

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

Учёный

ежемесячный научный журнал

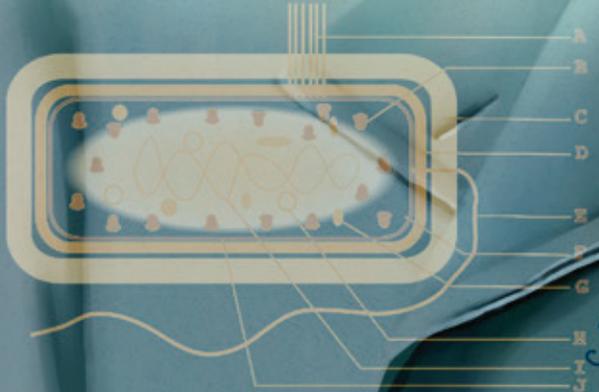
РАСТИТЕЛЬНЫЙ
ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ.
КАК ПЕРИОДА ЗАРАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ
ДИНАМИКА, ЭКОЛОГИЯ, СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ

... (И-град), пр.-доц. Н. В. Николаев (И-град), пр.-доц. А. И. Заболот-
(И-град), пр.-доц. Д. Ф. Ковалев (И-град), пр.-доц. С. В. Маринин (И-град),
пр.-доц. Н. И. Мара (И-град), пр.-доц. А. И. Каленко (Харь-
ков), пр.-доц. А. А. Малахов (И-град), пр.-доц. С. Г. Маринин (И-град),
пр.-доц. В. И. Недригайко (Харьков), пр.-доц. В. Л. Овчаренко (Харь-
ков), пр.-доц. Л. С. Розетова (И-град), пр.-доц. М. И. Романов (И-град),
пр.-доц. Л. А. Тарасова (И-град), пр.-доц. Б. Л. Палея (И-град),
Ф. Я. Частович (И-град), пр.-доц. Н. Я. Частович (И-град),
пр.-доц. П. И. Шегалова (И-град), пр.-доц. А. В. Чистова (И-град),
Шестого (Одесса), проф. В. А. Юсупов (И-град), пр.-доц. Яковлев (И-град) и др.

Съ авторомъ...
Съ авторомъ...
Съ авторомъ...
Съ авторомъ...

Томъ III-й (дополнительный).
Иллюстрированный...
большая...
Насекомые-переносчики...

ВОЗРАСТОВАЯ
ПРОСЛЕЖИВАЮЩИХ БОЛЕЗНЯХЪ



4
2015
Часть II

Т. Тауберман

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 4 (84) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметова Галия Дуфаровна, доктор филологических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Георгий Норбертович Габричевский (1860–1907) — русский учёный, микробиолог, основатель научной школы, один из организаторов производства бактериологических препаратов в России.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Голубцов Максим Владимирович

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Алкхуджир Х. С.**
Автомобильный транспорт как макрофактор развития Ирака..... 121
- Багин Д. А., Прохасько Л. С., Альхамова Г. К.**
Исследование потребительских предпочтений молока питьевого, реализуемого в розничной торговой сети г. Челябинска..... 124
- Беднарчик А. А.**
Планирование и реализация судовых операций с учетом стимулирования труда судовых специалистов 127
- Бейтуллаева Р. Х., Курбонов Н. А.**
Применение электронных таблиц Excel для расчёта курсовых работ энергетических специальностей 129
- Бобков А. А.**
Анализ газочувствительных свойств бинарных и многокомпонентных систем с фрактально-перколяционной структурой..... 131
- Бутяков Н. А., Динмухаметов А. М., Ахметшин Р. С.**
Чистая электроэнергия на Камчатке 135
- Васильева Д. А.**
Применение пищевых добавок с компонентами молока для спортивного питания 139
- Вертунов А. А., Цуркан Д. А.**
Исследование триггера с эмиттерной связью 142
- Гарькин И. Н., Артюхина О. В., Железняков Л. А.**
Метод составления проекта ликвидации газификатора (криогенного) 145
- Гарькин И. Н., Артюхина О. В., Железняков Л. А.**
Метод классификации дефектов промышленных кирпичных труб 147
- Головяшкин А. Н., Беспалов Е. С.**
Обоснование применения кремния для изготовления термоэлектрических источников энергии 151
- Головяшкин А. А., Головяшкин А. Н.**
Расчет порогового напряжения МДП-структуры с учетом парциальных зарядов подвижных носителей заряда..... 155
- Гришин Б. М., Бикунова М. В., Куленко А. Н.**
Использование вихревых эрлифтных устройств в аэротенках 157
- Данилов О. Е.**
Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора с помощью виртуальных приборов 161
- Дулатов Р. Л., Гарькина И. А.**
Имитационные характеристики тренажеров: оценка стиля управления оператора..... 164
- Еличев К. А., Пинт Э. М., Козицын В. С.**
Состояние и перспективы развития автомобильной техники 166
- Ерошкина Н. А., Коровкин М. О., Тымчук Е. И.**
Влияние состава и режимов твердения на свойства геополимерного вяжущего на основе отсевов дробления гранитного щебня..... 169
- Жаманкарин М. М., Иманбаева Д. Н.**
Дистанционные технологии в образовании как средство расширения информационного образовательного пространства..... 173
- Жаманкарин М. М., Макенова М. Х.**
Развитие информационно-коммуникационных технологий в Казахстане 175
- Жукова Ю. А., Алимова Г. Р., Сапаев Д. М.**
Нечетко-логическое регулирование температурным режимом химического реактора 176
- Жураев Ф. У., Тухтаева Г. П.**
Деформации почвы при образовании кротового дренажа..... 179

Жураев Ф. У. One size seeping in drainage-peep hole and potential action of liquid 182	Койшыбаев А. Д., Баймаханов Г. А. Исследование адсорбционного устройства для осушки попутного нефтяного газа на месторождении Кенлык 205
Заборских Д. В., Филиппенко Н. Г., Попов С. И. Определение целей и задач усовершенствования технологического процесса изготовления кривошипного вала для синтеза аммиака на АНХК 185	Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н. Повышение безопасной эксплуатации винтовых соединений 207
Замчалин М. Н., Коровкин М. О., Ерошкина Н. А. Влияние способа введения суперпластификатора С-3 на водоредуцирующий эффект и прочность растворной составляющей бетона 187	Куйшибаев Т. З., Трусов В. А., Горячев Н. В. Программные средства выбора источника питания ЭВМ 209
Ибрагимов У. Х., Бегимов О. Н. Способ снижения оксидов азота с рециркуляцией дымовых газов 192	Лянденбургский В. В., Ильина И. Е., Пылайкин С. А., Евстратова С. А. Алгоритм отработки навыков управления автомобилем на автотренажере 212
Ибрагимов У. Х., Икромов У. Х., Рашидов Б. И. Повышение эффективности систем отопления 195	Лянденбургский В. В., Тарасов А. И., Судьев В. В. Алгоритм поиска неисправностей дизелей 214
Ибрагимов У. Х., Икромов У. Х. Способ повышения тепловой эффективности систем теплоснабжения 196	Мирзаев С. С., Содиков Д. Д. Виды экстракторов для получения серы из нефтепродуктов 217
Ибрагимов У. Х., Камилова Н. А. Использование низкопотенциальной тепловой энергии в промышленности 198	Мирзаев С. С., Содиков Д. Д. Выбор и изучение эффективности экстракторов в производстве серы из нефтепродуктов 219
Кекк В. В., Прохасько Л. С., Аптрахимов Д. Р. Исследование рынка макаронных изделий в г. Челябинске 200	Мирзаев С. С., Хожиева Р. Б., Зияев Ж. Х. Изучение физико-химических свойств адсорбентов, используемых в газоадсорбционной хроматографии 221
Киндрешов Е. А., Губер Н. Б., Боган В. И., Бакирова Л. С., Нургазезова А. Н. Оценка уровня качества и конкурентоспособности колбасных изделий 203	Мирзаев С. С., Хожиева Р. Б., Зияев Ж. Х. Использования газоадсорбционной хроматографии в нефтегазовой промышленности 223
	Мирзаев С. С., Хожиева Р. Б. Газохроматографическое исследование нефтяных продуктов 224

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Автомобильный транспорт как макрофактор развития Ирака

Алкхудхир Хайдер Салман, студент

Волгоградский государственный технический университет

В статье представлен материал, посвященный автомобильному транспорту Ирака. Была проанализирована структура распределения автопарка по областям республики в 2013 г., оценен возраст парка автомобилей г. Багдада. Имеется тенденция к увеличению доли автомобилей, соответствующих экологическим стандартам, принятым в Евросоюзе.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, автомобильные дороги, автопарк, внедорожники, возрастная структура автомобилей, экологические стандарты, Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4, Евро-5.

Современный транспорт — это социально значимый сектор экономики любой страны мира. Он является предпосылкой и основанием более успешного функционирования почти всех сфер социально-экономической жизни государства и оказывает большое влияние на макропроцессы в обществе. Также же можно отметить, что транспорт является и фактором политического развития страны, детерминантом его политического развития во внутреннем и внешнем измерении.

Транспорт — это инструмент реализации национальных интересов государства, он характеризует место любой страны в мировой хозяйственной системе. Устойчивость транспортной системы и эффективное функционирование — это стабилизация и подъем экономики страны, обеспечение национальной безопасности страны, улучшение уровня и условий жизни населения.

В Ираке существуют все современные виды транспорта, но, к сожалению, из-за постоянных военных действий в республике, они не совсем развиты.

Протяженность автомобильных дорог и автострад в Ираке более 45 тысяч километров, но их качество оставляет желать лучшего [3], хотя в некоторых местах дорожное покрытие идеально. На 1000 жителей страны приходится 1,48 км автомобильных дорог.

Общая численность автомобильного парка Республики Ирак составляла в 2013 году более 1,62 млн. единиц. 1,38 млн. единиц автомобильного транспорта приходится на легковые автомобили. В 2013 г. на 1000 ед. населения приходилось легковых автомобилей в количестве 105 шт. В год прирост составляет 5–8%. 79860 автомобилей

числились, по данным Главного управления перевозок, у частных лиц, что на 15% ниже по сравнению с 2010 г.

В Багдаде парк автомобилей как легковых, так и грузовых намного выше, чем в других городах республики. Во-первых, потому, что это столица республики, во-вторых, там не проходят военные действия.

По состоянию на 2013 год численность автопарка г. Багдада насчитывала 486 691 единиц автотранспорта, в то время как численность среднего областного автопарка не превышает 16% данной цифры.

Рассматривая структуру автомобильного парка Республики Ирак, можно констатировать, что в зависимости от типа автомобиля она выглядит следующим образом: в целом по стране, на легковые автомобили приходится не менее 75% от общей численности автопарка. Грузовые автомобили составляют всего около 20%. 5% от общей численности автопарка составляют прочие транспортные средства. В таблице 1. представлены показатели частного сектора легковых автомобилей.

Наблюдается увеличение автопарка в Ираке, так по сравнению с 2008 г. автопарк вырос более, чем в три раза.

Если рассматривать Багдад, то здесь 79% приходится на легковой транспорт, соответственно доля грузового автотранспорта снижена до 17%, а на долю прочих автотранспортных средств приходится только 4%. Примерно такая же картина и в других городах с населением более 2 миллионов человек.

Численность автомобилей в Багдаде ежегодно увеличивается, как минимум, на 6%, и данная тенденция, по-видимому, сохранится на последующие годы.

Таблица 1. Количество автомобилей, которые принадлежат частным лицам и зарегистрированы в Генеральной дирекции

	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Количество всего автомобилей	1125163	1159687	1291405	1385317	3501380
Численность населения, тыс. чел.	25740	26508	27296	28102	33339
Дороги с твердым покрытием (км)	41892	42059	42334	42818	58083
Количество легковых автомобилей на 1000 человек	44	44	47	49	105
Количество дорог с твердым покрытием, (км) на 1000 чел.	27	28	31	32	60

Таблица 2. Марки и количество автомобилей и мотоциклов на 2012 г. по городам Ирака

Города	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Специальные автомобили
Ниневия	1347	378	61
Киркур	588	121	30
Диала	380	455	29
Ал-Анбар	1098	1242	88
Багдад	61236	3855	755
Вавилон	368	161	41
Кербела	439	141	30
Васит	140	107	53
Салах-Аль-Дин	733	815	29
Аль-Наджаф	686	246	77
Аль-Квадисия	402	169	39
Аль-Мутанне	239	118	30
Ти-Кар	237	206	72
Мейсана	88	41	26
Аль-Басра	1192	784	488
Итого	69173	8839	1848

При рассмотрении структуры парка автомобилей города Багдада по производителям автомобилей, можно отметить, что преобладают транспортные средства из Японии и Кореи в соотношении 32,9% и 21,1% соответственно от общего числа автомобилей.

В Ираке осталось очень мало российских автомобилей, в большинстве своем они представлены «Волгами», которые использовались как такси по всей Республики Ирак.

В городе Хилла можно встретить старые советские «РАФики».

Несмотря на военные действия, которые происходили в стране летом 2013 г., к югу от столицы Ирака в Искандрии состоялось официальное открытие автосборочного завода компании «Иран ходроу» производственной мощностью около 30 тыс. автомобилей в год. Уже в августе 2013 г. стали поступать комплектующие к моделям Tiba и X100 для того, чтобы начать производство автомобилей в Ираке в широких масштабах.

Весной 2014 г. была поставлена первая партия новых пикапов САЙПА Прайд 151. В Ираке автомобили САЙПА стоят около 9,5 тыс. долларов

В дальнейшем планируется развить сеть продаж и послепродажного обслуживания иранских автомобилей в Ираке.

Парк легковых автомобилей в большей степени состоит из бюджетных транспортных средств. Так средняя стоимость автомобиля в городе Багдад составляет 6,5 тыс. иракских динар, что в переводе к российскому рублю составляет примерно 180 тысяч.

На рисунке 1 представлена возрастная структура автомобильного парка столицы Республики Ирак. Из рисунка видно, что большая часть эксплуатирующихся транспортных средств выпущена в период с 1980 по 2000 годы. Новых автомобилей 2010–2013 годов выпуска примерно 18 тыс. ед., автомобилей годов выпуска с 2000 по 2010 примерно 94 тыс. ед. Это говорит о том, что больше половины автомобилей не соответствует экологическим и технологическим транспортным нормам, что приводит к высокому загрязнению воздуха отработавшими газами и частыми дорожно-транспортными происшествиями, связанными с неудовлетворительным техническим состоянием транспортных средств.

Рассмотренная ранее возрастная структура автомобильного парка показывает, что в 2013 г. доля «молодых» автомобилей до 5 лет составляет немногим меньше 10%. Количество автомобилей с возрастом 6–10 лет составило 30,2%, 11–20 лет — 44,8%, старше 20 лет — 15%. За-

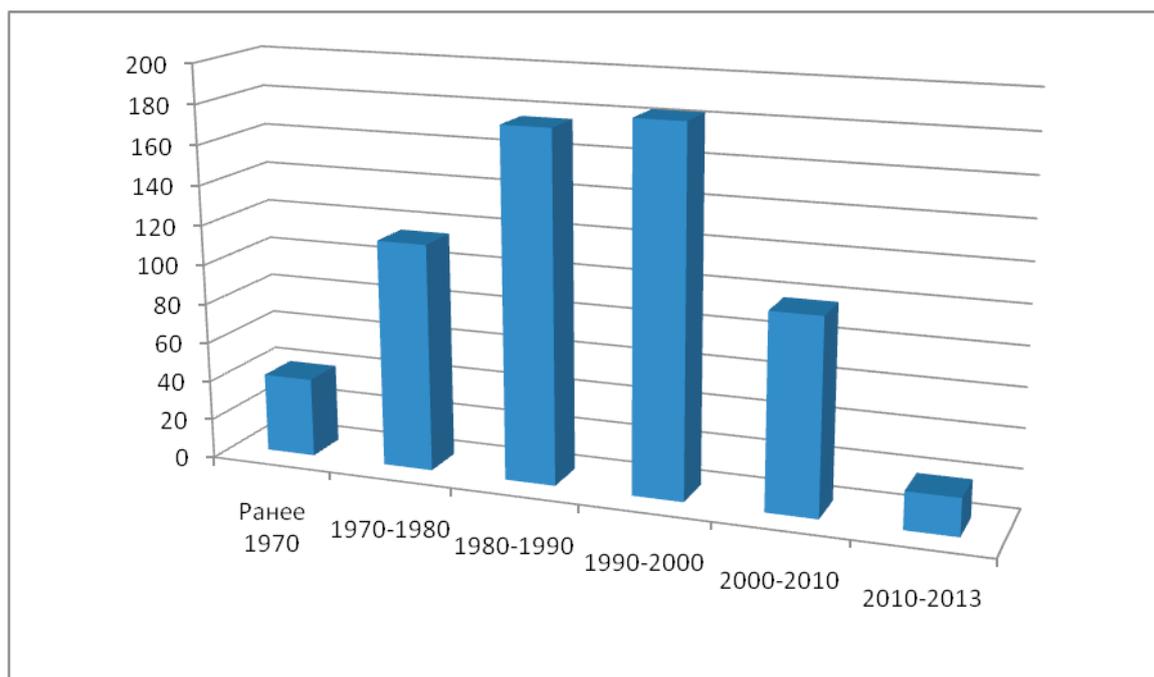


Рис. 1. Возрастная структура парка автомобилей города Багдада на 2013 г.

служивает внимания группа очень старых автомобилей, возраст которых превышает 21 год. Эта группа составляет около 15%.

Следует отметить, что в последние годы произошло заметное уменьшение доли «молодых» автомобилей. Так процент автомобилей в возрасте до 10 лет составил: 2012 г. — 25,4; 2013 г. — 24,8%.

Данная ситуация во многом объясняется активным ввозом из Японии и Кореи, а также стран западной Европы подержанных автомобилей, устраивающих по цене и эксплуатационным качествам большинство покупателей. Возраст таких автомобилей составляет около 10 лет.

Если раньше иракцами внедорожники ассоциировались с международными коалиционными силами, то сейчас все чаще на улицах можно видеть джипы, которые принадлежат иракцам.

