_{\text{ВЫХ}} < T^*(P) \\ K \cdot \frac{H}{H_{\text{max}}} \cdot F \cdot \frac{(T_{\text{ГП}} - T_{\text{ВЫХ}})}{r}, T_{\text{ВЫХ}} \geq T^*(P) \end{cases}, \quad (4)$$

где K – коэффициент теплопередачи от греющего пара к кипящему соку, Дж / (с м² °C); H_{\max} – высота греющих труб, м; F – поверхность теплообмена выпарного аппарата, м²; $T_{\text{гп}}$ – температура греющего пара, °C; $T_{\text{вых}}$ – температура кипящего сиропа, °C; r – удельная теплота парообразования воды, Дж / кг; T^* – температура насыщения греющего пара при давлении P , °C.

В процессе выпаривания площадь поверхности теплообмена зависит от текущего уровня кипящего слоя H . Данный факт учитывается в выражении (2.4) путем умножения номинальной величины поверхности теплообмена выпарного аппарата F на поправочный множитель H / H_{\max} , который будет изменяться в пределах от 0 до 1.

Начальное условие для уравнения (2.1) имеет вид:

$$H(0) = H_0, \quad (5)$$

где H_0 – уровень сиропа в аппарате в начальный момент времени, м.

Естественные ограничения на уровень сиропа в аппарате:

$$H = \begin{cases} 0, & H < 0; \\ H, & 0 < H < H_{\max}; \\ H_{\max}, & H \geq H_{\max}. \end{cases} \quad (6)$$

Материальный баланс по сахару в кипящем слое имеет вид:

$$\rho \cdot S \cdot (1 - \varepsilon) \cdot \frac{d(H \cdot x_{\text{вых}})}{d\tau} = G_{\text{вх}} \cdot x_{\text{вх}} - G_{\text{вых}} \cdot x_{\text{вых}}, \quad (7)$$

где $x_{\text{вх}}$ – концентрация сахара в соке, кг сахара / кг сока; $x_{\text{вых}}$ – концентрация сахара в сиропе, кг сахара / кг сиропа.

Начальное условие для уравнения (7) имеет вид:

$$H(0) \cdot x_{\text{вых}}(0) = H_0 \cdot x_{\text{вых}0}, \quad (8)$$

где $x_{\text{вых}0}$ – концентрация сахара в сиропе в начальный момент времени, кг сахара / кг сиропа.

Тепловой баланс для объема сиропа имеет вид:

$$\begin{aligned} \rho \cdot S \cdot (1 - \varepsilon) \cdot c \cdot \frac{d(H \cdot T_{\text{вых}})}{d\tau} = G_{\text{вх}} \cdot c \cdot T_{\text{вх}} - G_{\text{вых}} \cdot c \cdot T_{\text{вых}} + \\ + K \cdot \frac{H}{H_{\max}} \cdot F \cdot (T_{\text{гп}} - T_{\text{вых}}) - W \cdot (c \cdot T_{\text{вых}} + r) \end{aligned} \quad (9)$$

где c – удельная теплоемкость сиропа, Дж / (кг °C).

Начальное условие для уравнения (9):

$$H(0) \cdot T_{\text{вых}}(0) = H_0 \cdot T_{\text{вых}0}, \quad (10)$$

где $T_{\text{вых}0}$ – температура сиропа в начальный момент времени, °C.

Аналитическая зависимость $T_{\text{гп}}(P)$ получена в Приложении 1 и имеет вид:

$$T_{\text{гп}}(P) = a_1 + a_2 P + a_3 P^2 + a_4 P^3 + a_5 P^4, \quad (11)$$

где $a_1=321,1211559$, $a_2=0,000738398$, $a_3=-2,56233 \cdot 10^{-9}$, $a_4=4,28537 \cdot 10^{-15}$, $a_5=-2,57309 \cdot 10^{-21}$.

Зависимость (11) будем также использовать для нахождения величины T^* в выражении (4).

Дифференциальное уравнение материального баланса в паровом объеме выпарного аппарата имеет вид [2, с. 86]:

$$\frac{dM_{\text{п}}}{d\tau} = W - k_{v3} \cdot \sqrt{P \cdot (P - P_{\text{вых}2})}, \quad (12)$$

где k_{v3} – коэффициент пропускной способности клапана K_3 , кг / (с Па); $\rho_{\text{п}}$ – плотность пара кг / м³; $P_{\text{вых}2}$ – давление на выходе клапана K_3 , Па.

Начальное условие для уравнения (12) имеет вид:

$$M_{\text{п}}(0) = M_{\text{п}0} = \frac{P_0 \cdot V_0}{R \cdot T_{\text{вых}0}} \mu, \quad (13)$$

где P_0, V_0, T_0 – давление, объем, температура вторичного пара в начальный момент, соответственно; μ – молярная масса пара, кг/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль К)

Объем пара V в аппарате найдем как:

$$V = V_{0,5} + S \cdot (1 - \varepsilon) \cdot (H_{\text{max}} - H), \quad (14)$$

где $V_{0,5}$ – объем аппарата над греющими трубами, м³.

Давление вторичного пара в аппарате:

$$P = \frac{M_{\text{п}}}{V \cdot \mu} \cdot R \cdot T_{\text{вых}} \quad (15)$$

Дифференциальное уравнение материального баланса в паровом объеме греющих труб выпарного аппарата имеет вид:

$$\frac{dM_{\text{гп}}}{d\tau} = k_{v4} \cdot \sqrt{P_{\text{гп,к}} \cdot (P_{\text{гп,к}} - P_{\text{гп}})} - \frac{K \cdot H}{H_{\text{max}}} \cdot F \cdot \frac{(T_{\text{гп}} - T_{\text{вых}})}{r}, \quad (16)$$

где k_{v4} – коэффициент пропускной способности клапана K_4 , кг / (с Па); $P_{\text{гп,к}}$ – давление перед клапаном подачи греющего пара, Па.