Парк автомобилей, находящихся в эксплуатации, растет вместе с ростом объема рынка.

С точки зрения оценки влияния автотранспорта на окружающую среду важно знать не только возрастную структуру автомобильного парка, но и долю автомобилей, соответствующих введенным в действие экологическим стандартам.

При такой разнородной возрастной структуре автомобильного парка, постоянном росте количества транспорта и затруднениях в непосредственной реконструкции дорог застроенных частей в городах Ирака, требуются дополнительные эффективные меры которые регламентировали бы вредные выбросы от автомобильного транспорта.

В 1992 г. в Евросоюзе был введен евростандарт Евро-1, который предусматривал выброс бензиновым двигателем отработавших газов со следующими параметрами:

оксида углерода (CO) должно быть не более 2,72 г/км (грамм на километр пути), количество углеводородов (CH) — не более 0,72 г/км, а оксида азота (NO) — не более 0,27 г/км.

В последующем нормы эти были ужесточены, так в 1995 г. Евро-1, заменен Евро-2, здесь нормы были снижены почти в 3 раза, например: содержание углеводорода составило 0,29 против 0,72.

В 1999 г. Евро-2 заменен Евро-3, здесь нормируются такие показатели, как окись углерода (CO), углеводороды, оксид азота, которые являются канцерогенными веществами. Для дизельных двигателей — это твердые частицы, которые образуются в топливе и вызывают раковые заболевания. Требованиям Евро-3 должны соответствовать все новые автомобили, которые выпущены с 1999 года.

В последующем были введены Евро-4 (2005 г.) и Евро-5 (2008 г.), здесь нормы ужесточены на 65–70%.

В 2014 году вступил в силу новый стандарт токсичности ОГ Евро-6. Это наиболее жесткий европейский стандарт в этой области на настоящий момент [4].

По сравнению с предыдущим стандартом Евро-6 регулирует содержание в выхлопных газах двух видов веществ: оксидов азота (NO_x) и взвешенных частиц (PM). Предельно допустимые значения очень жесткие: NO_x сократилось на 80% и теперь не должно превышать 0,40 г/кВт ч (в стационарном тестовом цикле) содержание NO_x уменьшено на 77%, а значит, не должно превышать 0,46 г/кВт ч (в переходном цикле) содержание взвешенных частиц сократилось на 50% — до 0,01 г/кВтч.

На самом деле последний параметр оказывается еще жестче, поскольку учитывает не только вес, но и количе-

ство взвешенных частиц. Выполнить это требование невозможно без использования сажевого фильтра.

Стандарт Евро-6 вступил в силу 1 января 2014 г.

Данным стандартам сейчас стараются придерживаться все производители автомобилей.

Анализ полученных данных показал, что в 2012 году насчитывалось менее 14% автомобилей, соответствующих нормам Евро-2 и около 85% автомобилей, соответствующих нормам Евро-3. По нашим оценкам на конец 2013 г. количество автомобилей, соответствующих нормам Евро-4 составило 13%. Значительное увеличение доли автомобилей, соответствующих Евро-3 и Евро-4, объясняется введением в действие этих норм как для про-

изводителей, так и для таможенных органов, контролирующих ввоз импортируемой продукции.

Таким образом, пополнение парка автомобилей Ирака в 2012 и 2013 годах происходило только за счет автомобилей, соответствующих нормам Евро-4.

Выводы: отметим, что, несмотря на старение парка автомобилей, есть тенденция к увеличению доли автомобилей, которые соответствуют экологическим стандартам. Вместе с тем, небольшая часть автомобилей (около 5%) все же имеют устаревшую конструкцию и не соответствуют даже Евро-2. Следует также отметить, что кроме автомобилей, работающих на бензине, в Ираке около 15% автотранспорта оснащены дизельными двигателями.

Литература:

1. Мухаммедов, С. М. Транспорт Ирака / Моя Родина. — 2007. — № 5. — с. 8
2. Рахемов, А. Н. Дорога в Багдаде / Утро Багдада. — 2010. — № 4. — с. 3
3. <http://mirputeshestvii.ru/countries/Asia/Iraq/>
4. <http://www.volvotrucks.com/trucks/russia-market/ru-ru/aboutus/Environment/environment/Pages/Euro6.aspx>
5. Statistics of Private Sector Motorcars That Registered at General Directorate of Traffic until 31/12/2011 // <http://cosit.gov.iq/documentsstatisticsransportation>

Исследование потребительских предпочтений молока питьевого, реализуемого в розничной торговой сети г. Челябинска

Багин Дмитрий Андреевич, студент;

Прохасько Любовь Савельевна, кандидат технических наук, доцент;

Альхамова Гузель Кирамовна, кандидат технических наук, доцент

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Молоко и молочные продукты издавна являются незаменимыми в питании людей, что обусловлено не только ценностью их составных частей, но и тем, что в них имеется такое соотношение между белками, жирами и углеводами, при котором они хорошо усваиваются организмом. Молоко и молочные продукты издавна являются основными в питании населения всего земного шара. Однако порой их производство не удовлетворяет потребности в этих продуктах.

По многочисленным данным разработка новых молочных продуктов с учетом потребительских предпочтений с каждым годом растет. Появляются новые данные исследований рынка, разработки новой продукции и контроля качества молочных продуктов [1–16].

Нами было проведено социологическое исследование, в котором приняли участие как мужчины (50%), так и женщины (50%), предпочтительно в возрасте от 21 до 23 лет. На рисунке 1 представлено процентное соотношение возрастных категорий, участвовавших в опросе.

В ходе опроса учитывался признак количественного состава семьи, какую цену респондент готов отдать за пакет молока и частота употребления молока в рационе

респондента. По данным опроса было выяснено, что покупатели отдают свое предпочтение картонной упаковке (тетра-пак) в 65 случаях из 100. При покупке молока, в первую очередь, внимание обращают на: срок годности (75%); цену (25%); торговую марку, фирму (38%); упаковку (62%).

Четыре процента опрошенных руководствуются иными мотивами при выборе молока, например, интересуются местом производства продукции.

Большинство жителей города Челябинска при выборе молока питьевого пастеризованного своё предпочтение отдают местным производителям торговых марок «Первый вкус» и «Чебаркульское». На рисунке 2 наглядно представлены результаты предпочтений при выборе молока по торговым маркам.

Что касается цены то, большая часть опрошенных готова заплатить за одну единицу молока от 30 до 40 рублей. Результаты опроса представлены ниже, на рисунке 3.

В ходе исследований нами была проведена органолептическая оценка качества молока наиболее часто употребляемого респондентами. Результаты оценки приведены в таблице 1.

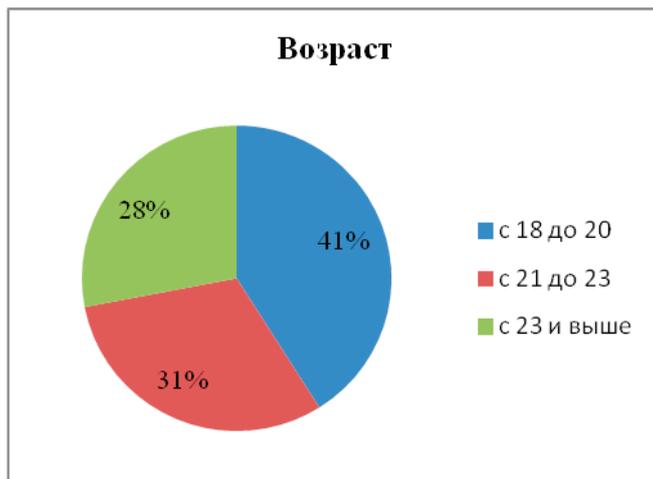


Рис. 1. Соотношение возрастных категорий, участвовавших в опросе



Рис. 2. Потребительские предпочтения при выборе молока по торговым маркам



Рис. 3. Сумма, которую покупатель готов заплатить за одну упаковку молока питьевого (руб.)

Таблица 1. Органолептическая оценка качества молока питьевого пастеризованного

Наименование показателя	Торговая марка молока питьевого				
	Простоквашино	Домик в деревне	Здоровая ферма	Чебаркульское	Первый вкус
Внешний вид	Однородная, непрозрачная жидкость				
Консистенция	Жидкая, однородная слегка вязкая				
Цвет	Белый, равномерный по всей массе				
Вкус и запах	Характерный для молока	Характерный для молока	Характерный для молока, слабо-кормовой запах	Характерный для молока	Характерный для молока

В результате органолептической оценки отклонений от требований ГОСТ 52090 не выявлено, все пять образцов прошли проверку по показателям внешнего вида, консистенции, цвета, вкуса и запаха.

Таким образом, нами были выявлены отдельные аспекты развития рынка молока, характеристики и предпочтения потребителей, группы влияния, оказывающие воздействие на их выбор.

Литература:

1. Альхамова, Г.К., Максимюк Н.Н., Наумова Н.Л., Амерханов И.М., Зинина О.В., Залилов Р.В., Ребезов М.Б. Новые творожные изделия с функциональными свойствами. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. 94 с.
2. Альхамова, Г.К., Ребезов М.Б., Амерханов И.М., Мазаев А.Н. Анализ потребительских предпочтений при выборе творожных продуктов. Молодой ученый. 2013. № 3. с. 13–16.
3. Асенова, Б.К., Ребезов М.Б., Топурия Г.М., Топурия Л.Ю., Смольникова Ф.Х. Контроль качества молока и молочных продуктов. Алматы, 2013. 212 с.
4. Белокаменская, А.М., Максимюк Н.Н., Наумова Н.Л., Зинина О.В. Оценка методов инверсионной вольтамерометрии, атомно-абсорбционного и фотометрического анализа токсичных элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах. Челябинск, 2012. 94 с.
5. Богатова, О.В., Стадникова С.В., Ребезов М.Б. Содержание тяжелых металлов в молоке коров. Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. Воронеж, 2013. с. 752–755.
6. Кожевникова, Е.Ю.; Ребезов М.Б., Кожемякина А.Е., Нагибина В.В. Разработка мероприятий по предотвращению потерь (на примере торговой сети). Молодой ученый. 2013. № 5. с. 317–321.
7. Кондратьева, А.В., Прохасько Л.С., Мазаев А.Н. Новые технологии обработки молочной продукции на примере молока коровьего питьевого. Молодой ученый. 2013. № 10. с. 112–116.
8. Кондратьева, А.В., Прохасько Л.С., Мазаев А.Н. Потребительские предпочтения питьевого молока в Челябинске. Молодой ученый. 2013. № 11. с. 117–120.
9. Кондратьева, А.В., Ребезов М.Б., Мазаев А.Н., Богатова О.В. Управление качеством на молокоперерабатывающих предприятиях. Молодой ученый. 2014. № 11. с. 55–59.
10. Максимюк, Н.Н., Ребезов М.Б. Физиологические основы продуктивности животных. В. Новгород: Новгородский технопарк, 2013. 144 с.
11. Папилина, М.Е., Прохасько Л.С., Гридчина В.Р., Топурия Г.М. Определение фальсификации и оценка соответствия молока. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 196–198.
12. Прохасько, Л.С., Володина А.И., Кукина С.В., Асенова Б.К., Оксханова Э.К. Продукты питания функционального назначения. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 205–207.
13. Ребезов, М.Б., Богатова О.В., Догарева Н.Г. Альхамова Г.К., Наумова Н.Л., Залилов Р.В., Максимюк Н.Н. Основы технологии молока и молочных продуктов. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. Ч. 1. 123 с.
14. Ребезов, М.Б., Мирошникова Е.П., Альхамова Г.К., Наумова Н.Л., Хайруллин М.Ф., Залилов Р.В., Зинина О.В. Методы исследований свойств сырья и молочных продуктов. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. 58 с.
15. Ребезов, М.Б., Наумова Н.Л., Альхамова Г.К., Кожевникова Е.Ю., Сорокин А.В. Конъюнктура предложения обогащенных молочных продуктов на примере Челябинска. Молочная промышленность. 2011. № 8. с. 38–39.
16. Ребезов, М.Б., Наумова Н.Л., Хайруллин М.Ф., Альхамова Г.К., Лукин А.А. Изучение отношения потребителей к обогащенным продуктам питания. Пищевая промышленность. 2011. № 5. с. 13–15.

Планирование и реализация судовых операций с учетом стимулирования труда судовых специалистов

Беднарчик Андрей Андреевич, аспирант
Мурманский государственный технический университет

Рассматривается задача синтеза механизма стимулирования при планировании и реализации судовых операций, отвечающего требованиям достоверности информации и экономного использования ресурса. Представлен механизм согласования интересов судовых специалистов с интересами капитана судна.

Ключевые слова: планирование, реализация, полезность, судно, операции, мотивация

The task of the synthesis of the stimulation mechanism has been considered during planning and implementation of ship's operations. The mechanism matches with the requirements of the information credibility and the economic uses of resources. The interests concordance mechanism of the ship's specialists and the captain has been proposed.

Key words: Planning, implementation, utility, ship, operations, motivation

1. Введение

Пусть цели судовой операции определены, сформулированы и разбиты на подцели вплоть до определения соответствующего множества взаимосвязанных работ, т.е. задан план судовой операции, состоящий из n работ, требования к результатам каждой из которых определены и сообщены ответственным исполнителям из состава судовой администрации. Целью органа управления судовой операции (например, капитана судна) является успешное (безаварийное и эффективное) завершение этой операции в заданный срок и при минимальной затрате имеемых ресурсов [1].

Для решения задачи оптимального планирования капитан судна должен знать параметры составляющих плана работ и, в первую очередь, их объемы, например, суммарную стоимость ресурсов. Лучшим источником информации для капитана судна об объеме работы r_i при планировании будет ответственный исполнитель i -й работы. Однако следует учитывать, что ответственные исполнители могут, преследуя свои собственные интересы давать капитану оценки объемов работ, отличающиеся, вообще говоря, от достоверных оценок. Естественно, что при реализации плана судовой операции капитан обладает возможностью влиять на поведение конкретных исполнителей, используя систему стимулирования [3], [5].

Целью данной статьи является синтез механизма стимулирования, согласующего интересы судовых специалистов, которые задействованы в реализации плана судовой операции, с интересами капитана судна.

2. Общие требования к механизму стимулирования при планировании судовой операции

Для синтеза механизма стимулирования, согласующего интересы судовых специалистов с интересами капитана судна, будем считать, что капитан, организуя эту операцию, использует следующую процедуру функционирования организационно-технической системы. Ответственные исполнители дают оценки s_i объемов работ r_i . Капитан, принимая эти оценки за достоверные, решает задачу оптимального планирования судовой операции, определяя сроки и порядок проведения работ и выделяемые на них ресурсы. Ответственные исполнители организуют выполнение отдельных работ, привлекая в случае угрозы срыва работы дополнительные ресурсы или возвращая неиспользованные ресурсы, выбирая тем самым реализацию y_i параметра r_i . Капитан принимает оценку δ_i эффективности и качества выполнения работ и с учетом их определяет доли η_i , $i = 1, n$ фонда стимулирования судовой операции $\Phi\Sigma$, выделяемые поощрения судовых специалистов. В данном случае доли η_i можно рассматривать как целевые функции отдельных коллективов из состава судового экипажа, которые будут стремиться максимизировать их. Тогда задачу можно сформулировать следующим образом: построить механизм стимулирования

$$M = \{\eta_i\}, i = 1, n,$$

который обеспечивал бы:

- успешное завершение судовой операции в смысле безопасности и эффективности;
- достоверность оценок объемов работ s_i , ответственных исполнителей на этапе формирования данных;
- минимальность значений реальных объемов y_i затраченных ресурсов.

Помимо сформулированных выше условий, отражающих цели капитана, потребуем, чтобы механизм стимулирования удовлетворял требованию «справедливости» стимулирования. При этом справедливость стимулирования за-

ключается в том, что коллективы судовых специалистов имеющих одинаковые оценки δ_i результатов выполнения работ, получили бы доли фонда стимулирования Φ_Σ пропорциональные объемам выполненных работ [2].

3. Синтез механизма стимулирования членов судового экипажа

Оценку результатов выполнения работ при выполнении судовой операции будем искать как величину заданную так $\delta_i = K_i e_i$,

где K_i — оценка качества выполнения i -й работы, а e_i , — оценка эффективности и безопасности выполнения судовой операции с точки зрения использования ресурсов. Так как целью составляющих судовой операции является достижение требуемых параметров, то в качестве оценки качества выполнения судовой операции можно использовать следующую функцию:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ если полученные результаты } i\text{-й работы удовлетворяют поставленным} \\ K_i = \text{требованиям,} \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{array} \right.$$

Оценка эффективности и безопасности e_i , выполнения i -й работы следует искать в виде $e_i = P_i / z_i$, где P_i — оценка полезности (эффективности и безопасности) выполнения судовой операции с точки зрения использования ресурсов, z_i — оценка использования ресурсов при выполнении i -й работы.

Пусть далее P_i определяется экспертно, поэтому искать величину z_i будем искать как функцию от аргументов s_i и y_i . Тогда сформулированную выше задачу можно формализовать следующим образом: построить механизм стимулирования

$$M = \{\eta_i\}, i = 1, n,$$

где функция $\eta_i = \eta_i(y, \delta)$, $y = \{y_i\}$, $\delta = \{\delta_i\}$, удовлетворяет отношению

$$\eta_i(y, \delta) \Big|_{s_i = y_i^{min}} \geq \eta_i(y, \delta), \forall s_i \in S_i. \quad (1)$$

Отношение (1) обеспечивается, во-первых, при условии достоверности информации η_i , когда $s_i = y_i^{min}$, т. е.

$$\eta_i(y, \delta) \Big|_{y_i = y_i^{min}} \geq \eta_i(y, \delta), \forall y_i \in Y_i, \quad (2)$$

и во-вторых, когда имеет место минимизация фактических объемов работ η_i , является монотонно убывающей функцией от величины y_i

$$\begin{aligned} \eta_i(y_1, \dots, y_i, \dots, y_n; \delta_1, \dots, \delta_i, \dots, \delta_n) / \eta_i(y_1, \dots, y_j, \dots, y_n; \delta_1, \dots, \delta_{j-1}, \delta_i, \delta_{j+1}, \dots, \delta_n) = y_i / y_j, \\ \partial \eta_i(y, \delta) / \partial \delta_i > 0, \end{aligned} \quad (3)$$

В-третьих, когда реализуется принцип «справедливости» стимулирования осуществляемый в рамках монотонности возрастания η_i по оценке δ_i при постоянном y_i и равенстве отношений η_i/η_j и y_i/y_j для одинаковых δ_i, δ_j . В то же время условие безусловного выполнения работ может быть учтено путем выбора вида функции K_i и выполнения условий (3).