Начальное условие для уравнения (16) имеет вид:

$$M_{\text{п}}(0) = M_{\text{гп}0} = \frac{P_{\text{гп}0} \cdot V_{\text{гп}0}}{R \cdot T_{\text{гп}0}} \mu, \quad (17)$$

Список литературы

1. Вукалович, М.П. Термодинамические свойства водяного пара. – М.; Ленинград : Изд-во Госэнергоиздата, 1946. – 88 с.
2. Фрэнкс, Р. Математическое моделирование в химической технологии. – М. : Химия, 1971. – 272 с.
3. Кульнева, Н.Г. Модели управления технологическими процессами свеклосахарного производства / Н.Г. Кульнева, Ю.С. Сербулов, А.В. Кульнев – Воронеж : Воронежск. гос. технол. акад., 2006. – 155 с.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ САХАРА

Судаков М.В.

магистрант кафедры «Информационные процессы и управление»,
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

Скворцов С.А.

доцент кафедры «Информационные процессы и управление», канд. техн. наук,
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

Толстошеин С.С.

генеральный директор, канд. техн. наук, ООО «Системы моделирования»,
Россия, г. Тамбов

В статье рассматривается текущее состояние сахарного производства и ставится задача усовершенствования системы управления технологическим процессом производства сахара для обеспечения ресурсосбережения и увеличение срока службы основного технологического оборудования, для повышения качества выпускаемой продукции.

Ключевые слова: производство сахара, автоматизация, технологический процесс, стадия выпаривания, технология.

На сегодняшний день в Российской Федерации осуществляют переработку сахарной свеклы около 70 действующих сахарных заводов. В 2017 году в РФ было выпущено более 6,6 млн. тонн сахара, что почти на 4% выше результата 2016 года.

Приоритетными направлениями развития сахарной промышленности в России являются:

- переход сахарной промышленности к ресурсосберегающим технологиям производства;
- развитие импортозамещения в сахарной отрасли;
- экологическая безопасность сахарной продукции;
- насыщение внутреннего рынка и увеличение экспорта сахара.

В настоящее время выделяют основные системные проблемы, связанные с производством сахара:

- недостаток заготовок сахарной свеклы с определенными качественными характеристиками для переработки;
- моральный и физический износ технологического и технического оборудования производства;
- неразвитая инфраструктура хранения и транспортировки готовой продукции.

Сахарное производство базируется на непрерывности технологического процесса с использованием основного непрерывно действующего оборудования. Технологический процесс производства сахара достаточно сложен и включает в себя множество операций, которые объединяют в несколько этапов: отделение от свеклы примесей, резка свеклы в стружку, извлечение сахара из стружки, очистка и сгущение сока, кристаллизация сахара, центрифугирование утфеля, сушка сахара. Принципиальная схема производства сахара представлена на (рисунк) [1].



Рис. Принципиальная схема производства сахара

Применяемая локальная система управления для контроля технологических параметров и управления процессами основывается на морально устаревших и физически изношенных технических средств автоматизации. В результате применения несовершенной системы управления при производстве сахара возникают нарушения правильности ведения технологического процесса, приводящие к перерасходу сырья, а также определяет качество получаемого готового продукта.

Средства локальной автоматики решают только задачи стабилизации, и позволяют обеспечить автоматизацию простейших функций управления технологическим процессом производства сахара.

В связи с вышеизложенным перед нами ставятся задачи:

- выделение критического участка в процессе производства сахара;
- усовершенствования системы управления технологическим процессом производства сахара для обеспечения ресурсосбережения и увеличение срока службы основного технологического оборудования.

В качестве стадии, лимитирующей качество выпускаемого сахара, является стадия выпаривания, которая выполняется на этапе очистки и сгущение сока. Это обусловлено тем, что процесс выпаривания напрямую определяет качество получаемого сахара и связан со значительными затратами энергоресурсов. Кроме того, получаемый вторичный пар является теплоносителем для других теплообменных аппаратов. Поэтому повышение эффективности проведения процесса выпаривания позволит получить значительный экономический эффект. В связи с этим данная стадия требует глубокий анализ для выявления характерных особенностей протекания процесса и выявление критического технологического параметра.

На основе анализа технологического процесса как объекта управления с учетом административно-оперативной структуры управления производством предусматривается двухуровневая система управления процессом производства сахара: нижний и верхний уровни.

На верхнем уровне управления координируется работа технологических аппаратов, производится централизованный контроль за состоянием технологического объекта, производится взаимообмен с подсистемами нижнего уровня АСУ ТП. Подсистемы нижнего уровня обеспечивают реализацию управляющих функций АСУ ТП с высокой степенью независимости от центрального вычислительного комплекса.

Нижний уровень образуют программируемые контроллеры, датчики, преобразователи, запорно-регулирующая арматура.

Применяемые датчики для измерения технологических параметров (уровень сока, расход сока, температуру сока, давление пара, температуру пара, расход пара, плотность сиропа) отвечают основным требованиям:

- выходной сигнал 4-20 мА+Hart;
- степень защиты от попадания пыли и воды не ниже IP55;
- занесены в государственный реестр средств измерений.

Основными задачами программируемого контроллера являются получение информации об объекте управления от первичных измерительных преобразователей; преобразование информации в цифровую форму и передача информации верхнему уровню управления, контроль и регулирование с целью отработки предписаний, задаваемых верхним уровнем управления.

Верхний уровень управления предполагает наличие персонального компьютера и реализованного на нем пульта оператора с использованием SCADA-системы. Взаимодействие между уровнями (АРМом и контроллерами) должно осуществляться посредством сети Ethernet с использованием стандартных протоколов.

Рассматриваемая автоматизированная система управления процессом производства сахара обеспечивает:

- мониторинг технологических параметров и состояния технологического оборудования;

- автоматизированное и дистанционное управление технологическими процессами, реализацию температурных режимов в корпусах выпарной установки и обеспечения требуемого уровня кипящего сока;
- прием информации от датчиков уровня, температуры, давления, расхода и отображение информации на мониторе автоматизированного рабочего места оператора.
- сигнализация и регистрация отклонений параметров и отказов оборудования;
- автоматическое протоколирование действий человека-оператора по управлению технологическим процессом.
- формирование отчетной документации по эксплуатационным параметрам технологического процесса.
- архивирование информации и отображение архивных данных.