4. Практическая реализация механизма стимулирования членов судового экипажа

При заданном механизме стимулирования M выбор исполнителями параметров s_i и y_i можно рассматривать как игру n лиц с ограниченным ресурсом, в которой каждый участник делает два хода — на первом сообщает оценку s_i , а на втором выбирает реализацию y_i , после чего его выигрыш рассчитывается как $\eta_i \Phi_\Sigma$.

Тогда множеством стратегий можно определить так

$$S_i = \{s_i\}: 0 < s_i < \infty,$$

$$Y_i = \{y_i\}: y_i^{min} \leq y_i < \infty,$$

при $i = 1, n$ а поставленную задачу можно интерпретировать следующим образом — найти такие правила игры (правила определения $\{\eta_i\}$), при которых равновесие по Нэшу в системе обеспечивалось бы лишь при выполнении равенств

$$s_i^* = y_i^{min}, y_i^* = y_i^{min} \quad i = 1, n.$$

Иными словами необходимо, чтобы соблюдались условия (1), (2) и, кроме того, обеспечивалось бы выполнение дополнительного условия (3).

При практической реализации механизма стимулирования членов судового экипажа условие (1), с обязательным выполнением условия (2), можно ослабить [4] и записать его так

$$\eta_i(y, \delta) \Big|_{s_i = y_i} \geq \eta_i(y, \delta), \forall s_i \in S_i. \quad (4)$$

При этом ослабление условия (1) вытекает из равенства $y_i^* = y_i^{min}$, которое в свою очередь обеспечивает эквивалентность между стратегией $s_i^* = y_i$ и стратегией $s_i^* = y_i^{min}$.

Если далее учитывать выражение (4), то в качестве функций $\{\delta_i(K_i, P_i Z_i(s_i, y_i))\}$ и $\{\eta_i(y, \delta)\}$ при $i = 1, n$ можно выбрать следующие выражения

$$\eta_i = y_i \delta_i^\gamma / \sum_{j=1}^n y_j \delta_j^\gamma \quad (5)$$

$$\delta_i = K_i P_i / (s_i + (\alpha - 1) y_i^\alpha / s_i^{\alpha-1}) (1/\alpha) \quad (6)$$

где $\gamma, \alpha = 2, 3, \dots$

Не трудно убедиться, что механизм стимулирования членов судового экипажа, при планировании и реализации судовой операции с целевыми функциями (5) и (6) удовлетворяет условиям (1) — (3). Следовательно, равновесие по Нэшу в судовой организационно-технической системе при использовании механизма стимулирования M будет обеспечено, если

$$s_i^* = y_i^* = y_i^{\min} \text{ при } i = 1, n \quad (7)$$

причем выполнение условия (7) позволяет реализовать судовую операцию при максимально возможных значениях оценки полезности (эффективности и безопасности)

$$e_i = P_i / y_i^{\min} \text{ для } i = 1, n$$

Следовательно, планирование и реализацию судовой операции с учетом механизма стимулирования M при целевых функциях (5) и (6) способны обеспечить этим операциям максимум как эффективности, так и безопасности.

5. Заключение

В данной работе предложен синтез механизма стимулирования, в котором согласуются интересы членов экипажа, задействованных в выполнении плана судовых операций, с интересами капитана судна. Представленный механизм стимулирования обеспечивает безопасному и эффективному выполнению судовой операции, учитывает достоверность оценки объема работ, определяет минимальные значения затраченных ресурсов на выполнение операции.

Литература:

1. Анисимов, А. Н. Особенности социального управления в системах менеджмента безопасностью / А. Н. Анисимов, В. И. Меньшиков. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т. — 2003. — Т. 6, № 1. — с. 9–16.
2. Бурков, В. Н., Кондратьев, В. В. Механизмы функционирования организационных систем. М.: Наука, 1981.
3. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская; под общ. ред. В. И. Меньшикова. — Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. — 212 с.
4. Меньшиков, В. И. Методика оценки неопределенности в планах судовых операций / Меньшиков В. И., Папуша А. Н., Ковальчук В. В., Окуличев Д. И. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т — 2011. — Т. 16, № 3 — с. 613–615.
5. Эксплуатация добывающего судна в навигационно-промысловых структурах / А. Н. Анисимов, В. И. Меньшиков, В. Я. Сарлаев; под общ. ред. В. И. Меньшикова. — Мурманск: Изд-во МГТУ, 2009. 175 с.

Применение электронных таблиц Excel для расчёта курсовых работ энергетических специальностей

Бейтуллаева Румия Хамидуллаевна, соискатель;
Курбонов Нажмиддин Абдихамидович, соискатель
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Развитие техники и технологии происходит так стремительно, что поток новых знаний не только успевает усваиваться, но не в полной мере внедряется в учебный процесс. Поэтому обязательным компонентом подготовки любого специалиста, является умение использовать компьютер для решению профессиональных задач, таким образом студенты должны обладать системой знаний и умений позволяющих грамотно использовать компьютерные технологии в своей будущей профессиональной деятельности.

В настоящее время в КИЭИ, в частности на кафедре «Электроэнергетика» используются различные программные комплексы. Существуют значительное количество специализированных пакетов такие как MatLab, MathCad, Male и др. Однако освоение этих пакетов самостоятельно достаточно трудоёмкая задача. Всё становится гораздо проще, если взять в рассмотрение электронные таблицы EXCEL. Электронные таблицы EXCEL позволяют готовить различного вида цифровые отчёты, графики, диаграммы, так как электронные таблицы яв-

ляются мощным вычислительным средством предлагающие пользователям замечательные возможности которые можно применить при выполнении курсовых работ по различным дисциплинам в целях получения дополнительных навыков, получение более точных расчётов, экономии времени, а также для точного контроля со стороны преподавателей. Алгоритм создания расчётного варианта показан на примере курсового проекта по предмету «Электромеханика». В данной курсовой работе подробно изложена методика проектирования силовых трансформаторов с плоскими и пространственными маг-

нитными системами из холоднокатанной электротехнической стали, с обмотками из медного алюминиевого провода. Также приведён магнитный и тепловой расчёт силового масляного трансформатора. Разработка данного курсового проекта особенно важно для студентов энергетических специальностей, так как силовой трансформатор является одним из важнейших элементов электрической сети.

В качестве примера рассмотрим последовательность решений приведённых в таблице 1.

Данные для варианта № 11

Таблица 1

№	Параметр	Значение
1	Расчет трансформатора	
2	Задание. Тип трансформатора	TM-250/35.
3	Мощность трансформатора S=	250 кВ·А;
4	Число фаз m=3; частота f=50 Гц;	
5	Номинальные напряжения обмоток:	
6	ВН U _н =	35000 В;
7	НН U _н =	400 В;
8	Схема и группа соединения	Y/Y-0; обмотка - медь;
9	Напряжение короткого замыкания u _к =	6,5 %
10	Потери короткого замыкания P _к =	3700 Вт;
11	Потери холостого хода P _х =	960 Вт;
12	Ток холостого хода i _х =	2,30 %;
13	Расчет основных электрических величин и изоляцион. расстояние	
14	Мощность одной фазы и одного стержня S _ф =S'/3=	250 / 3 = 83,33 кВ·А
15	Номинальные токи на сторонах:	
16	ВН I _н =	250 · 1000 / (√3 · 35000) = 4,12 А;
17	НН I _н =	250 · 1000 / (√3 · 400) = 360,9 А;
18	Фазные токи ВН I _{ф1} =I ₂ =	4,12 А;
19	НН (группа) I _{ф1} =I ₂ =	360,9 А;
20	Фазные напряжение: ВН U _{ф2} =U _н =	35000/√3 = 20207 В;
21	НН U _{ф1} =U _н /√3=	400 / 1,732 = 230,9 В;
22	Испытательные напряжение обмоток (по табл.4.1): для обмоток	
23	ВН U _{исп} =	85 кВ;
	для обмотка НН U _{исп} =	5 кВ.

К заданию формируется набор исходных данных: в ячейке A2 приведён тип рассчитываемого трансформатора, в ячейке AF3 мощность трансформатора, в ячейках A4 указано число фаз и частота, в ячейках I6 и AD6 указаны номинальные напряжения обмоток, в ячейке A7 указаны схема и группа соединения обмоток и металл обмотки, в ячейке AM8 напряжение короткого замыкания, в ячейке AN-9 потери короткого замыкания, в ячейке AC10 указаны потери холостого хода, в ячейке X11 ток холостого хода. Далее вводим следующие формулы для подробного расчёта основных электрических величин: для расчёта мощности одной фазы и одного стержня в ячейку A14 введена формула M14/U14, в ячейку A16 введена

формула расчёта номинальных токов на высоком напряжении H16*O16 (1,732*AA16), в ячейку A17 введена формула расчёта номинальных токов на низком напряжении H17*O17 (1,73*AA17). В ячейку AZ21 введена формула фазного напряжения на низкой стороне AK21/1,73. Испытательные напряжения для высокого напряжения выбраны из справочных данных и введены в ячейку J23, а для низкого напряжения в ячейку AO23. Для испытательного напряжения обмотки ВН в ячейки AY24, AX25, E 26, R26, AF26 и BF26 введены изоляционные расстояния. Аналогичный расчёт выполнен и для низкого напряжения. Далее определяем исходные данные для расчёта: в ячейке AU29 введена формула W29*КОРЕНЬ (КОРЕНЬ (AE)) *0,01.

Для определения активной составляющей короткого замыкания введена формула $N33 / (10 * AA33)$, а для определения реактивной составляющей в ячейку AD35 введена формула $(N35^2 - T 35^2) ^{05}$ и дальше в таком же порядке вводятся остальные формулы и параметры, которые должны быть рассчитаны в курсовой работе.

В ходе выполнения курсовой работы в электронных таблицах EXCEL наиболее полно проявляются мотивация,

целенаправленность, самоорганизованность, самоконтроль а также навыки к более углублённому проведению инженерных расчётов и другие личностные качества студентов.

Электронные таблицы EXCEL можно также использовать для создания тестовых заданий и других видов контроля студентов.

Литература:

1. Тихомиров, Р. М. Расчёт трансформаторов. М. «Энергия». 1986 год.
2. А. А. Фёдорова, Г. В. Сербиновский. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. М., «Энергия».

Анализ газочувствительных свойств бинарных и многокомпонентных систем с фрактально-перколяционной структурой¹

Бобков Антон Алексеевич, аспирант

Санкт Петербургский Государственный Электротехнический Университет имени В. И. Ульянова (Ленина)

В настоящее время полупроводниковые газочувствительные адсорбционные сенсоры на основе оксидов металлов широко востребованы в экологическом мониторинге, медицинской неинвазивной диагностике, экспресс-мониторинге качества продуктов, криминалистике, военном деле, машиностроении, горном деле и других областях. При изготовлении сенсорных слоев активно используются методы золь-гель технологии [1–6]. Прежде всего, широкое применение данного вида сенсоров, обусловлено их преимуществами, такими как низкая стоимость и коммерческая доступность.

В сенсорики газовых сред наблюдается тенденция изготовления датчиков со следующими свойствами: сенсоры с повышенной селективностью [7–9], с фотокаталитическими свойствами [10–13], сенсоры сочетающие магнитные и газочувствительные свойства, с повышенной стабильностью свойств при эксплуатации или напротив с высокой газочувствительностью при отсутствии необходимости стабильности в течении длительного времени [14–15]. Также, активно разрабатываются сенсоры с пористыми сетчатыми структурами [16], пористые иерархические структуры [17], гибридные структуры состоящие из пористой матрицы с капсулированными наночастицами, с использованием различных приемов проведения процессов в нанореакторах, включая осаждение фрактальных наночастиц из жидкой фазы или образование фрактальных агрегатов в дисперсных системах и самоорганизации наночастиц в межфазных границах [18–20]. Один из методов,

успешно применяемый для анализа фрактальных систем, является метод атомно-силовой микроскопии [21–26]. Наряду с решением некоторых проблем, существующих газовых сенсоров, эти подходы также ставят ряд новых задач. Одной из которых является усложнение задачи изготовления контактов, вследствие ухудшения механических свойств системы. Частично данная проблема может быть решена методами электро-адгезии [27–29].

Целью настоящей работы являлось развитие модельных представлений о газочувствительных фрактальных перколяционных структурах, а также исследования газочувствительных свойств многокомпонентных систем. Отметим, что фрактальные перколяционные структуры отличаются от фрактальных агрегатов. Фрактальные агрегаты образуются в золь-гель процессах при любых концентрациях вещества, а фрактальный перколяционный кластер возникает при превышении некоторого критического значения концентрации, называемой порогом перколяции [30–31].

Методом химического соосаждения были получены нанопорошки оксидов металлов (ZnO , Fe_2O_3 и $ZnFe_2O_4$) [32–33]. В процессе соосаждения pH раствора солей металлов увеличивали за счет добавления основания (NH_4OH или $NaOH$), чтобы осадить гидроксиды, при строгом контроле pH и скорости перемешивания. Посредством рентгеновского фазового анализа, было установлено формирование кристаллических фаз ZnO и Fe_2O_3 в образцах бинарных оксидов, и образо-

¹ Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности № 16.2112.2014/К.

вание $ZnFe_2O_4$ со структурой шпинели с небольшими включениями бинарных оксидов в результате совместного соосаждения солей цинка и железа. Исследования микроструктуры нанопорошков методом растровой электронной микроскопии показали, что размеры наночастиц оксида цинка имеют разброс в диапазоне 20–300

нм (рис. 1, а), в то время как наночастицы оксида железа практически монодисперсны — 10 нм (рис. 1, б), а размеры наночастиц при образовании цинкового феррита составляют 20–30 нм (рис. 1, в). Для исследования газочувствительных свойств нанопорошки оксидов были спрессованы в таблетки.

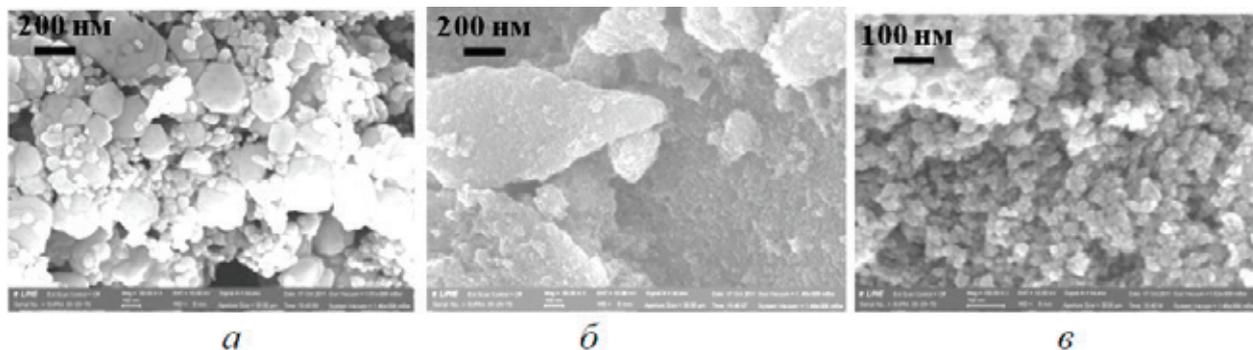


Рис. 1. Микрофотографии нанопорошков, полученных методом химического соосаждения: а — ZnO, б — Fe₂O₃, в — ZnFe₂O₄

Золь-гель методом получены наноструктурированные слои диоксида кремния и нанокондиты металлооксидов и диоксида кремния [17, 34]. В качестве прекурсоров для приготовления растворов использовались неорганические соли металлов, тетраэтоксисилан и спирты. Проведено исследование газочувствительных свойств металлооксидных слоев при воздействии на образцы, нагретые до 300°C, паров ацетона, этанола и изопропанола (концентрация 1000 ppm), величина чувствительности рассчитывалась как $S = (R_b - R_r) / R_r$, где R_b — сопротивление образца на воздухе, а R_r — сопротивление образца в присутствии газа-реагента. В таблице 1 представлены экспериментальные данные газочувствительности наноструктурированных слоев ZnO, Fe₂O₃ и ZnFe₂O₄, полученных методом химического соосаждения. Таблица 2 иллюстрирует результаты исследования газочувствительности на-

нокомпозитных слоев ZnO-SiO₂ и SnO₂-SiO₂, полученных золь-гель методом.

Обнаружено, что значения чувствительности образцов, полученных методом химического соосаждения, больше соответствующих значений для образцов, полученных золь-гель методом. Цинковый феррит обладает большей газочувствительностью по сравнению с бинарными оксидами, что согласуется с развитаемыми модельными представлениями основанными на наличие центров двух типов, обладающих разными окислительно-восстановительными и кислотно-основными свойствами, и принимающими участие в процессах адсорбции и окисления молекул газа.

В рамках модели изменения свойств при адсорбции восстанавливающих газов на поверхности полупроводников невозможно объяснить чрезвычайно высокие зна-

Таблица 1. Чувствительность слоев ZnO, Fe₂O₃ и ZnFe₂O₄, полученных методом химического соосаждения, к парам ацетона и этанола

Образец	S (этанол)	S (ацетон)
ZnO	35	80
Fe ₂ O ₃	8	1500
ZnFe ₂ O ₄	200	100000

Таблица 2. Чувствительность слоев ZnO-SiO₂ и SnO₂-SiO₂, полученных золь-гель методом, к парам ацетона и изопропанола

Образец	S (изопропанол)	S (ацетон)
ZnO-SiO ₂	1.8	7.5
SnO ₂ -SiO ₂	3	8

чения газочувствительности, которые достигаются при детектировании паров ацетона и этанола структурами, полученными методом химического соосаждения. Следует отметить, что большая чувствительность часто сопровождается нестабильностью, что свидетельствует о структурно-зависимых свойствах, поэтому развитие новых модельных представлений проводилось на основе физики фракталов и теории перколяции. Полученные экспериментальные результаты могут быть объяснены образованием перколяционного стягивающего кластера при условиях, незначительно превышающих порог протекания. Мощность кластера качественно может быть описана моделью Мандельброта-Гивена (рис. 2) с размерностью Хаусдорфа-Безиковича (D), равной 1,89. Эта размерность близка к значению, соответствующему фрактальности бесконечного кластера в двумерном пространстве. Электрофизические свойства перколяционного кластера вблизи порога протекания определяются фрактальностью его остова (рис. 3). Фрактальная размерность Хаусдорфа-Безиковича для проводящего остова близка к соответствующему значению для салфетки Серпинского ($D = 1.62$). Таким образом, фрактальная газочувствительная структура существует в двумерном пространстве и имеет топологическую размерность, равную единице. Это обуславливает возможность блокирования путей протекания при адсорбции на поверхности кислорода в электрически активной форме. При воздействии восстанавливающего газа происходит разблокировка путей протекания с возникновением случайных петель. В идеализированном

случае проводимость вследствие данного эффекта может становиться сколь угодно низкой. Кривая Мандельброта-Гивена интересна как модель тем, что имеет петли и ветви (выступы) всех возможных размеров. Главной особенностью формирования фрактальных структур при химическом соосаждении, в отличие от золь-гель метода, является возможность получения перколяционных кластеров со структурой, близкой к порогу протекания. Получение таких структур золь-гель методом затруднительно из-за резкого уменьшения энтропии системы при упорядочении (росте неорганических полимеров) в процессе поликонденсации и, как следствие, из-за спинодального распада, приводящего к образованию сетчатых структур при условиях намного выше порога протекания.

Данная модель не отрицает, а развивает известные модельные представления, расширяя круг объясняемых эффектов. Блокировка путей протекания, как и в классическом случае, предполагает исключение участков ветвей с сечением менее значения эффективной дебаевской длины экранирования. При появлении молекул восстанавливающих газов происходит их адсорбция на поверхности слоя и химическое взаимодействие с кислородом. Продукты реакции десорбируются с поверхности. При некоторой концентрации восстанавливающего газа это приводит к переходу системы через порог протекания, сокращению путей протекания тока и, следовательно, существенному уменьшению сопротивления. Достоинством этой модели является наглядное подтверждение того, что в адсорбционных полупроводниковых сенсорах с фрак-

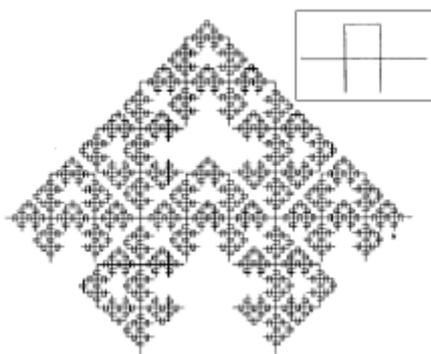


Рис. 2. Кривая Мандельброта-Гивена (на врезке исходный образующий элемент регулярного фрактала)

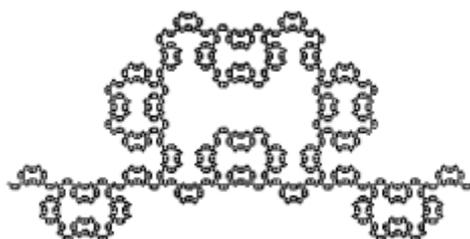


Рис. 3. Проводящий остов кривой Мандельброта-Гивена

тальной структурой значения газочувствительности могут достигать значений, значительно превышающих предельно допустимые в моделях с классической модуляцией проводимости приповерхностных слоев.

Литература:

1. The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing / C.J. Brinker, G.W. Scherer // Sol-Gel Science. San Diego: Academic Press. — 1990—908 p.
2. Formation of Hierarchical Pore Structure in Silica Gel / K. Nakanishi, R. Takahashi, T. Nagakane et al. // J. Sol-Gel Sci. Technol. 2000. 17. P. 191—210.
3. Handbook of Sol-Gel Science and Technology: Processing, Characterization, and Applications / Ed. Sumio Sakka. N. Y., 2004. V. 1—3.
4. Sol-Gel Methods for Materials Processing. Eds Plinio Innocenzi, Yuriy L. Zub, Vadim G. Kessler. Nicola Husing. Design of Inorganic and Inorganic-Organic Hybrid Materials by Sol-Gel Processing -from Nanostructures to Hierarchical Networks. Netherlands: Springer Science + Business Media B.V. 2008. P. 91—104.
5. Sol-Gel Process of Oxides Accompanied by Phase Separation / Nakanishi K. // Bull. Chem. Soc. Jpn. 2006. V. 79. N 5. P. 673—691.
6. Основы золь-гель технологии нанокompозитов / А.И. Максимов, В.А. Мошников, Ю.М. Таиров, О.А. Шилова // 2-е изд. Спб.: ООО «Техномедиа»; изд. «Элмор», 2008. 225 с.
7. Сенсорные и фотокаталитические свойства металлооксидных наноматериалов / С.С. Налимова // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. 2014. Т. 2. с. 44—47.
8. Механизм взаимодействия восстанавливающих газов с оксидами металлов / С.С. Карпова // Известия спбгэту «ЛЭТИ». 2012. № 6. с. 15—24.
9. Влияние этанола на электрофизические свойства диоксида олова / Е.В. Андреева, А.Б. Зильберман, Ю.Л. Ильин и др. // Физика и техника полупроводников. 1993. Т. 27. № 7. с. 1095—1100.
10. Фотокаталитическое окисление фармацевтических препаратов на тонких наноструктурированных пленках оксида цинка / И.А. Пронин, Н.В. Канева, А.С. Божинова и др. // Кинетика и катализ. 2014. Т. 55. № 2. с. 176.
11. Флуоресценция пленок наноразмерных композитов ZnO: SiO₂ и SnO₂: SiO₂ под действием сывороточного альбумина человека / Г.К. Чудинова, И.А. Наговицын, Т.Т. Гаджиев и др. // Доклады Академии наук. 2014. Т. 456. № 2. с. 174.
12. Surface and photocatalytic properties of nanostructured ZnO thin films doped with iron / N. Kaneva, L. Krasteva, D. Dimitrov Et al // Bulgarian Chemical Communications. 2013. Т. 45. № 4. с. 635—643.
13. Nanosized composite thin films of sio₂-zno for photocatalytic decomposition of organic dyes — structure and characterization / N.V. Kaneva, S.A. Siuleiman, A. S. Vojinova et al //Bulgarian Chemical Communications. 2013. Т. 45. № 4. с. 611—616.
14. Микропроцессорный газоаналитический модуль / А.Е. Сенькин, Б.И. Селезнев, А.И. Максимов и др. // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2004. № 26. с. 161—168.
15. Датчик газового анализа и система газового анализа с его использованием / В.П. Афанасьев, П.В. Афанасьев, И.Е. Грачева и др. // Патент на изобретение RU 2413210 11.01.2010
16. Особенности формирования металлооксидных пористых структур в золь-гель системах SiO₂-SnO₂ и SiO₂-CoO / В.С. Левицкий, А.С. Леншин, А.И. Максимов и др. // Сорбционные и хроматографические процессы. 2012. Т. 12. № 5. с. 725—733.
17. Hierarchical nanostructured semiconductor porous materials for gas sensors / V.A. Moshnikov, I.E. Gracheva, V.V. Kuznezov et al. // Journal of noncrystalline Solids. — 2010. — V. 356. — P. 2020—2025.
18. Фрактальные агрегаты / Р. Жюльен // УФН. 1989. Т. 157. № 2. с. 339—357.
19. Свойства фрактальных дисперсных систем / В.И. Ролдугин // Усп. Химии. 2003. Т. 72. № 11. С. 1027—1054
20. Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях / В.И. Ролдугин // Усп. Химии. 2004. Т. 73. № 2. с. 123—156
21. Atomic force microscopy and photoluminescence analysis of porous metal oxide materials / S.A. Tarasov, I.E. Gracheva, K.G. Gareev et al // Semiconductors. 2012. Т. 46. № 13. с. 1584—1588.
22. Investigating properties of gas-sensitive nanocomposites obtained via hierarchical self-assembly / V.A. Moshnikov, I.E. Gracheva, M. G. Anchkov et al // Smart Nanoobjects: Synthesis and Characterization 2013. с. 165—179.
23. Фрактально агрегированные микро- и наносистемы, синтезированные из золь / И.Е. Кононова, В.А. Мошников, М.Б. Криштаб, И.А. Пронин // Физика и химия стекла. 2014. Т. 40. № 2. с. 244—261.
24. Фрактальный анализ АСМ-изображений химически осажденных пленок Cu—Ga—Se / Е.А. Федорова, Л.Н. Маскаева, В.Ф. Марков и др. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2013. Т. 10. № 4. с. 547—552.

25. Пономарева, А. А. Иерархически организованные пористые газочувствительные слои системы SnO₂-SiO₂, полученные золь-гель методом: Автореф. Дис. канд. Техн. Наук. / А. А. Пономарева // Санкт-Петербург, 2013. 16 с.
26. Исследование микроструктуры и сенсорных свойств наноструктурированных слоев оксида цинка [Текст] / А. А. Бобков // Молодой ученый. — 2014. — № 7. — с. 115–118.
27. Influence of nanodimensional effects on electric adhesion in anodic bonding manufacturing of composites seals / N. S. Pshchelko, V. A. Moshnikov, M. P. Sevryugina // Smart Nanocomposites. 2013. Т. 4. № 2. с. 33–39.
28. Сетчатые иерархические пористые структуры с электроадгезионными контактами / И. Е. Грачева, С. С. Карпова, В. А. Мошников, Н. С. Пшелко // Известия спбгэту «ЛЭТИ». 2010. № 8. с. 27–32.
29. Модифицирование селективных и газочувствительных свойств резистивных адсорбционных сенсоров путем целенаправленного легирования / И. А. Пронин И. А., И. А. Аверин, О. А. Александрова, В. А. Мошников // Датчики и системы. 2013. № 3 (166). с. 13–16.
30. Газочувствительные слои на основе фрактально-перколяционных структур / В. А. Мошников, С. С. Налимова, Б. И. Селезнев // Физика и техника полупроводников. 2014. Т. 48. № 11. с. 1535–1539.
31. Перколяционная модель газового сенсора на основе полупроводниковых оксидных наноматериалов с иерархической структурой пор / Пронин И. А., Аверин И. А., Мошников В. А. и др. // Нано- и микросистемная техника. 2014. № 9. с. 15–19.
32. Функциональный состав поверхности и сенсорные свойства ZnO, Fe₂O₃ и ZnFe₂O₄ / С. С. Карпова, В. А. Мошников, С. В. Мьякин, Е. С. Коловангина // Физика и техника полупроводников. — 2013. — Т. 47, Вып. 3. — с. 369–372.
33. Исследование влияния кислотно-основных свойств поверхности оксидов ZnO, Fe₂O₃ и ZnFe₂O₄ на их газочувствительность по отношению к парам этанола / С. С. Карпова, В. А. Мошников, А. И. Максимов и др. // Физика и техника полупроводников. — 2013. — Т. 47, Вып. 8. — с. 1022–1026.
34. Nanostructured materials obtained under conditions of hierarchical self-assembly and modified by derivative forms of fullerenes / I. E. Gracheva, V. A. Moshnikov, E. V. Maraeva et al. // Journal of Non-Crystalline Solids. — 2012. — V. 358. — P. 433–439.

Чистая электроэнергия на Камчатке

Бутяков Николай Анатольевич, студент;
 Динмухаметов Айдар Марселевич, студент;
 Ахметшин Роберт Султанович, кандидат технических наук, доцент
 Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережночелнинский институт (филиал)

В данной статье рассмотрены энергетические проблемы Камчатского полуострова. Были проанализированы источники электроэнергии полуострова и сделаны выводы, что район не эффективно использует свои природные ресурсы.

Ключевые слова: прилив, отлив, Пенжинский залив, ПЭС, приливная электростанция, ТЭС, Камчатка, залив, мазут, газ, охотское море, гидротурбина.

Энергосистема Камчатки [3] наряду с энергосистемами Якутии, Магадана, Сахалина, Чукотки является изолированной. Это является основной особенностью энергосистемы Камчатки. Камчатская энергосистема функционирует на полуострове Камчатка на территории двух субъектов Российской Федерации: Камчатской области и Корякского автономного округа (КАО) и находится в управлении Акционерного общества «Камчатскэнерго». Камчатская энергосистема состоит из Центрального энергорайона, обеспечивающего централизованное электроснабжение юго-восточной части полуострова Камчатка и 10 изолированно работающих небольших энергоузлов, сформированных на базе Паужетской ГеоЭС, ДЭС

Южных и Центральных электрических сетей и имеющих территориальное деление по границам муниципальных образований. Крупнейшими производителями электроэнергии на Камчатке являются работающие на мазуте ТЭС-1 (установленная мощность — 235 МВт) и ТЭС-2 (160 МВт), расположенные в Петропавловске—Камчатском; Мутновская ГеоЭС (установленная мощность 62 МВт); Толмачёвский каскад гидроэлектростанций (20 МВт); Паужетская ГеоЭС (12 МВт). Функционируют мощности малой энергетики: Быстринская гидроэлектростанция (1,7 МВт), ветровая электростанция в Алеутском районе (0,5 МВт). Основная масса энергоисточников Камчатского края работает на привозном топливе. В на-

стоящее время на ТЭЦ и дизельных станциях вырабатывается 67,4% электроэнергии, производимой в регионе. Тепловая энергия вырабатывается на двух ТЭЦ ОАО «Камчатскэнерго» в г. Петропавловске—Камчатском и котельных, имеющих в каждом населенном пункте, находящихся в собственности ГУП «Камчатсккоммунэнерго», муниципальных предприятий коммунального хозяйства, промышленных предприятий, и на Быстринском и Паратунском промысловых участках геотермального теплоснабжения. Годовая потребность энергетических объектов в поставках топлива составляет 450 тыс. т мазута, 25 тыс. т дизельного топлива, 200 тыс. т угля. [3]

Основные проблемы Камчатской энергосистемы:

— Камчатка оторвана от остальной части России, имеет изолированную энергосистему, которая зависит от поставок с материка, так как камчатские ТЭЦ—1 и ТЭЦ—2 работают на мазуте. Топливо с учётом транспортных издержек обходится более чем в 300 долл. за тонну. В результате киловатт/час на полуострове — самый дорогой в России — свыше 3 руб.; все энергообъекты функционируют в сейсмоопасной зоне со сложными природно-климатическими условиями, поэтому Камчатка не входит и объективно не может входить в состав какой-либо объединённой энергосистемы России, в том числе и в энергосистему Дальнего Востока;

— на полуострове не могут надёжно эксплуатироваться линии электропередачи высоких классов напряжения, что исключает возможность создания единой территориальной энергосистемы и вынуждает обеспечивать потребителей электроэнергией локальных энергоузлов, энергетический комплекс — один из определяющих факторов освоения промышленного потенциала края; его активное развитие — потенциальный стимул социально-экономического развития всего региона, так как Камчатский край создан 1 июля 2007 г. объединением двух глубоко дотационных регионов — Камчатской области и Корякского автономного округа; электропотребление Камчатки вышло к настоящему времени на стабильный уровень, не достигнув ещё, однако, уровня 1991 г.; в структуре потребления электроэнергии высока доля населения (38,1%) и бюджетных организаций (22,8%), в то время как доля промышленного потребления составляет всего 7%; низкий платёжеспособный спрос потребителей, обусловленный низким доходом в расчёте на душу населения;

— среди электростанций преобладают топливные (84%) — это работающие на мазуте ТЭЦ в Центральном энергоузле и расположенные в изолированных энергоузлах дизельные электростанции. Доля электрических мощностей края на возобновляемых источниках энергии составляет 17%, а объём произведённой на них электроэнергии в общем объёме производства — 33%; Камчатка обладает уникальными запасами геотермальных и энергетических вод, из которых 60 источников имеют температуру свыше 60°C, что позволяет рассматривать их в качестве энергетического ресурса; главной проблемой энергетики Камчатки является устаревшее оборудование электростанций

и электрических сетей, отслужившее расчётный срок эксплуатации. Половина установленного оборудования имеет возраст не менее 30 лет, причём более 60% выработки электро- и теплоэнергии обеспечивается разнотипными энергоблоками небольшой мощности. В результате — значительный пережог топлива, увеличение затрат на ремонт и техническое обслуживание; разведанные запасы газа на полуострове составляют около 16 млрд. м³, а предполагаемые объёмы достигают 49 млрд. м³. Основные перспективы обнаружения месторождений нефти и газа связываются с Охотской нефтегазоносной провинцией, и особенно с её морской частью. По плотности ресурсов (до 50 тыс. т на км²) эта акватория на Дальнем Востоке уступает лишь шельфу Северного Сахалина. Завершение строительства газопровода Соболево—Петропавловск—Камчатский позволит осуществить газоснабжение столицы края, а также перевести на газ камчатские ТЭЦ—1 и ТЭЦ—2 и котельные по пути газопровода; [4]

— основные причины неэффективности камчатской энергетики — дорогой уголь и дорогое привозное топливо. Топливная составляющая в тарифе в полтора раза выше, чем в среднероссийском, и это основной удорожающий фактор. [3]

Одним из решений энергетической проблемы Камчатки является постройки приливной электростанций. В Пенжинской губе Охотского моря наблюдаются наиболее высокие приливы в Тихом океане, амплитуда которых достигает 13,4 м. Приливы в заливе Шелихова являются суточными. Площадь бассейна Пенжинской губы составляет 20530 км². Таким образом, если считать усреднённой высотой прилива значение 10 м, то в среднем в бухте за сутки проходит 410,6 км³ воды, что в 20–30 раз превышает расход воды в устье крупнейшей реки Земли Амазонки. Пенжинские ПЭС [5] располагаются также в Охотском море в заливе Шелихова. При сужении губы в створе мысов Средний и Мамечинский прилив достигает 13,4 м, поэтому рассматриваются два створа, так называемый Северный створ при площади бассейна 6788 км² и Южный (20530 км²). Расчётная мощность составляет 35 ГВт, а выработка — 105 ТВт.ч для Северного (Мамечинского) и 100 ГВт, т.е. 300 ТВт.ч для Южного (Божедомского) створов. Сооружение ПЭС на Северном створе технически трудно. Длина Южного створа — 72 км. Общая мощность «южной» ПЭС (при 4400 агрегатах с мощностью каждого около 20 МВт) может составить 87 ГВт, а годовая выработка более 190 ТВт.ч. [1]

Для выполнения строительства Пенжинской ПЭС потребуется 65 млн. м³ бетона и выполнения 160 млн. м³ земляных работ.