Рассматриваемая двухуровневая система управления производством сахара позволит:

- 1) обеспечить ресурсосбережение: потери сырья, использование вторичного пара и т.д.;
- 2) улучшить качество готового продукта (сахара);
- 3) упростить трудоемкие процессы производства;
- 4) снизить себестоимость продукта.

Также автоматический контроль и регулирование основных технологических параметров позволит снизить вероятность возникновения неблагоприятных ситуаций, уменьшить влияние человеческого фактора.

Список литературы

1. <http://www.rossahar.ru/Production-of-sugar/technology/>

ПИГМЕНТНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Фоменко А.И.

профессор, д-р техн. наук, профессор,
Вологодский государственный университет, Россия, г. Вологда

Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по получению из отходов металлургического производства железоксидных пигментов для окрашивания сухих строительных смесей. Исследования показали, что пигменты пригодны для использования в рецептуре сухих строительных смесей, характеризуются хорошей окрашивающей способностью без снижения качества продукта.

Ключевые слова: техногенное сырье, железоксидные пигменты, композиционное гипсовое вяжущее, пигментный наполнитель.

Применяемые в производстве строительных материалов и изделий пигменты должны быть долговечны и безвредны, устойчивы к действию щелочей, обладать свето- и атмосферостойкостью, антикоррозионными свойствами, отличаться теплыми мягкими тонами окраски. Таким требованиям в полной мере отвечают железоксидные пигменты. Потребности строительной индустрии в них в настоящее время удовлетворяются в основном за счет привозных пигментов из Китая, Турции, Германии и других производителей [1, 5]. В тоже время такие пигменты могут

производиться из местного сырья, в том числе крупнотоннажных отходов различных производств, что подтверждено многочисленными публикациями [1, 4, 6].

Среди всего многообразия железосодержащих промышленных отходов, пригодных по составу для получения железоксидных пигментов, особое место занимают отходы металлургического производства. Это связано с образованием в этих производствах значительного количества отходов в виде пыли или шламов с различным содержанием железа в форме оксидов, высокой степени дисперсности, характерной для пигментов.

Задачей данного исследования являлось получение из техногенного шлама железного купороса травильных отделений прокатного производства железоксидных пигментов, пригодных для поверхностного и объемного окрашивания строительных материалов и изделий.

В составе исходного шлама железного купороса согласно ГОСТ 6981-75 определялась массовая доля сульфата железа (II), оксидов железа (II, III), общего железа, свободной серной кислоты, гигроскопической влаги. Химический состав и физико-механические показатели пигментов определялись согласно ГОСТ 21119.1-75 – ГОСТ 21119.10-75 и ТУ 6-10-602-74. Основными определяемыми компонентами пигментов являлись оксид железа (III) Fe_2O_3 и водорастворимые вещества. Фазовый состав получаемых образцов пигментов исследован с использованием рентгенофазового анализа на дифрактометре ДРОН-3М в излучении $\text{Cu-K}\alpha$. Изучение возможности получения из шлама железоксидных пигментов приемлемого качества для использования в строительной индустрии проводили по общей технологической схеме железоксидных пигментов [2, 3].

В лабораторных условиях из шлама были получены методом прокалочного синтеза образцы красных железоксидных пигментов темных оттенков (капут-мортум), светлых оттенков (венецианская красная), методом осадочного синтеза образцы черных, желтых и коричневых железоксидных пигментов и изучен их минералогический состав.

При получении пигмента капут-мортум предварительно измельченный шлам железного купороса смешивался с добавкой, в качестве которой использовался хлорид натрия. Сырьевая шихта выдерживалась в термостате в течение 2 ч в температурном режиме не более 40°C и 1,0-1,5 ч при температуре $150-200^\circ\text{C}$ до получения моногидрата сульфата железа (II). Полученный продукт прокаливался в муфельной печи при температуре 800°C в течение 1,5-3 ч. Увеличение температуры или продолжительности прокаливания приводило к укрупнению частиц пигмента, пигмент приобретал темный оттенок, качество продукта ухудшалось. После завершения процесса прокаливания полученный продукт промывался нагретой до $50-60^\circ\text{C}$ водой до отсутствия сульфат-ионов в промывных водах. Промытый осадок отфильтровывался, высушивался при температуре $110-120^\circ\text{C}$ и измельчался.

Для получения пигмента венецианская красная шлам железного купороса смешивался с карбонатом кальция (мелом). Полученная шихта тщательно перемешивалась и прокаливалась в муфельной печи при температуре 700°C в течение 1,5-3 ч. В этом способе получения пигмента не требуется обезвоживания шлама железного купороса, промывания прокаленного продукта и обезвреживания отходящих газов.

Процесс синтеза черных, желтых, коричневых железоксидных пигментов включал стадии приготовления исходных растворов шлама железного купороса и

химических осадителей, окисления и осаждения пигмента, его промывки, фильтрования и сушки.

По данным рентгенофазового анализа установлено, что основными фазами образцов красных железоксидных пигментов являются: капут-мортум – гематит $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, венецианской красной – гематит $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и ангидрит $\beta\text{-CaSO}_4$. Образцы черных железоксидных пигментов представлены шпинелью $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$, коричневых – смесью $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$, желтых – гетитом $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$. Минералов не характерных для пигментов, полученных из соли гептагидрата сульфата железа (II), химизм и условия синтеза которых описаны в [2, 3], в исследованных образцах не обнаружено.

Наиболее перспективными для поверхностного и объемного окрашивания строительных материалов и изделий являются красные железоксидные пигменты. В производственных условиях были проведены испытания полученных образцов красных железоксидных пигментов и установлено, что использование в качестве исходного сырья шлама железного купороса прокатного производства не снижает физико-механических показателей продукта. Полученные в условиях эксперимента пигменты отвечают требованиям ТУ 6-10-602-74 практически по всем показателям (таблица).