По схематической карте климатического районирования территории России для строительства [7] (СНиП 23—01—99 «Строительная климатология») весь Пенжинский район полностью относится к району I, подрайону IA, а узкая полоса вдоль побережья к подрайону IG.

Охотское море оказывает малое влияние на территорию района. Даже на побережье климат практически столь же континентален, как в глубинах района. При-



Рис. 1. Южный и Северный створы Пенжинской ПЭС

морское положение выражено более прохладным летом и меньшим безморозным периодом. В прибрежной части преобладают ветра северо-восточного и восточного направлений. При определённых климатических условиях на побережье могут возникать штормы. Умеренно-континентальный климат характерен для территории Пенжинской низменности и Парапольского дола. Территория характеризуется холодной зимой и прохладным летом. Зимой осадков выпадает мало, оттепелей практически не бывает. Для районов с континентальным климатом характерна продолжительная, холодная зима. Средняя температура января колеблется от -24 до -26°C . Лето короткое, средняя температура июля от $+10$ до $+14^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура равняется $-6,7^{\circ}\text{C}$ (по данным метеостанции Каменское). Первые заморозки наблюдаются во второй декаде августа, а последние — в третьей декаде июня (по данным метеостанции Каменское).

На проектируемой ПЭС будут установлены гидроагрегаты типа PIT Carlan с прямоточными турбинами. Про-

изводителем гидроагрегатов служит чешская компания Mavel. Гидроагрегат шахтного исполнения с двойной регулировкой с обтекаемым пилоном — сверху открытой металлической шахтой, в которой находится мультипликатор и генератор. Использование мультипликатора упрощает обслуживание, и ремонт генератора без осушения проточной части в более сжатые сроки. В таком гидроагрегате механическая энергия вращающегося рабочего колеса переносится на вал мультипликатора и с него на вал генератора, где преобразуется в электрическую энергию. Конструкция турбины, по информации производителей, исключает проникновение масла в воду, что соответствует требованиям по экологии, имеющая турбину ПЛК 10 и гидрогенератор ВГС 800/110–52УХЛ 4. Системой возбуждения для гидроагрегата служит СТС — 2П — 210–1100–2,5 — УХЛ 4. Выбран силовой трансформатор марки ТДЦТН 80000/110.

Построим таблицу выработки электроэнергии за один прилив одного агрегата.

Таблица 1. Выработка электроэнергии за один прилив одного агрегата

$H, \text{ м}$	$h_y, \text{ ч}$	$W_E, \text{ МВт} \cdot \text{ ч}$
2	1	5,2
4	1	10,4
6	1	15,6
8	1	20,8
10	1	26
12	1	31,5

За сутки один агрегат выработает $W_B = 109.5$ МВт
Рассчитаем годовую выработку электроэнергии,

$$W_B = 109.5 * 4 * 4 * 30 * 6 = 315360 \text{ МВт} \quad (1)$$

Годовой расход электроэнергии на собственные нужды,

$$W_{с.н.} = \frac{K_{с.н.}}{100} * W_B, \text{ МВт} \quad (2)$$

Где $K_{с.н.}$ — коэффициент расхода на собственные нужды

По формуле (2):

$$W_{с.н.} = \frac{0,2}{100} * 315360 = 630,72 \text{ МВт}$$

Годовой отпуск электроэнергии с шин ГЭС,

$$W_{отп} = W_B - W_{с.н.}, \text{ МВт} * \text{Ч} \quad (3)$$

По формуле (3)

$$W_{отп.} = 315360 - 630,72 = 31472928 \text{ МВт} * \text{Ч}$$

Таблица 2. Калькуляция себестоимости электроэнергии отпущенной с шин ГЭС

№	Наименование статей калькуляции	Годовые издержки И, тыс.руб.	$S_{отп}$	Структура себестоимости, %
1.	Расходы на оплату труда производственных рабочих	3510	1,1	8,5
2.	Отчисления на социальное страхование	912,6	0,28	2,2
3.	Амортизационные отчисления на содержание гидросооружений	29025	9,2	70,6
4.	Цеховые расходы	2902,5	0,92	7,06
5.	Общестанционные расходы	4752,75	1,5	11,5
	Итого:	41102	13,06	100

Таблица 3. Техничко-экономические показатели ГЭС

№	Наименование показателя	Основные обозначения	Единицы измерения	Величина
1.	Установленная мощность станции	N_y	МВт	125
2.	Число часов использования установленной мощности	h_y	час	4320
3.	Годовая выработка электроэнергии	W_B	МВт · ч	315360
4.	Годовой отпуск электроэнергии	$W_{отп}$	МВт · ч	314729
5.	Удельные расходы электроэнергии на собственные нужды	$W_{сн}$	МВт · ч	631
6.	Капиталовложения в строительство станции	$K_{ст}$	тыс. руб.	3375000
7.	Удельные капиталовложения	$K_{уд}$	тыс. руб.	27000
8.	Удельная численность эксплуатационного персонала	$Ч_{экс}$	чел/МВт	0,13
9.	Себестоимость отпущенной электроэнергии	$S_{отп}$	копкВт·ч	13,06
10.	Общие годовые издержки производства электроэнергии	$I_{гэс}$	тыс.руб.	41102

Таблица 4. Расчёт эксплуатационной экономической характеристики

Число часов использования установленной мощности h_y , ч	1000	2000	3000	4000	5000
Себестоимость $S_{э}$ $\frac{\text{коп}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$	32,9	16,5	10,9	8,2	6,6

Базовая стоимость капиталовложений составляет 3375000 тыс.руб. Годовая выработка электроэнергии составляет 315360 МВт·ч. Себестоимость отпущенной электроэнергии составляет 13,06.коп/(кВт·ч).

Вывод. Строительство Пенжинской ПЭС даст мощный экономический толчок в развитии Камчатского полу-

острова. Во первых это дешёвая и экологический чистая электроэнергия для населения, во вторых дополнительные мощности для развития производства, в третьих новые рабочие места.

Литература:

1. Википедия https://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%E5%ED%E6%E8%ED%F1%EA%E0%FF_%CF%DD%D1
2. Гидроэлектростанции. Условия создания. Нормы и требования.. 2008.
3. Состояние и особенности энергосистемы Камчатки <http://www.kamlib.ru/resources/suglobov.htm>
4. ОАО Камчатскэнерго. <http://www.kamenergo.ru/doc.php?id=1876>
5. Основы гидроэнергетики. Горизонтальные поворотные лопастные гидроагрегаты. URL: <http://blog.rushydro.ru/>
6. Прилив и отлив. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%E8%EB%E8%E2_%E8_%EE%F2%EB%E8%E2
7. СНиП 23–01–99 Строительная климатология.
8. Совет ветеранов энергетики <http://www.npsve.ru/>
9. Состояние и особенности энергосистемы Камчатки. URL: <http://www.kamlib.ru/resources/suglobov.htm>
10. СТО 56947007–29.240.30.010–2008, Схемы электрические принципиальные распределительных устройств подстанций 35–750кВ, 2007.
11. Электротехнический справочник. Т. 2. М.: МЭИ, 2003.

Применение пищевых добавок с компонентами молока для спортивного питания

Васильева Дарья Андреевна, аспирант

Кубанский государственный технологический университет (г. Краснодар)

Показана возможность расширения ассортимента мороженого с использованием растительного полисахарида геля Алоэ Вера и сахарозаменителя стевии. Отражена товароведная характеристика разработанной продукции.

Ключевые слова: мороженое, полисахарид геля Алоэ Вера, стевия, технология, качество, безопасность.

Спортивное питание — это класс специальных добавок промышленного производства, направленный на организацию качественного питания спортсменов. В конце прошлого века под «спортивным питанием» понимали то, что в глазах современного человека является просто здоровым питанием. То есть использование натуральных продуктов, качественное и регулярное питание, отказ от вредной (жирной, соленой, острой) пищи. Однако постепенно этого для достижения успеха спортсменам стало мало. И для лучшего усвоения и снабжения тела питательными веществами продукты стали проходить предварительную обработку. Так появилось первое специализированное спортивное питание.

Спортивное питание — это класс натуральных продуктов, специализированных добавок, которые обеспечивают спортсмена всеми необходимыми веществами — протеины (белок), гейнеры (углеводно-белковые смеси), аминокислоты, микроэлементы, витамины, энергетики. Так же к спортивному питанию относятся креатины, средства для суставов и связок, сжигатели жира, средства по-

вышения уровня тестостерона (разрешенных Российским Законодательством) и др.

Питание человека, который занимается спортом, отличается от питания человека, который не занимается. Профессиональный спорт требует еще большей внимательности к рациону. Наряду с грамотной тренировкой, стоит правильное спортивное питание. Для спортсменов этот аспект наиболее важен, т.к. в отличие от простого (не занимающегося спортом) человека, спортсмен испытывает дополнительные нагрузки, и следовательно нуждается в дополнительной поддержке. Функцию поддержки и выполняет спортивное питание. Именно от питания в конечном счете зависит успех или неудача в занятиях бодибилдингом, пауэрлифтингом, культуризмом и др. видами спорта. Спортсмены уже давно обнаруживали разницу между спортсменом, принимающим спортивное питание и спортсменом не принимающим его. Спортсмен, выбравший правильное спортивное питание чувствует себя лучше и добивается более высокого уровня результативности. Даже неактивный или среднеактивный человек

может извлечь пользу из приема специализированного питания. Ну а если вы тот самый серьезный атлет, что нуждается во вдохновении для победы на соревнованиях, то спортивное питание необходимо вам!

Есть распространенное заблуждение, что спортивное питание не нужно, а потребности спортсмена в протеине и углеводах вполне удовлетворит обычная пища. Как правило, это говорят незнающие люди, далекие от спорта.

Давайте разберемся. Если вы не занимаетесь тяжелым физическим трудом, не наращиваете мышцы, то мяса, рыбы, творога, яиц в вашем рационе будет достаточно. Потребность в белках для не занимающегося физическими нагрузками человека составляет 1,5 грамма белка на килограмм веса. Те, кто качает мышцы, нуждается в 2–2,5 граммах белка на килограмм веса. Получается, ему нужно есть в два раза больше!? Но как съесть такой объем пищи, ведь помимо белков в ней содержатся еще жиры и углеводы! А их переизбыток приведет к отложению подкожного жира.

К сожалению, природа не изобрела такого натурального продукта, где был бы один белок и ничего больше. Наука и пищевая индустрия решили проблему, создав специализированные продукты — которое мы называем спортивным питанием. Это и есть натуральная пища в концентрированном виде, из которой с помощью новейших технологий исключены все вещества — «балласты», не относящиеся к полезным для нашего организма. Спортивное питание — это целый комплекс продуктов, в который в виде растворимых в соке порошков или капсул «заключена» главная польза натуральных продуктов: фруктов, овощей, мяса, производных молока.

Практически в любом виде спорта, особенно в силовом, не обойтись без сильных выносливых мышц, построить которые можно при наличии энергии и соответствующих компонентов, из которых будут состоять мышечные клетки. Энергию и необходимые вещества организм получает с пищей.

Спортсмены, имеющие тяжелые физические нагрузки, испытывают гораздо большие потребности в энергии и питательных веществах, особенно в белках. Получить их, поглощая большее количество пищи, не всегда возможно, в силу различных обстоятельств (трудности в усвоении, диеты, в том числе и медицинские). Следует также отметить и то, что часто большинство биологически активных веществ либо содержится в недостаточных количествах, либо уничтожается в процессе кулинарной обработки. Альтернативой недостаточному качеству питания призваны служить пищевые добавки — не заменой, а именно дополнением к пищевому рациону.

Спортивное питание — это специальные комплексы и пищевые добавки, которые применяются для питания спортсменов (бодибилдеры, атлеты и пр.) и обогащения их обычной пищи.

Существует несколько предназначений спортивного питания:

Первое предназначено для сжигания излишних жиров и снижения веса (диуретики, жиросжигатели);

Второе — для набора мышечной массы (протеин и гейнеры — белково-углеводные коктейли);

Третье — для улучшения общего самочувствия и здоровья (антиоксиданты, витамины, средства для укрепления связок и суставов, стимуляторы выработки тестостерона и др.)

Все эти добавки для спортивного питания имеют высокое содержание биологически-активных нутриентов, которые можно употреблять самостоятельно или в комплексе с традиционной пищей, дабы обогатить свой рацион витаминами, необходимыми микро и макроэлементами.

Кто-то сможет возразить, что спортивное питание — это сплошная химия, ненатуральная и вредная. Конечно это не так. В действительности, спортивное питание — это как детское питание для взрослых, только намного концентрированней, чем наше традиционное питание. При помощи специальной технологии очистки количество полезных для организма нутриентов составляет необходимое количество, а неактивные излишние компоненты удаляются.

Что касается современных взглядов на применение спортивных добавок, вырабатываемых с применением молочных компонентов из молока — не столь давно закончились споры ученых о пищевой и биологической ценности казеина и сывороточных белков.

Еще сравнительно недавно такой ценный продукт как молочная сыворотка считалась отходом молочной промышленности, а идея производства из нее питания, предназначенного для спортсменов, вообще не имела места.

На сегодняшний день отношение к сыворотке совершенно иное, а производство сывороточных белков занимает существенную часть в индустрии спортивного питания. Сывороточные белки выделяют двумя способами:

- 1) ионно-обменным с использованием полимеров и дальнейшей ультрафильтрацией;
- 2) ультрафильтрационным с дальнейшей микро- или нанофильтрацией.

В первом случае получают изолят сывороточных белков, во втором — концентрат.

Биологически более ценным является белок, полученный путем фильтрации без использования ионного обмена потому, как при этом способе производства сохраняются такие важные фракции молока как лактоферрин, протеозо-пептонная фракция и иммуноглобулины.

После многолетней научной борьбы ученые пришли к следующему выводу: «Как сывороточный протеин, так и казеин оказывают полезное воздействие. У них различная скорость абсорбции, и они вызывают различную метаболическую реакцию. В действительности, они дополняют друг друга, и для достижения максимальной пользы их следует употреблять вместе».

Нельзя не упомянуть о недавно появившейся на рынке спортивного питания такой пищевой добавке как креатин. Специалисты и сами спортсмены, применяющие эту добавку, приписывают ей сенсационные свойства и, как показали многочисленные исследования, совершенно не без оснований. Креатин, по заключению ученых — био-

химиков, способен значительно увеличивать силовые показатели спортсменов и давать существенную прибавку в мышечной массе.

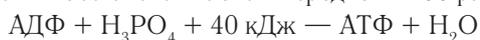
Креатин — это азотистое вещество, обладающее мощным эргогенным воздействием. Выпускается в виде моногидрата креатина, представляющего собой мелкокристаллический порошок белого цвета. Используется как индивидуальная добавка и как компонент других спортивных добавок, в том числе и произведенных с использованием компонентов молока. Как индивидуальная добавка часто упаковывается в капсулы (по 2–2,5г), что увеличивает срок хранения.

Немного биохимии о действии креатина.

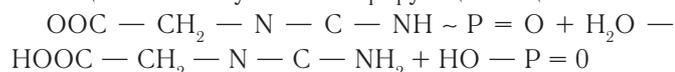
Как известно, источником энергии функционирования организма служит аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), в том числе расщепляющаяся под действием миозина макроэргическая связь молекулы АТФ преобразуется из химической энергии связи в механическую сокращения мышц.

Запасов АТФ в организме крайне недостаточно для выполнения физических нагрузок, возможность осуществления которых основана на постоянном пополнении макроэргических соединений. Пополнение происходит за счет аккумуляции энергии, выделяющейся при понижении энергетического уровня распадающихся соединений.

Период существования молекул АТФ крайне незначительный, менее одной минуты, и за сутки она расщепляется и восстанавливается в среднем 2400 раз.



На эти процессы тратится около 50% энергии, высвобождающейся при расщеплении белков, жиров, УВ и других органических соединений. Образованию АТФ способствуют, например, креатинфосфат, фосфофенолпировиноградная кислота, 1–3-дифосфоглицериновая кислота, имеющие в своей химической структуре макроэргическую связь. Богатая энергией связь и наличие остатка фосфорной кислоты определили эти и подобные им вещества к числу АТФ-генерирующих веществ.



Применение креатина существенно повышает уровень фосфокреатина в мышцах, который, в свою очередь, влияет на увеличение числа запасаемых молекул АТФ и на скорость восстановления окисленных молекул АТФ. Креатин применяют в количестве 0,1–0,3 г на 1 кг веса тела, желательно с углеводами. Эффективность действия не снижается при приеме курсами.