Таблица

Результаты физико-механических испытаний

Показатель	Норма по ГОСТу	Значение величины показателя
Образцы пигмента <i>капут-мортум</i>		
Укрывистость, г/м ²	не более 8	4,11 – 12,23
Содержание водорастворимых, мас. %	не более 7	0,74 – 1,91
Насыпной объем, дм ³ /кг	0,714-1,000	0,720 – 0,806
Объем после ручного встряхивания, дм ³ /кг	отсутствует	0,577 – 0,783
Образцы пигмента <i>венецианская красная</i>		
Укрывистость, г/м ²	не более 8	5,62 – 19,18
Насыпной объем, дм ³ /кг	1,000-1,429	1,012 – 1,328
Объем после ручного встряхивания, дм ³ /кг	отсутствует	0,903 – 1,216

Полученные пигменты исследованы в качестве пигментного наполнителя в рецептуре сухих строительных смесей (ССС). Пигментный наполнитель использовался в составе СССР, изготовленных на основе фосфополугидрата сульфата кальция, образующегося как побочный продукт производства экстракционной ортофосфорной кислоты [7]. Проведенные исследования показали, что введение пигментного наполнителя в состав композиционного вяжущего не снижает технологических и эксплуатационных характеристик продукта. Штукатурные растворы, содержащие в своем составе пигментный наполнитель, хорошо наносятся на поверхность штукатурки, образуют достаточно гладкий слой, который не растрескивается, характер кинетики нарастания прочности при твердении образцов растворов остается практически неизменным. Интенсивность окрашивания и чистота цветового тона получаемых окрашенных изделий определялись в зависимости от вида и количества добавляемого пигмента. Наиболее выразителен для цветосочетания пигмент капут-мортум, обнаруживая насыщенную окраску бордового цвета при введении в рецептуру СССР в диапазоне 1-2 мас. % по отношению к массе композиционного вяжущего. Цветовые характеристики СССР с добавкой пигмента венеци-

анской красной, менялись от малинового до красного цвета. Для получения интенсивных тонов введение этого пигментного наполнителя достаточно в диапазоне 4-5 мас.%. Отделочный состав характеризуется равномерной окраской.

Таким образом, экспериментальными исследованиями показано, что полученные из техногенного сырья железоксидные пигменты характеризуются хорошей окрашивающей способностью при добавлении в ССС в количестве 2-5 мас.% без снижения качества продукта.

Результаты исследования получены в рамках выполнения государственного задания (Задание № 11.9503.2017/8.9).

Список литературы

1. Арютина В.П., Егорова Н.Г. Минерально-сырьевая база природных пигментов Республики Татарстан и перспективы ее освоения // Георесурсы. – 2015. – № 4 (63). – С. 49-55.
2. Бельский Е.Ф., Рискин Е.Ф. Химия и технология пигментов. – Л.: Химия, 1974. – 656 с.
3. Горловский И.А., Индейкин Е.А., Толмачев И.А. Лабораторный практикум по пигментам и пигментированным лакокрасочным материалам: Учеб. пособие для вузов. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.
4. Краснобай Н.Г., Лейдерман Л.П., Кожевников А.Ф. Производство железоксидных пигментов для строительства // Строительные материалы. – 2001. – № 8. – С. 19-20.
5. Орехов В.Ю. Неорганические пигменты для окрашивания силикатного кирпича // Строительные материалы. – 2012. – № 9. – С. 28-29.
6. Федосеева Е.Н., Зорин А.Д., Занозина В.Ф. и др. Железоксидный пигмент из отходов металлургических производств для силикатного кирпича // Строительные материалы. – 2013. – № 9. – С. 21-24.
7. Фоменко А.И. Свойства фосфогипса как техногенного сырьевого ресурса для производства сухих строительных смесей // Приоритетные направления исследований в рамках естественных и технических наук в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 27 февраля 2018 г. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2018. – С. 234-237.

ВЫДЕЛЕНИЕ, СОПРОВОЖДЕНИЕ И ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КОНТУРА СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ СОСУДОВ ШЕИ

Хафизов Д.Г.

доцент кафедры прикладной математики и информатики, канд. техн. наук, доцент,
Марийский государственный университет, Россия, г. Йошкар-Ола

Коротков А.В.

студент второго курса специальности «Прикладная математика и информатика»,
Марийский государственный университет, Россия, г. Йошкар-Ола

Предложена методика выделения контура сечения артерии по ультразвуковому изображению и определения площади сечения в динамике.

Ключевые слова: контур сечения артерии, сглаживающий фильтр, перепад яркости, функция корреляции, гладкий контур.

В современной медицине все большее количество систем помощи врачу внедряются в различных областях от систем диагностики до сложных хирургических систем манипуляций, в том числе и с элементами дополненной реальности.

Практически все подобные системы основаны на сложных математических моделях и алгоритмических решениях, позволяющих как минимум облегчить рутинный труд врачей диагностов, а как максимум повысить эффективность и безопасность сложных хирургических вмешательств.

Ультразвуковые исследования на сегодняшний день являются наиболее распространенными и безопасными из существующих методов диагностики шейного отдела сосудов.

Одной из задач при проведении исследований сосудов шеи является оценка площади сечения сосуда, наблюдаемая в динамике.

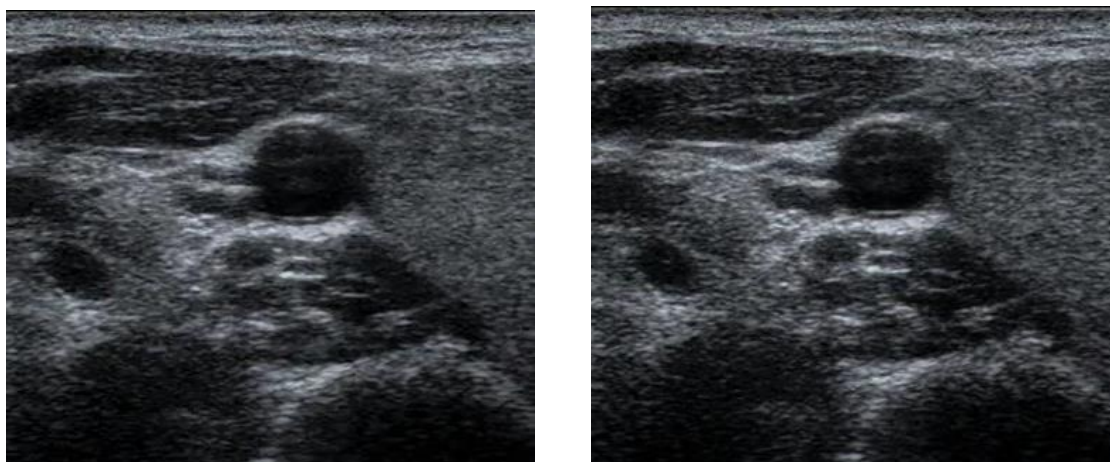


Рис. 1. Примеры изображений кадров УЗИ сосудов шеи

Основная сложность, возникающая при обработке ультразвуковых изображений, связана с помеховой обстановкой, т.е. с существенной не стационарностью помех.

В работе предложен алгоритм выделения контура поперечного сечения сосуда с последующим сопровождением его в видео потоке и оценкой его площади.

Для начала работы алгоритма выделения области оператором указываются точка (x_c, y_c) принадлежащая области. На начальном этапе обработки кадра выполняется обработка сглаживающим фильтром [1] с заданной апертурой N_f (рисунок 2,а). Это позволяет обеспечить плавность яркостных переходов от области сосуда к прилегающим тканям.

Из указанной оператором точки «строятся лучи» (рисунок 2,б) с заданным шагом по углу и указанным радиусом поиска границ области R . Затем вдоль полученных лучей берутся яркости точек сглаженного изображения (рисунок 3), и на каждом из таких яркостных срезов происходит выделение перепада яркости. В качестве модели перепада яркости используется ступенчатая функция, состоящая из $2*N_f$ отсчетов.

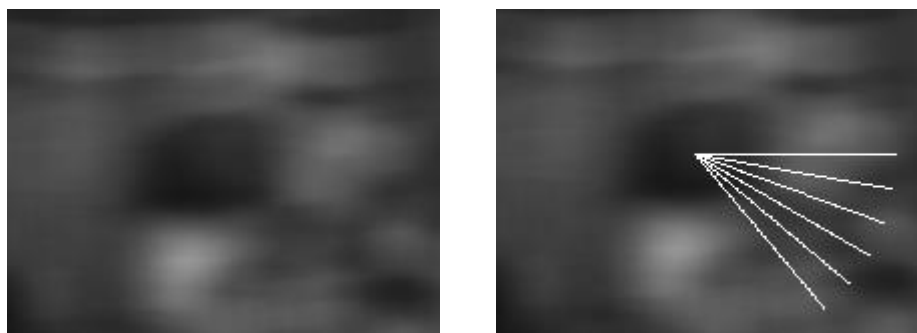


Рис. 2. Фрагмент кадра УЗИ: а) сглаженного фильтром; б) с примером построения лучей

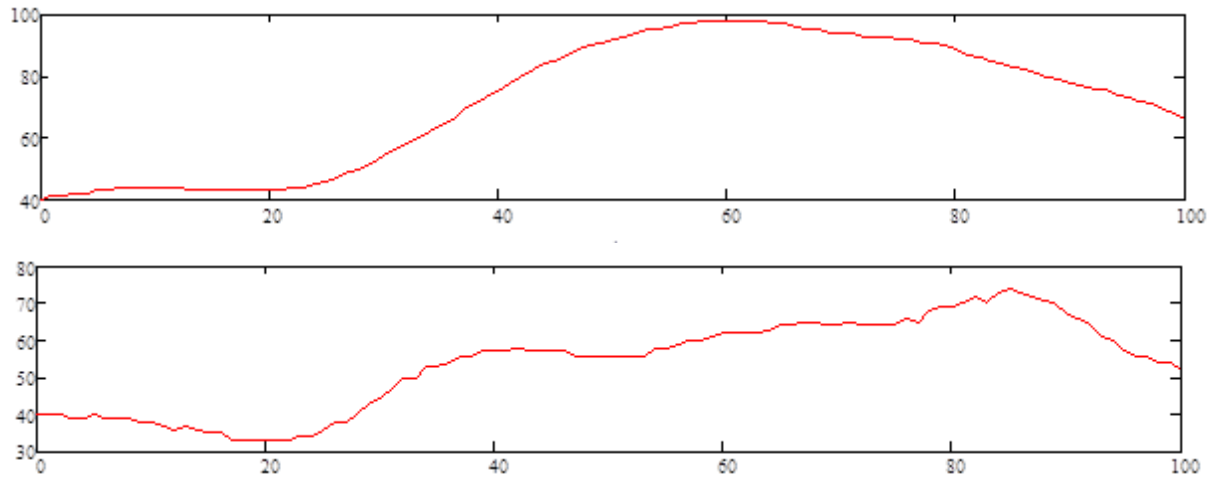


Рис. 3. Примеры графиком яркостных срезов, полученных вдоль лучей

Выделение положения перепада яркости выполняется на основе поиска максимума функции корреляции между яркостным срезом и перепадом яркости:

$$\max_i K_i \rightarrow i_{max}$$

$$K_i = \frac{\sum_{j=0}^{2Nf-1} S_{j+i} P_j}{\sqrt{\sum_{j=0}^{2Nf-1} S_{j+i}^2} \sqrt{\sum_{j=0}^{2Nf-1} P_j^2}}, i = 0, 1, \dots, R - 2 * Nf - 1$$