Белок может иметь различную технологическую обработку и потому отличаться по своим свойствам. Основные технологические операции, влияющие на свойства, таковы:

1) кислотный гидролиз. Эти белки уже расщеплены, но обработаны в кислой среде, а не под воздействием фер-

ментов. В их состав часто входит натрий, поэтому они способствуют задержке воды;

2) ферментативный гидролиз. Он создает полупереваренные белки, что включает также их распад на более мелкие пептиды, такие как ди-, три- и олигопептиды. Пептиды не связывают воду в кишечнике, что вызывает его расстройство;

3) денатурированный белок. Это происходит, когда белок подвергается высокой температуре — выше 60 градусов по Цельсию — или воздействию химических реагентов, которые разрушают определенные цепочки, на которых основаны некоторые белковые структуры. Когда это происходит, белок уже не может выполнять своей биологической функции;

4) нативные белки. Они сохраняются в своей первоначальной естественной форме и требуют полного переваривания;

5) чистые аминокислоты. Не требуют переваривания. 95% содержащегося в организме человека креатина приходится на мышечные ткани. Креатин содержится в таких продуктах питания, как говядина, тунец, лосось и сельдь.

Организм в состоянии самостоятельно производить АТФ, но в период интенсивных тренировок он просто не успевает синтезировать АТФ в достаточном количестве.

Рынок спортивного питания на сегодняшний день обилён разнообразием креатиновых добавок. Моногидрат креатина является наиболее распространённым источником креатина. Также большой популярностью среди спортсменов пользуется буферизированный креатин и комплексный креатин, представляющий собой несколько источников креатина, объединённых в одном комплексе.

Креатин моногидрат — это соединение, поставляющее креатин, необходимый для регенерации АТФ. Являясь наиболее эффективной формой креатина, креатин моногидрат на сегодняшний день является единственным клинически испытанным источником креатина, представляющим соединение молекулы креатина с молекулой воды. К тому же, креатин моногидрат, как дополнительный источник креатина, наиболее экономичный выбор в многообразии креатин содержащих спортивных добавок.

Буферизированный креатин не задерживает воду, в отличие от моногидрата креатина, и, как следствие, при его применении не возникает эффекта раздутия. К плюсам также можно отнести отсутствие загрузочной фазы. Однако, следует отметить, что клинические испытания буферизированного креатина не проводились.

Разнообразие пищевых добавок столь велико и практически каждый желающий может подобрать для себя такую их композицию, которая будет удовлетворять особенностям строения и функционирования его организма.

Литература:

1. Технология функциональных продуктов. Варивода А.А., Овчарова Г.П.. Курс лекций / Saarbrücken, Deutschland, 2013.

2. Технология хранения и переработки молока и молочных продуктов. Варивода А. А., Овчарова Г. П. Учебное пособие / Saarbrücken, Deutschland, 2013.
3. Национальные стандарты и технические условия — основа безопасности и качества молочных продуктов. Варивода А. А., Овчарова Г. П. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 43. с. 286—291.
4. Комплексная переработка молочной сыворотки мембранными методами. Варивода А. А., Овчарова Г. П. Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2013. Т. 3. № 6. с. 61—64.
5. Тенденции развития мирового рынка молочных продуктов. Варивода А. А., Овчарова Г. П., Ипполитов С. А. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 37. с. 280—286.
6. Компьютерное моделирование белково-витаминных композитов, сбалансированных по содержанию незаменимых аминокислот. /Шаззо Р. И., Ерашова Л. Д., Павлова Г. Н., Ермоленко Р. С., Алехина Л. А., Варивода А. А. //Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 6. с. 62—64.

Исследование триггера с эмиттерной связью

Вертунов Александр Александрович, студент;
Цуркан Денис Александрович, аспирант
Московский государственный машиностроительный университет

Исследованы процессы и основные характеристики триггера с эмиттерной обратной связью

Ключевые слова: триггер, сигнал, импульсы, напряжение, резистор, транзистор.

Цели

1. Изучить принцип действия и характеристики триггера.
2. Исследовать влияние величины сопротивления эмиттерной обратной связи на основные параметры триггера.
3. Исследовать влияние величины сопротивления смещения в цепи эмиттер — база входного транзистора на основные параметры триггера.

Теоретическая часть

Триггер — релейное устройство, которое может находиться в двух устойчивых состояниях, переход из одного состояния в другое сопровождается регенеративным процессом.

Различаются два основных типа схем триггеров: симметричные триггеры, триггеры с эмиттерной связью.

Триггер с эмиттерной связью (триггер Шмитта), являющийся несимметричной схемой, используется не в качестве счетчика или запоминающего устройства подобно симметричному триггеру, а как пороговое устройство, реагирующее на определенный уровень выходного сигнала. Кроме того, триггер Шмитта применяется для формирования прямоугольных импульсов определенной амплитуды из синусоидального сигнала или сигнала другой непрямоугольной формы.

Как правило схема триггера Шмитта состоит из двух транзисторных каскадов, охваченных положительной об-

ратной связью. Когда на вход схемы подается импульс напряжения, в результате действия обратной связи триггер скачком переходит из едкого состояния в другое.

На рис. 1 представлена принципиальная схема триггера Шмитта. Особенность схемы является то, что коллектор выходного транзистора $VT2$ не связан с другими элементами схемы, поэтому сопротивление нагрузки R_H незначительно влияет на работу триггера, что позволяет получить большую крутизну выходных импульсов. Резистор R_3 выполняет функции жесткой положительной эмиттерной (токовой) обратной связи и включается в цепь, эмиттеров транзисторов $VT1$ и $VT2$. Функции гибкой положительной коллекторной связи выполняют также резистор R_5 и конденсатор C . Цепочка резисторов R_1, R_2 образует начальное смещение (потенциал базы) транзистора $VT1$. Однако присутствие резисторов R_1 и R_2 является необязательным.

Работа схемы протекает следующим образом. При отсутствии входного сигнала, параметры элементов схемы выбраны таким образом, что транзистор $VT1$ находится в отсечке, а транзистор $VT2$ в насыщении. Для обеспечения состояния насыщения транзистора $VT1$, необходимо, чтобы потенциал его базы был больше, чем потенциал эмиттера. Это условие выполняется тогда, когда падение напряжения на резисторе R (U_R) будет больше чем падение напряжения на резисторе R_3 (U_{R3}). Напряжение эмиттер-база транзистора $VT2$ определяется соотношением

$$U_{ЭБ2} = U_R - U_{R3} = I \cdot R - I_{Э2} \cdot R_3 \quad (1)$$

где I — ток, протекающий по резистору R .

Состояние отсечки транзистора *VT1* обеспечивается тем, что потенциал его базы ниже, чем потенциал эмиттера. Это условие выполняется тогда, когда падение напряжения на резисторе R_3 будет больше, чем падение напряжения на резисторе R_1 (U_{R1}). В этом случае к переходу эмиттер-база прикладывается напряжение обратной полярности. Напряжение эмиттер-база транзистора *VT1*, которое называется напряжением смещения (U_{CM}), определяется соотношением:

$$U_{ЭБ1} = U_{R1} - U_{R3} = \frac{U_{II} \cdot R_1}{R_1 + R_2} - I_{Э2} \cdot R_3 = -U_{CM} \quad (2)$$

где U_{II} — напряжение питания.

При таком состоянии схем конденсатор *C* будет заряжаться по цепочке: «+», U_{K1} , эмиттер-база *VT2* — R_3 . Напряжение на заряженном конденсаторе *C* равно падению напряжения на резисторе $R\delta$.

Напряжение на выходе будет равно:

$$U_{ВЫХ} = U_{КЭНАС2} - U_{R3} = U_{КЭНАС2} - I_{Э2} \cdot R_3 \approx I_{Э2} \cdot R_3 \quad (3)$$

где $U_{КЭНАС2}$ — напряжение коллектор-эмиттер транзистора *VT2* в состоянии насыщения.

Выходное напряжение достаточно мало (рис.2), схема находится в первом исходном состоянии.

При подаче на вход положительной волны напряжения растет напряжение эмиттер-база транзистора *VT1*

$$U_{ЭБ1} = U_{ВХ} - U_{CM} = U_{ВХ} + \frac{U_{II} \cdot R_1}{R_1 + R_2} - I_{Э} \cdot R_3 \quad (4)$$

Когда входное напряжение $U_{ВХ}$ достигает величины при которой напряжение $U_{ЭБ1}$ станет равным пороговому напряжению транзистора *VT1* ($U_{ЭБ1}$) произойдет открытие транзистора *VT1*. Ток эмиттера транзистора *VT1* ($I_{Э1}$) вызывает дополнительное падение напряжения на резисторе R_3 , что увеличивает потенциал эмиттера транзистора *VT1*. Одновременно, вследствие уменьшения потенциала коллектора транзистора *VT1*, уменьшается потенциал базы транзистора *VT2* и ток *I*. Таким образом напряжение эмиттер-база транзистора *VT2* будет определяться следующим соотношением

$$U_{ЭБ2} = I' - I'_{Э2} \cdot R_3 - I_{Э2} \cdot R_3, \quad (5)$$

где I' — ток, протекающий через резистор *R* при $U_{ЭБ1} = U_{ЭБ1}$

$I'_{Э2}$ — ток эмиттера транзистора *VT2* при $U_{ЭБ1} = U_{ЭБ1}$

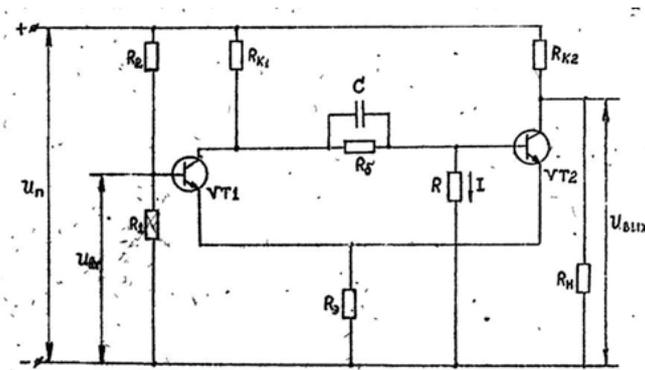


Рис. 1 Принципиальная схема триггера Шмитта

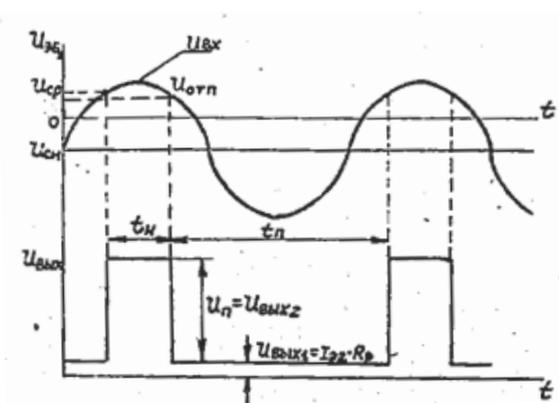


Рис. 2 Входные и выходные осциллограммы триггера Шмитта ($t_{И}$ — время импульса, $t_{П}$ — время паузы)

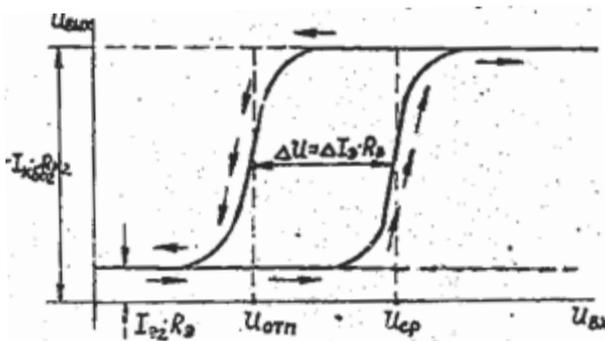


Рис. 3 Пусковая характеристика триггера

Как видно из выражения (5), напряжение эмиттер-база транзистора VT2 ($U_{ЭБ2}$) будет уменьшаться, что вызовет уменьшение его тока базы $I_{Б2}$ и тока эмиттера $I_{Э2}$. Конденсатор C будет разряжаться через резистор $R_Э$, что вызывает дополнительное падение напряжения на нем, и понижает потенциал базы транзистора VT2 и тока I' . Как следствие, уменьшается напряжение $U_{ЭБ2}$ и токи $I_{Б2}$ и $I_{Э2}$.

Уменьшение тока $I_{Э2}$ приводит к уменьшению падения напряжения на резисторе $R_Э$. При этом напряжение $U_{ЭБ1}$ в соответствии с выражением (4) увеличивается. Транзистор VT1 ещё больше открывается, что вызывает понижение потенциала его коллектора и, следовательно, понижение потенциала базы транзистора VT1 и напряжения $U_{ЭБ2}$. Транзистор VT2 будет закрываться, что вызовет ещё большее открытие транзистора VT1 и т.д. Этот процесс за счет наличия эмиттерной обратной связи ($R_Э$) и коллекторной обратной связи (C и $R_Б$), имеет ярко выраженные релейный характер с крутыми фронтами переключения и продолжается до тех пор пока транзистор VT1 не переключится в состояние насыщения, и транзистор VT1 в состояние отсечки.

Таким образом, схема переходит во второе устойчивое состояние. Входное напряжение, при котором происходит переключение схемы во второе состояние, называется напряжением срабатывания (рис.2). При этом на выходе об-

разуется скачок напряжения, который определяется выражением

$$U_{ВЫХ2} = U_{П} - I_{КЭ02} \cdot R_{КЭ} \approx U_{П}, \tag{6}$$

где $I_{КЭ02}$ — обратный коллекторный ток транзистора VT2.

Подставляя в уравнение (4) условие срабатывания ($U_{ЭБ1} = U_{ОЭ1}$), после преобразования получаем выражение для напряжения срабатывания

$$U_{СП} = U_{ОЭ1} + \frac{U_{П} \cdot R_1}{R_1 + R_2} - I_{Э2} \cdot R_Э, \tag{7}$$

После срабатывания состояние отсечки транзистора VT2 обеспечивается насыщением транзистора VT1. Так как $U_{КЭНАС1} \approx 0$, то

$$U_{RЭ} = U_{RБ} + U_R, \tag{8}$$

где $U_{RБ}$ — падение напряжения на резисторе $R_Б$.

Следовательно, $U_{RЭ} > U_R$ и переход эмиттер-база транзистора VT2 смещен в обратном направлении.

В случае необходимости понижения уровня выходного напряжения резистор $R_{КЭ}$ заменяет двумя последовательно соединенными резисторами, снимая выходное напряжение с одного из резисторов.

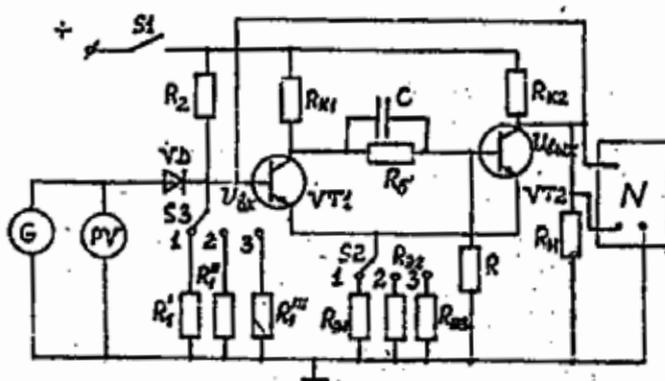


Рис. 4. Принципиальная схема для исследования триггера Шмитта

Таблица 1

Эксперимент	Параметры	$R_{31}=10$	$R_{32}=100$	$R_{33}=1000$
	Величина R_3			
	$U_{\text{вых1}} = B/A * U_{\text{вхmax}}$, В	1,6	1,3	0,9
	$U_{\text{вых2}} = C/A * U_{\text{вхmax}}$, В	13,9	13,7	12,7
	$U_{\text{ср}} = D/A * U_{\text{вхmax}}$, В	6,5	6,2	5,7
	$U_{\text{отп}} = U_{\text{ср}} - U_{\text{отп}}$, В	1,3	1,43	2,55
	$\Delta U = B/A * U_{\text{вхmax1}}$, В	5,2	4,77	3,15
	t_n , с	5	4,5	4,2
Расчёт	$U_{\text{вых1}}$, В	1	0,8	0,5
	$U_{\text{вых2}}$, В	8,6	8	7
	$U_{\text{ср}}$, В	4	3,6	3,1
	$U_{\text{отп}}$, В	2,4	2	1,4
	$\Delta U = B/A * U_{\text{вхmax1}}$, В	1,6	1,6	1,7

Выводы

Установлено влияние величины сопротивления эмиттерной обратной связи на основные параметры триггера

и влияние величины сопротивления смещения цепи эмиттер-базы входного транзистора на основные параметры триггера.

Литература:

1. Акимов, А. В. Проверочный расчет генератора с клювообразным ротором: Ч.1: Метод. указ. к выполнению курс. проекта. — М., 2002.
2. Астапенко, А. В., Лохнин В. В., Прохоров В. А., Физические основы электроники: метод. указ. к выполнению лаб. раб. — М., 2007.
3. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник для вузов. — 11-е изд., исправ. и доп. — М., 2006.
4. Девочкин, О. В., Кецарис А. А., Полякова В. Н. Электротехника и основы электроники, Ч.1. Электрические цепи: метод. пособие к вып. расчетно-граф. и контр. работ. — М., 2009.
5. Прохоров, В. А. Элементы и узлы полупроводниковых преобразователей электрической энергии в автомобиле: Учеб. пособие. — М., 2003.

Метод составления проекта ликвидации газификатора (криогенного)

Гарькин Игорь Николаевич, кандидат исторических наук, доцент;
 Артюхина Оксана Викторовна, студент;
 Железняков Леонид Алексеевич, студент
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Рассматривается методика выполнения проекта на ликвидацию газификатора холодного криогенного ГХК 3/1.6–200М, подробно приводится план выполнения работ по ликвидации технического устройства.

Ключевые слова: проект ликвидации, опасный производственный объект, газификатор криогенный.

При неиспользовании в течение долгого времени здания или технического устройства, являющиеся опасными производственными объектами, предприятию эксплуатирующему данный объект есть смысл исклю-

чить его из реестра опасных производственных объектов (ОПО). Исключение из реестра необходимо для снижения эксплуатационных издержек предприятия (страховка, проведение экспертизы промышленной безопасности [1..3] и т.д.). Для этого существует три способа:

1. Консервация объекта;
2. Ликвидация объекта;
3. «Присоединение» объекта к другому ОПО.