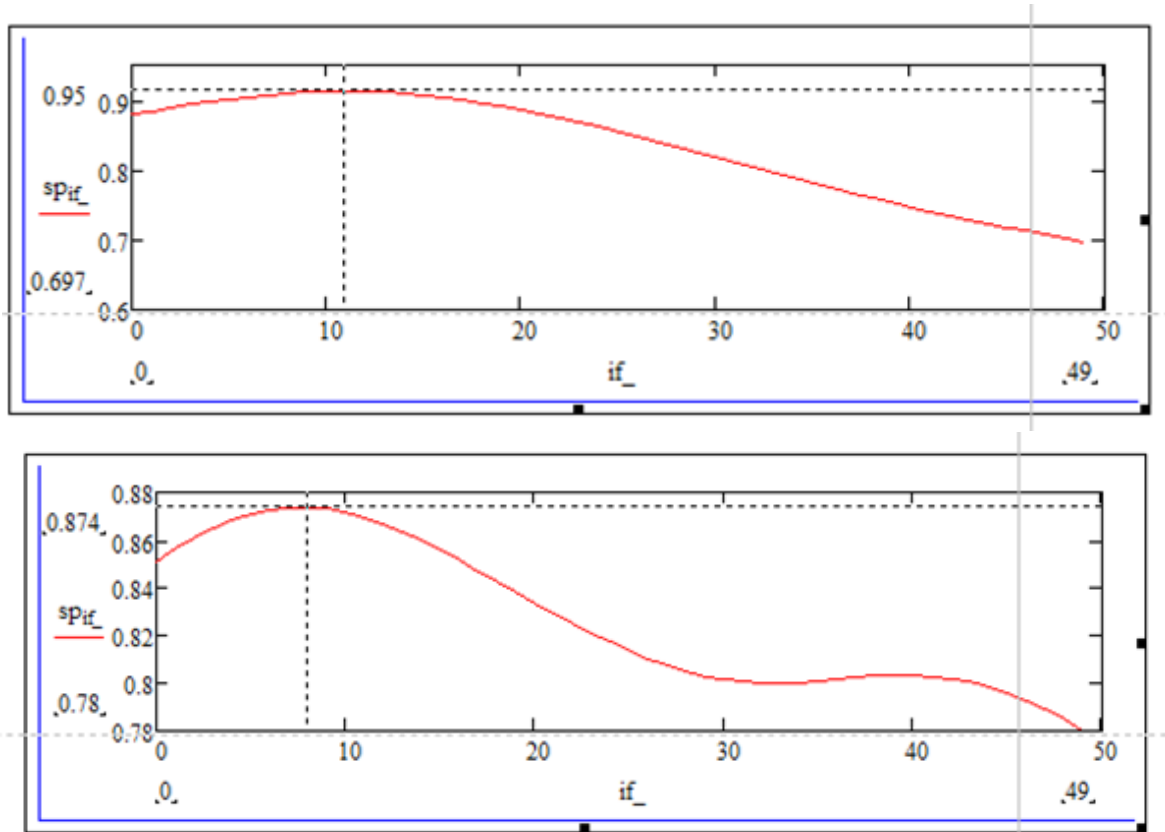


Рис. 4. Примеры графиков функции корреляции

Тогда координаты точки на изображении соответствующие перепаду яркости определяются из соотношения

$$X = x_c + (i_{max} + Nf) \cdot \cos(fi \cdot 2 \cdot \pi)$$

$$Y = y_c + (i_{max} + Nf) \cdot \sin(fi \cdot 2 \cdot \pi)$$

где fi – текущий угол луча.

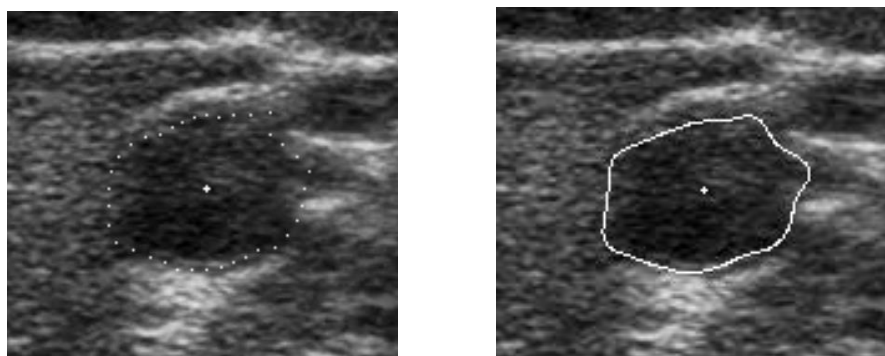


Рис. 5. Изображение кадра: а) с точками соответствующими выделенным перепадам яркости при шаге луча 10° ; б) с выделенной областью в виде контура сглаженного фильтром скользящего среднего с окном 3

Найденные точки позволяют (рисунок 5,а) рассчитать истинные координаты центра области (x_c', y_c') для обработки последующего кадра, так как положение области между соседними кадрами сильно измениться не может в связи с достаточно малым интервалом времени.

Соединив найденные точки и выполнив сглаживание фильтром скользящего среднего [2, 3] для контура области получим «гладкий» контур сечения сосуда – рисунок 5,б.

Для оценки площади контура сечения сосуда были использованы методы контурного анализа, приведенные в работе [3].

Оценивая площадь поперечного сечения сосуда в динамике, были получены следующие графики – рисунок 6.

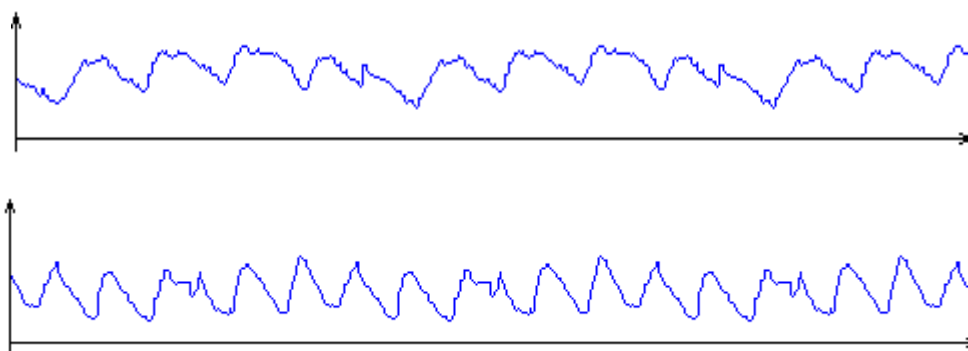


Рис. 6. Графики зависимости изменения площади сечения сосуда от времени

Приведенный подход, основанный на методах цифровой обработки изображений, позволяет предоставить дополнительную информацию врачу-диагносту.

Список литературы

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. 3-е издание, исправленное и дополненное. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
2. Точечные поля и групповые объекты. Фурман Я.А., Роженцов А.А., Хафизов Р.Г., Хафизов Д.Г., Кревецкий А.В., Ерусланов Р.В. Под общ. ред. проф. Я.А. Фурмана. Физматлит. – 2014. 440 с.
3. Введение в контурный анализ и его приложения к обработке изображений и сигналов / Я.А. Фурман, А.В. Кревецкий, А.К. Передреев [и др.]; под ред. Я.А. Фурмана. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.
4. Хафизов Р.Г. Хафизов Д.Г., Танаева Е.Г. Алгоритм оценки параметров и прослеживания сосудов на изображениях глазного дна // Информационно-управляющие системы. №1. 2017. С. 102-105.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ВНЕДРЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВА

Чернов Н.И., Шевырев А.С.

магистранты, Уфимский государственный нефтяной технический университет,
Россия, г. Салават

Вильданов Р.Г.

доцент технических наук,
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия, г. Салават

В статье выполнены расчеты электрических нагрузок, токов короткого замыкания, остаточных напряжений, потери и потоков мощности, угла сдвига фаз, искажений синхронности в трансформаторах. Выполнено моделирование системы электроснабжения при одинаковых и различных нагрузках секций. По графикам переходных процессов видно, что угол сдвига фаз изменяется на $\alpha = 0,05$ градуса, что не превышает расчетных значений.

Ключевые слова: автоматическое включение резерва, напряжение, мощность, эффективность, модель, угол сдвига фаз.

Одним из основных способов повышения надежности электроснабжения ответственных потребителей, получающих питание от двух независимых источников, было и остается использование средств автоматического включения резерва (АВР). Однако, применение на подстанциях и распределительных пунктах с синхронными двигателями устройствам АВР с традиционным алгоритмом функционирования пускового органа и всего комплекса в целом в большинстве случаев оказывается неэффективным [1, с. 150].

Под устройством быстродействующего АВР (БАВР) понимаем устройства, позволяющие осуществить переключение электропитания на резервный источник за время, менее 100 мс напряжением 6, 10, 35 кВ).

Внедрение БАВР очень актуально современных условиях на предприятиях нефтедобывающей, нефтехимической, химической, металлургической, горнодобывающей промышленности, насосных станциях систем водо- и теплоснабжения, так как ущерб от кратковременных нарушений электроснабжения приводит к выходу из строя электрооборудования, снижению ресурса элементов систем электроснабжения [2, с. 451].

В работе проведен анализ схем электроснабжения нефтеперерабатывающих заводов; описаны принципы работы и схемы построения устройств БАВР. В исследованиях проведен анализ конфигурации устройств БАВР, который показал низкую эффективность пуска БАВР SUE 3000 по блоку контроля обратной мощности и излишние инициации срабатывания БАВР этим блоком при пуске высоковольтной электродвигательной нагрузки, в связи чем предложено исключить из конфигурации пуск БАВР по этому признаку [3, с. 350].

Исследования проводились при одинаковых и при различных нагрузках секций. Выполнен анализ существующей системы электроснабжения НПЗ с целью определения возможности внедрения БАВР. Выполнены расчеты электрических нагрузок, токов короткого замыкания, остаточных напряжений, потери и потоков мощности, угла сдвига фаз, искажений синхронности в трансформаторах. Возникла необходимость подтверждения

В программе Simulink matlab собрана схема подстанции с двумя независимыми источниками (рис. 1).

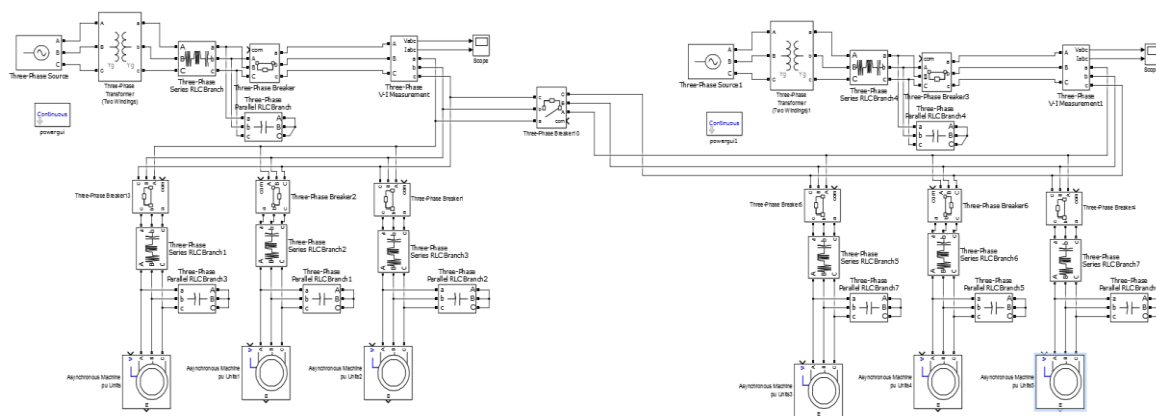


Рис. 1. Модель распределительной трансформаторной подстанции

К первой секции подстанции подключены три электродвигателя по 75 кВт, а к второй секции первоначально были подключены три электродвигателя по 75 кВт, а затем мощности были изменены на 160 кВт.

При различной загрузке силовых трансформаторов показания угла сдвига фаз изменяются на $\alpha = 0,45$ градуса, что не превышает расчетных значений (рис. 2). На основании этого можно сделать вывод, что внедрение БАВР возможно по условиям синхронности напряжений (рис. 3).