Рассмотрим вариант с ликвидацией объекта. К данному варианту прибегают в основном для освобождения производственных площадей от устаревшего оборудования, зданий и сооружений.

Для ликвидации объекта требуется разработать проект ликвидации и провести экспертизу промышленной безопасности проекта (проект и экспертиза выполняются специализированной организацией имеющей соответствующие допуски и лицензии).

Рассмотрим на примере газификатора холодного криогенного ГХК 3/1.6–200М выполнение проекта ликвидации.

Газификатор холодный криогенный ГХК 3/1.6–200М предназначен для обеспечения потребностей в газообразном кислороде при максимальном потреблении до 100 м³/час, рабочем давлении 0.6 МПа и хранении жидкого кислорода в объеме до 3,2 м³.

Перечень выполняемых работ:

- Отключение оборудования
- демонтаж арматуры и контрольно-измерительных приборов газификатора;
- демонтаж газификатора;
- транспортирование оборудования на склад предприятия;
- заглушка кислородопроводов.

В рамках демонтажных работ технологического оборудования демонтажу подлежит следующее оборудование, расположенное на площадке:

- Резервуар сосуда,
- испаритель для надува газовой подушки резервуара,

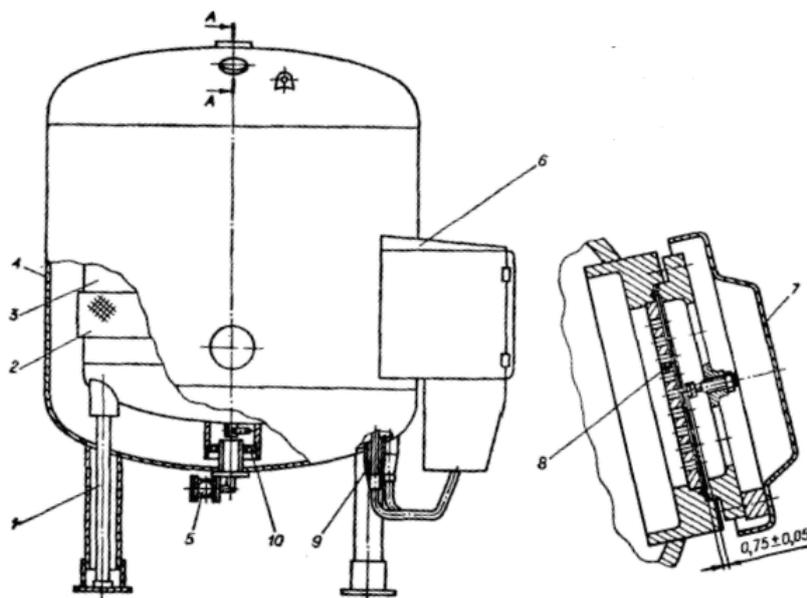


Рис. 1. Криогенный стационарный резервуар: 1 — стойка; 2 — карман; 3 — сосуд внутренний; 4 — кожух; 5 — вентиль вакуумный; 6 — шкаф арматурный; 7 — колпак; 8 — мембрана; 9 — мост тепловой; 10 — опора

Таблица 1. Характеристика ГХК 3/1.6–200М

№	Наименование	Значение
1	Емкость газификатор	3 м ³ (+0.3,—0.2)
2	Рабочее давление	0.1–1.6 МПа
3	Объемная производительность (не менее)	200 м ³ /час
4	Масса хранимого продукта (кислород)	3500 кг
5	Масса резервуара (не более)	3245 кг
6	Масса газификатора (не более)	3695 кг
7	Высота	3350 мм
8	Занимаемая площадь	13,6 м ²

- испаритель для газификации жидкости,
- арматура и трубопровод.

Перед началом работ, электротехническому персоналу необходимо отключить электропитание от электрощитовой и вывесить предупредительную табличку о запрете включения на время проведения работ. Удостовериться в отсутствии кислорода в сосуде. Проверить давление в сосуде.

Работа по демонтажу заключается в отсоединении крепежной арматуры сосуда и контрольно-измерительных приборов.

Перед демонтажом сосуда, отключаются и заглушаются подводящие к нему трубопроводы. Далее производится последовательное удаление крепежных элементов контрольно-измерительной аппаратуры к сосуду. После чего производится демонтаж контрольно-измерительной аппаратуры и установка заглушек на входящие и выходящие патрубки оборудования. Далее производится последовательное удаление крепежных элементов арматуры оборудования.

Литература:

1. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений: характерные проблемы [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — с. 285–286.
2. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений с крановыми нагрузками // Современная техника и технологии. — Июнь 2014. — № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/06/3917> (дата обращения: 05.06.2014).
3. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Промышленные железобетонные дымовые трубы: методика проведения экспертизы // Современная техника и технологии. 2014. № 8 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/08/4325> (дата обращения: 12.08.2014).
4. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (дата обращения: 19.05.2014).
5. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Анализ причин обрушения строительных конструкций промышленных зданий с позиций системного подхода // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2014. № 5–6 (84) С.48–51
6. Кузьмишкин, А. А., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Обследование зданий и сооружений: литейные цеха [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 20. — с. 159–162.

Метод классификации дефектов промышленных кирпичных труб

Гарькин Игорь Николаевич, кандидат исторических наук, доцент;
 Артюхина Оксана Викторовна, студент;
 Железняков Леонид Алексеевич, студент
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Рассматривается метод классификация дефектов дымовых промышленных кирпичных труб на основе анализа проведения экспертизы промышленной безопасности дымовой трубы высотой 50 м в г. Пенза в 2014 году.

Ключевые слова: кирпичная труба, классификация дефектов, обследование строительных конструкций, экспертиза промышленной безопасности.

В предыдущих работах авторами была проанализированы виды и способы обследования строительных конструкций промышленных дымовых труб в процессе проведения экспертизы промышленной безопасности [1..5].

Демонтируемое оборудование будет перемещено на собственный склад предприятия, путем транспортирования на грузовых машинах.

Резервуар газификатора транспортируется в горизонтальном положении на двух широких (не менее 200 мм) подкладках, выбранных по радиусу резервуара. Перевозка жидкого продукта в резервуаре не допускается. При транспортировке оборудование необходимо надежно закрепить. Не допускается кантовка резервуара с опорой на трубчатые стойки.

Рассмотренная методика применима в т.ч. и для другого оборудования работающего под давлением. Однако следует учитывать тот факт, что данная методика не применима для ликвидаций зданий и сооружений [4..6], рассмотрением методики по составлению проекта ликвидации зданий и сооружений авторами будет рассмотрено в последующих работах.

Однако был обойдён стороной такой важный момент как метод классификации выявленных дефектов. В качестве примера приведём результаты обследования одной из кирпичной промышленной трубы высотой 50 м в г. Пенза.

Виды дефектов можно разделить на находящиеся, на внешней и внутренней поверхности трубы. Для наглядности и удобства предлагается использовать графический способ маркировки дефектов (рис.1,2), условные обозначения выявленных дефектов приведена в табл. 1. Приведём основные дефекты характерные для кирпичных дымовых труб:

1. Увеличение швов кирпичной кладки верхней части трубы;
2. Шелушение, локальное выкрашивание раствора в кирпичной кладке на глубину до 10 мм,
3. Трещины волосяные с раскрытием менее 0,5 мм;
4. Сквозные трещины в стволе трубы;

5. Коррозия металлоконструкций молниезащиты, стяжных колец и скоб наружного и внутреннего ствола и др.

Данные дефекты были выявлены путём обследования конструкций с позиций системного подхода [6,7]. Для их предотвращения необходимо соблюдать правила эксплуатации промышленных сооружений [8] и проводить плановые и капитальные ремонты с использованием современных технологий (в т.ч. разработанных в отечественных Высших учебных заведениях) [9,10].

Во время, обнаружив дефекты, правильно их классифицировать и проведя текущий или капитальный ремонт можно существенно продлить безопасный срок эксплуатации такого важного инженерного сооружения как дымовая труба.

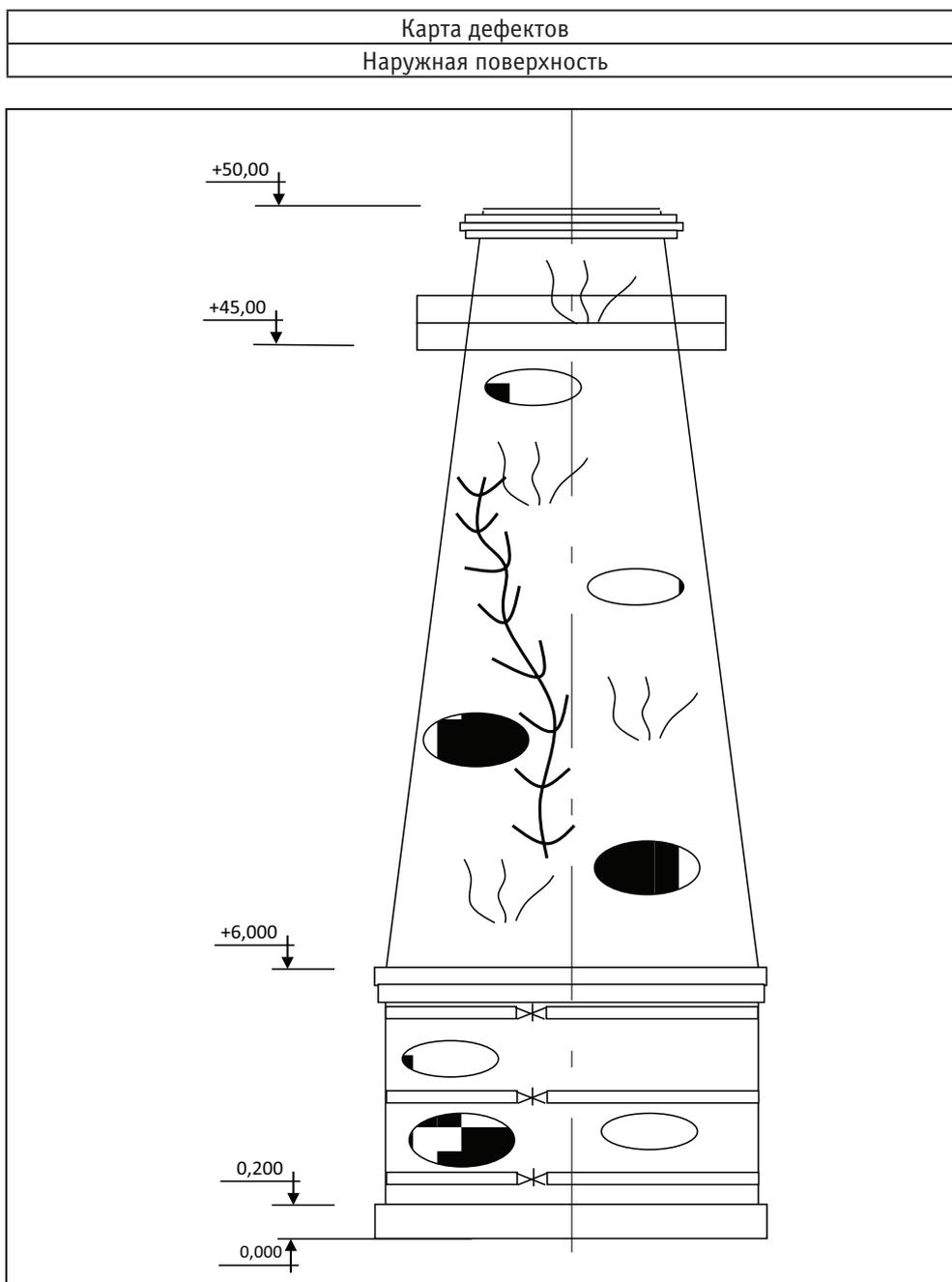


Рис. 1. Карта дефектов

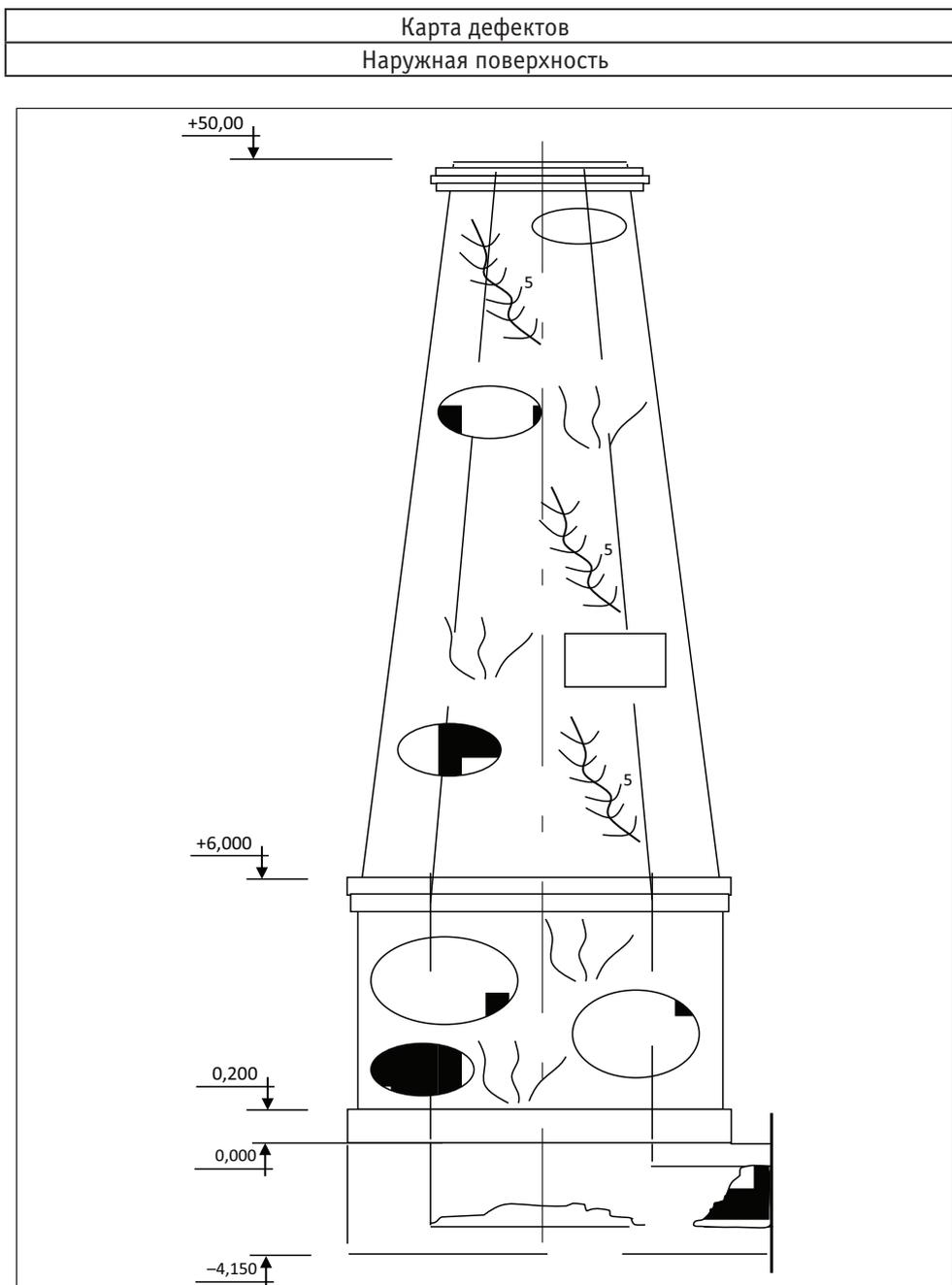
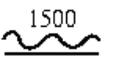
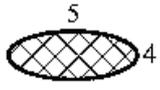
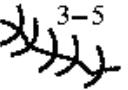
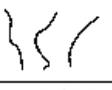
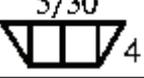


Рис. 2. Карта дефектов

Таблица 1. Условные обозначения дефектов кирпичной трубы

Условное обозначение	Наименование
	Образование конденсата с признаками выщелачивания
	Шов подверженный разрушению
	Отшелушение бетона
	Повреждение верхнего слоя (кирпича или бетона)

	Отслаивание защитного слоя (бетона)
	Трещина
	Волосяные трещины
	Глубокое разрушение
	Цемент низкого качества (прочности)
	Выпадение кирпичей
	Выпадение (обрушение) отдельных фрагментов кирпичной кладки
	Ослабление металлических стяжных колец

Литература:

1. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Промышленные железобетонные дымовые трубы: методика проведения экспертизы // Современная техника и технологии. 2014. № 8 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/08/4325> (дата обращения: 12.08.2014).
2. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности промышленных дымовых металлических труб [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 12. — с. 117–119
3. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности промышленных кирпичных труб [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 11. — с. 122–125.
4. Кузьмишкин, А. А., Гарькин И. Н., Обследование дымовых промышленных труб [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 1. — с. 94–95.
5. Кузьмишкин, А. А., Гарькин И. Н., Железняков Л. А. Метод оценки работоспособности промышленных металлических труб // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/12/42160> (дата обращения: 16.12.2014).
6. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Анализ причин обрушения строительных конструкций промышленных зданий с позиций системного подхода // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2014. № 5–6 (84) С.48–51
7. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (дата обращения: 19.05.2014).
8. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Решение проблем эксплуатации зданий промышленных предприятий [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 12. — с. 120–121.
9. Гарькин, И. Н., Глухова М. В. Устранение неравномерных осадок зданий на ленточных фундаментах [Текст]. // Молодой ученый. — 2013. — № 12. — с. 110–112.
10. Данилов, А. М., Гарькина И. А., Гарькин И. Н. Защита от удара и сопровождающей вибрации: экспоненциально-тригонометрическая аппроксимация функций // Региональная архитектура и строительство 2012. № 3. с. 85–88.