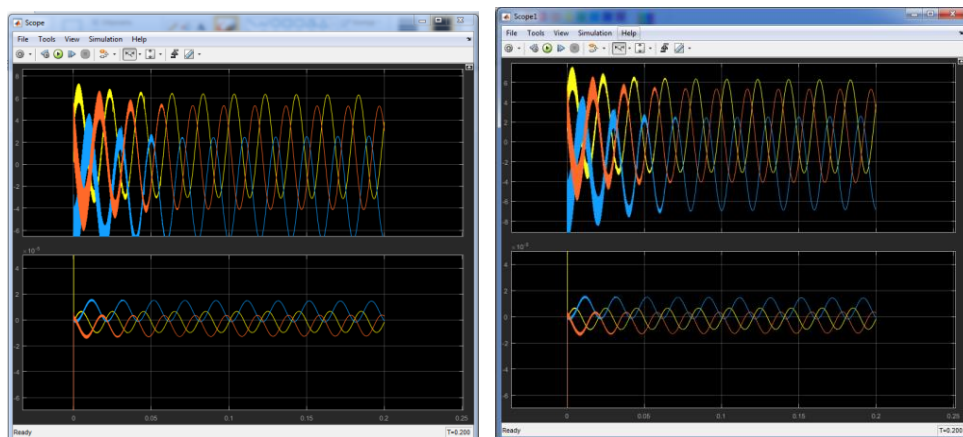


Рис. 2. График переходных процессов при одинаковой нагрузке трансформаторов

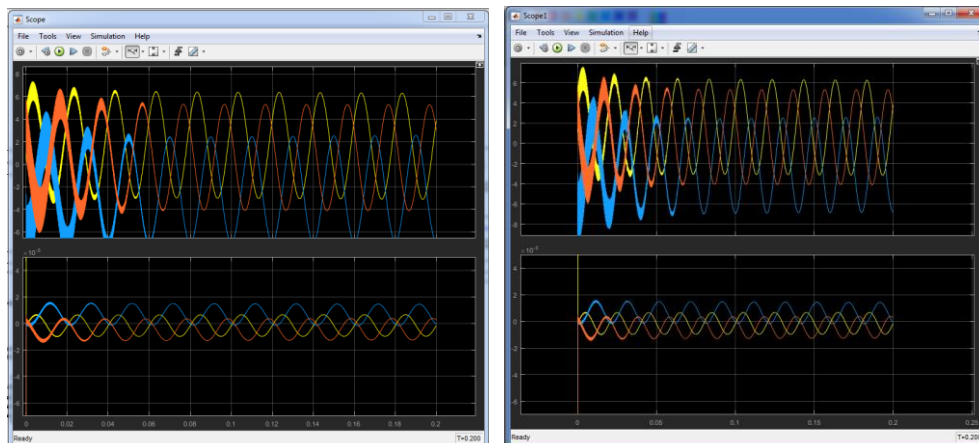


Рис. 3. График переходных процессов при различной нагрузке трансформаторов

Таким образом, в работе приходим к выводу:

1. Для реализации БАВР необходимо существование, по меньшей мере, двух синхронных фидеров, независимых друг от друга в нормальных условиях эксплуатации. Анализ схемы электроснабжения показал, что существующая система электроснабжения является глубоко секционированной. Секционирование сборных шин охватывает как напряжение 6 кВ, так и 0,4 кВ. Это позволяет реализовать БАВР как на секциях 6 кВ, так и на секциях 0,4 кВ.

2. Необходимым условием реализации БАВР является наличие быстродействующих коммутационных аппаратов. В системе электроснабжения в качестве вводных и межсекционных выключателей на напряжение 6 кВ используются выключатели LF3. LF3 – это трехфазный элегазовый выключатель внутренней установки, производства Merlin Gerin (Шнейдер Электрик).

3. БАВР реализуется при наличии быстродействующих микропроцессорных терминалов защиты, инициализирующих работу БАВР.

4. Одним из условий быстрого переключения является критерий – угол сдвига фаз между напряжениями секций $\Delta\varphi \leq \pm \Delta\varphi_{\max} (\approx 20^\circ)$.

5. Разность частот напряжений секций не должна превышать допустимого значения $\Delta f < \Delta f_{\max}$, где $\Delta f_{\max} = 1$ Гц. Данный критерий обеспечивается энергосистемой и местными ТЭЦ.

6. Уровень напряжения неповрежденной («резервной») секции $U_{\min} \geq 0,8 U_{\text{ном}}$, а уровень напряжения секции с повреждением в питающей сети $U_{\min} \geq 0,7 U_{\text{ном}}$. Данный критерий обеспечивается энергосистемой и местными ТЭЦ.

7. Потери напряжения в кабельных линиях и других элементах системы электроснабжения меньше допустимых значений, что позволяет сделать вывод о правильности подбора сечений проводников и допустимости эксплуатации после внедрения БАВР.

8. Силовые трансформаторы системы электроснабжения загружены в нормальном режиме не более, чем на 50%, что соответствует действующим нормам и правилам.

Список литературы

1. Вильданов Р.Г., Буланкин Е.И. Перспективы внедрения интеллектуальной электрической сети в России // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2016: материалы Международной научно-методической конференции / редкол.: Н.Г. Евдокимова и др. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. С. 150-153.

2. Вильданов Р.Г., Исаков Р.Р., Бикметов А.Г., Капустин Г.В. Применение локальных систем управления в энергетике // Межвузовский сборник научных трудов (с международным участием) «Повышение надежности энергоэффективности электротехнических систем и комплексов». – Уфа, 2016. С. 458-460.

3. Вильданов Р.Г., Сайфутдинов Р.Ф. Разработка технических решений по автоматизации подстанций городских электрических сетей // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2016: материалы Международной научно-методической конференции / редкол.: Н.Г. Евдокимова и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. С. 350-353.

4. Вильданов Р.Г., Буланкин Е.И., Юсупов Р.Р., Хисматуллин А.Г. Проблемы при внедрении активно-адаптивных сетей в России // Современные тенденции развития науки и технологии. Материалы XI Международной научно-практической конференции. № 2–3, г. Белгород, 29 февраля 2016 г. С. 13-15.

Подписано в печать 09.05.2018. Гарнитура Times New Roman.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 9,89. Тираж 500 экз. Заказ № 150
ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 1
ООО «АПНИ», 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а