Обоснование применения кремния для изготовления термоэлектрических источников энергии

Головяшкин Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент;
Беспалов Евгений Сергеевич, магистрант
Пензенский государственный университет

Тема термоэлектричества как источника энергии в связи с энергетическим кризисом и проблемой рационального использования ресурсов стала чрезвычайно актуальной. Например, даже частичная утилизация тепла с помощью термоэлектрических преобразователей могла бы перекрыть общую мощность всех атомных электростанций [1]. С помощью термоэлектрических модулей возможно получение электрической энергии без загрязнения окружающей среды. Что улучшит экологическую обстановку в мире. Так же с помощью термоэлектрических модулей возможна электрификация удалённых и труднодоступных районов нашей страны. Всё это свидетельствует об очевидности перспективы использования термоэлектрических модулей. В настоящее время среднегодовой спрос мирового рынка электроэнергетики — это несколько миллионов термоэлектрических модулей (десятки миллионов долларов), тогда как в перспективе он может достигать нескольких миллиардов. Экономически показано, что при достижении коэффициента полезного действия термоэлектрических модулей 15% (на сегодняшний день который составляет менее 10%), термоэлектрические модули смогут конкурировать со многими традиционными источниками энергии [2]. Всё это подчёркивает актуальность научно-исследовательских работ проводимых в области термоэлектричества.

В качестве термоэлектрического преобразователя предлагается использовать термоэлектрический модуль, но как известно его коэффициент полезного действия на сегодняшнем этапе развития данного научно-конструкторского направления слишком низок для того чтобы его применение стало с экономической точки зрения более рентабельным относительно традиционных способов получения электроэнергии. Так же остро стоит проблема высокой стоимости полупроводниковых материалов используемых в большинстве современных термоэлектрических модулях. Сейчас в качестве материала для полупроводниковой ветви в термоэлектрическом модуле чаще всего используется полупроводниковые кристаллы из теллурида висмута (Bi_2Te_3) [3] p-и n-типов проводимости. Стоимость обработанной с двух сторон пластины теллурида висмута (Bi_2Te_3) размером $10 \times 10 \times 1.0$ мм. 1400–1600\$ [4], а цена на полупроводниковый кремний на 2014 год составляет 400\$ за 1 килограмм вещества [5]. Такая низкая цена является следствием распространённости кремния в земной коре, отработанными технологиями его получения и обработки и наиболее развитой производственной сетью предприятий занимающихся получением полупроводникового кремния в России.

На основе вышесказанного наиболее целесообразно провести дальнейшие исследование полупроводникового кремния как материала для ветвей термоэлектрического модуля. Температура плавления кремния составляет 1688 К, а ширина запрещённой зоны при температуре 300 К составляет 1.12 эВ, что теоретически позволяет использовать данный полупроводниковый материал в широком температурном диапазоне. Так же полупроводниковый кремний обладает относительно высокой подвижностью носителей заряда [6].

Для исследования целесообразности возможности применения кремния в полупроводниковом термоэлектрическом модуле необходимо провести расчёт его основных электрофизических параметров. В первую очередь это величина генерируемого модулем напряжения при искусственном создании температурного градиента между горячим и холодным спаем ТЭМ. Так же необходимо в динамике изменения градиента температуры оценить стабильность выдаваемого ТЭМ напряжения. В ходе данной работы разработана универсальная методика расчёта электрофизических параметров термоэлектрического элемента в зависимости от параметров конструкции и параметров выбранных материалов термоэлектрического элемента. Расчёт проводится в трёх температурных диапазонах, что позволяет оценить динамику изменения электрофизических параметров полупроводникового термоэлемента в широком диапазоне температур. Разработанный алгоритм позволяет автоматизировать моделирование электрофизических параметров полупроводникового термоэлемента, что значительно упрощает его дальнейшее проектирование.

Для создания разности температур на сторонах термоэлектрического модуля, к его горячей стороне следует подвести тепловой поток T_{max} , при этом от холодной стороны следует отводить тепловой поток, температуру холодной стороны обозначим далее как T_{min} .

$$T_0 = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

Далее полученное значение средней температуры будем использовать для расчёта параметров донорного и акцепторного полупроводников.

Эффективная плотность состояний в валентной зоне и зоне проводимости при средней температуре:

$$N_{c_0} = 2 \times \left(\frac{2\pi m_n k T}{h^2} \right)^{3/2}, N_{v_0} = 2 \times \left(\frac{2\pi m_p k T}{h^2} \right)^{3/2},$$

где m_n и m_p — эффективная масса электрона и дырки.

Температуру истощения примесей для донорного и акцепторного полупроводника:

$$T_s = \frac{E_a}{k \ln \left(\frac{N_{c_0}}{N_a} \right)}, T_s = \frac{E_d}{k \ln \left(\frac{N_{v_0}}{N_d} \right)},$$

где E_a и E_d — энергия акцепторного и донорного уровня, N_a и N_d — концентрация акцепторных и донорных атомов.

Температуру перехода к собственной проводимости для донорного и акцепторного полупроводников соответственно определяется:

$$T_i = \frac{\Delta E_g}{k \ln \left(\frac{N_{c_0} * N_{v_0}}{N_d^2} \right)}, T_i = \frac{\Delta E_g}{k \ln \left(\frac{N_{c_0} * N_{v_0}}{N_a^2} \right)},$$

где ΔE_g — ширина запрещённой зоны полупроводника.

Дальнейший расчет следует проводить для трех характерных диапазонов температур.

Вначале вычисляем эффективную плотность состояний в валентной зоне в области низких температур:

$$N_c = 2 \times \left(\frac{2\pi m_n k T}{h^2} \right)^{3/2}, N_v = 2 \times \left(\frac{2\pi m_p k T}{h^2} \right)^{3/2}.$$

Далее рассчитываем концентрацию электронов и дырок в области низких температур для донорного и акцепторного полупроводника:

$$n = (N_d * N_v)^{1/2} * \exp \left(\frac{-E_d}{2 * k * T} \right), p = (N_a * N_v)^{1/2} * \exp \left(\frac{-E_a}{2 * k * T} \right).$$

Рассчитываем концентрацию электронов и дырок в области средних температур, принимая её численно равной концентрации донорных и акцепторных атомов для донорного и акцепторного полупроводника соответственно:

$$n = N_d, p = N_a.$$

Рассчитываем эффективную плотность состояний в валентной зоне в диапазоне области высоких температур для донорного и акцепторного полупроводника:

$$N_c = 2 \times \left(\frac{2\pi m_n k T}{h^2} \right)^{3/2}, N_v = 2 \times \left(\frac{2\pi m_p k T}{h^2} \right)^{3/2};$$

Рассчитываем концентрацию электронов и дырок в области высоких температур для донорного и акцепторного полупроводника:

$$n = (N_c * N_v)^{1/2} * \exp \left(\frac{-E_g}{2 * k * T} \right), p = (N_c * N_v)^{1/2} * \exp \left(\frac{-E_g}{2 * k * T} \right).$$

Рассчитываем эффективную плотность состояний в валентной зоне в диапазоне области высоких температур для донорного и акцепторного полупроводника:

$$N_v = 2 \times \left(\frac{2\pi m_n k T}{h^2} \right)^{3/2}, N_c = 2 \times \left(\frac{2\pi m_p k T}{h^2} \right)^{3/2};$$

Далее проводим расчёт температурной зависимости проводимости:

$$\delta_n = q * n * \mu_n, \delta_p = q * p * \mu_p,$$

где μ_n и μ_p — подвижность электронов и дырок, q — заряд электрона.

Проводим расчёт удельного сопротивления ветвей:

$$\rho = \frac{1}{\delta}.$$

Далее необходимо провести расчёт удельных теплопроводностей ветвей:

$$x_n = \frac{2 * k^2 * T * n * \mu_n}{e}, x_p = \frac{2 * k^2 * T * p * \mu_p}{e}.$$

Для дальнейшего расчета необходимо задать параметры термоэлемента: N — количество элементов в термоэлектрическом модуле; $h_1 = h_2$ — высота термоэлектрического полупроводникового элемента; $V_1 = V_2$ — ширина термоэлектрического полупроводникового элемента; $L_1 = L_2$ — длина термоэлектрического полупроводниково-

го элемента; T_h — температура горячего (hot) спая модуля; T_c — температура холодного (cold) спая модуля; R_n — электрическое сопротивление нагрузки.

Далее проводим расчёт полного электрического сопротивления ветви термоэлемента в трёх температурных диапазонах для донорного и акцепторного полупроводников:

$$R = \frac{\rho_n * h_1}{S_1} + \frac{\rho_p * h_2}{S_2},$$

где $S_1 = B_1 * L_1$, $S_2 = B_2 * L_2$.

Полная теплопроводность ветви термоэлемента в трёх температурных диапазонах для донорного и акцепторного полупроводников определяется выражением:

$$K = \frac{x_n * S_1}{h_1} + \frac{x_p * S_2}{h_2}.$$

Это позволяет рассчитать передающейся в единицу времени теплоты от теплопоглощающего спая к тепловыделяющему спая термоэлемента в трёх температурных диапазонах для донорного и акцепторного полупроводников:

$$Q_k = K(T_h - T_c);$$

Проводим расчёт собственной концентрации основных носителей заряда при средней температуре для донорной и акцепторной ветвей термоэлемента по формулам:

$$n_i = (N_c * N_v)^{\frac{1}{2}} * \exp\left(\frac{-Eg}{2 * k * T}\right), p_i = (N_c * N_v)^{\frac{1}{2}} * \exp\left(\frac{-Eg}{2 * k * T}\right).$$

Далее необходимо рассчитать значения концентрации неосновных носителей заряда для донорной и акцепторной ветвей термоэлемента:

$$p_n = \frac{n_i^2}{n}, n_p = \frac{p_i^2}{p}.$$

Температурный коэффициент термоЭДС полупроводниковой термодпары:

$$a = a_p - a_n;$$

Рассчитаем ток в цепи с нагрузкой для одной термоэлектрической пары полупроводниковый элементов:

$$I_n = a * \frac{(T_h - T_c)}{R + R_n}.$$

Ток в цепи с нагрузкой для всего термоэлектрического полупроводникового элемента:

$$I_{n_{полн}} = 2 * N * a * \frac{(T_h - T_c)}{R + R_n}.$$

Далее рассчитываем мощность в нагрузке для термоэлектрического полупроводникового элемента:

$$P_n = I_{n_{полн}} * R_n.$$

Теплота на поглощающем спая для термоэлектрического элемента:

$$Q_{погл} = a * I_{n_{полн}} * T_h.$$

Теплота отдаваемая на тепловыделяющий спая для термоэлектрического элемента:

$$Q_{выд} = a * I_{n_{полн}} * T_c.$$

Теперь можно рассчитать полную электрическую мощность ТЭ элемента:

$$P = a^2 * (R + R_n).$$

Полное напряжение на термоэлементе рассчитываем по формуле:

$$U = 2 * N * a * \frac{(T_h - T_c)}{R + R_n} * R_n.$$

Тогда коэффициент полезного действия ТЭ элемента:

$$\eta = \frac{\frac{a^2 * (T_h - T_c)^2 * R_n}{(R + R_n)^2}}{K * (T_h - T_c) + \frac{a^2 * (T_h - T_c)^2 * R_n}{R + R_n} - \frac{a^2 * (T_h - T_c)^2 * R}{2 * (R + R_n)^2}},$$

а добротность ТЭ полупроводникового элемента:

$$Z = \frac{a^2}{(\sqrt{x_n * \rho_n} + \sqrt{x_p * \rho_p})^2}.$$

На рисунке 1 представлены полученные в ходе выполнения алгоритма расчёта предложенной методики идеальные зависимости напряжения на термоэлектрическом модуле от температуры при разной степени легирования полупроводникового кремния *n* и *p*-типа.

Из анализа полученных графиков можно определить наилучшее соотношение степени легирования полупроводников для термоэлектрического элемента. Четвёртая кривая показывает наилучшее отношение величины напряжения и стабильности в широком температурном диапазоне.

Далее по аналогии получим зависимость напряжения на идеальном термоэлектрическом модуле от температуры при разной степени легирования *n* и *p*-типа полупроводников (Bi_2Te_3).

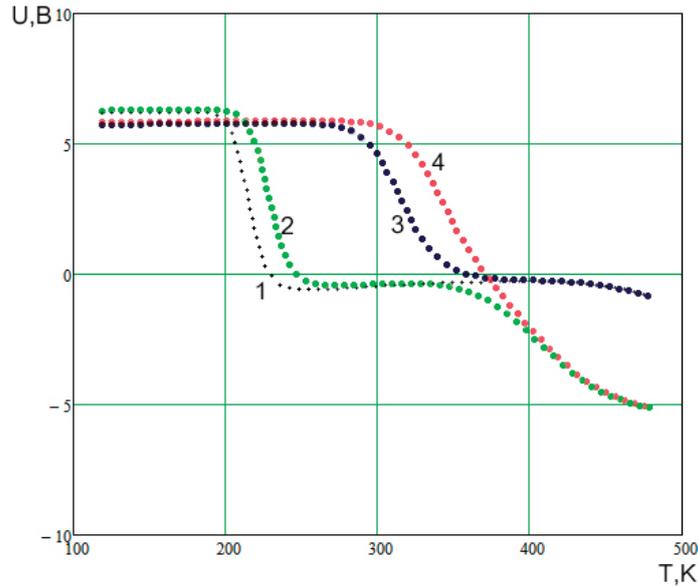


Рис. 1. Зависимость напряжения на термоэлектрическом модуле от температуры: 1. Донорной примеси $N_d=1015 \text{ см}^{-3}$, акцепторной примеси $N_a=105 \text{ см}^{-3}$; 2. Донорной примеси $N_d=105 \text{ см}^{-3}$, акцепторной примеси $N_a=1014 \text{ см}^{-3}$; 3. Донорной примеси $N_d=1015 \text{ см}^{-3}$, акцепторной примеси $N_a=1014 \text{ см}^{-3}$; 4. Донорной примеси $N_d=1010 \text{ см}^{-3}$, акцепторной примеси $N_a=1014 \text{ см}^{-3}$

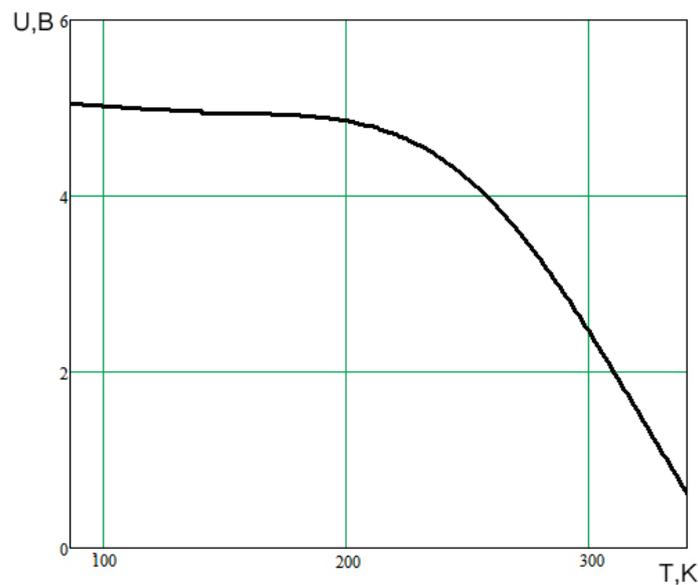


Рис. 2. Зависимость напряжения на термоэлектрическом модуле от температуры для термоэлектрического модуля на основе Bi_2Te_3 . Донорной примеси $N_d=1016 \text{ см}^{-3}$, акцепторной примеси $N_a=1014 \text{ см}^{-3}$

Как видно из анализа полученных идеальных зависимостей напряжения на термоэлектрическом модуле от температуры для полупроводникового кремния и Bi_2Te_3 величина генерируемого термоэлектрическим модулем напряжения при прочих равных параметрах конструкции существенно не отличается. Преимуществом термоэлектрических модулей на основе Bi_2Te_3 является сравнительно более низкие рабочие температуры. Тогда как у термоэлектрических модулей на основе кремниевых полупроводников сравнительно более широкий температурный диапазон стабильной работы. Стоимость полупроводниковых термоэлектрических материалов составляет наибольшую часть в себестоимости термоэлектрических модулей, поэтому большинство крупных производителей термоэлектрических модулей сами производят термоэлектрические материалы. Для того чтобы успешно конкурировать на рынке, важно получать материалы достаточно высокого качества, но чем лучше качество термоэлектрического материала, тем выше его цена. Таким образом, все технологии, которые используются в настоящее время для получения термоэлектрических материалов, являются компромиссными между качеством и себестоимостью [7]. Так термоэлектрические модули на основе полупроводникового кремния при своей сравнительно низкой себестоимости не проигрывают по своим показателям эффективности термоэлектрическим модулям на основе Bi_2Te_3 , что свидетельствует о сравнительно более высокой рентабельности и целесообразности применения в качестве полупроводникового материала кремния для термоэлектрических модулей при массовом производстве.

Литература:

1. А. В. Симкин, А. В. Бирюков, Н. И. Репников, О. Н. Иванов, Термоэлектричество № 3, с.86, 2013;
2. <http://sk.ru/termogeneratoriy-iz-skolkovo-budut-v-3-raza-effektivnee/>;
3. Phuoc Huu Le, Chien-Neng Liao, Chih Wei Luo, Jihperng Leu, Thermoelectric properties of nanostructured bismuth–telluride thin films grown using pulsed laser deposition, Journal of Alloys and Compounds, Volume 615, 5 December 2014;
4. Airul Azha Abd Rahman, Akrajas Ali Umar, Mohamad Habrul Ulum Othman, Effect of bismuth telluride concentration on the thermoelectric properties of PEDOT: PSS–glycerol organic films, Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, Volume 66, February 2015;
5. <http://psj.nsu.ru/aseev/partten/>;
6. Пасынков, В. В., Сорокин В. С. Материалы электронной техники, 6 изд., М., 2006, 368с.;
7. <http://www.ai08.org/index.php/term/> Технический словарь том 5, термоэлектрический модуль.

Расчет порогового напряжения МДП-структуры с учетом парциальных зарядов подвижных носителей заряда

Головяшкин Алексей Алексеевич, аспирант;

Головяшкин Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Пензенский государственный университет

Для большинства элементов и приборов на основе МДП-структур одним из важнейших параметров является пороговое напряжение [1].

Точный расчет этого параметра затруднен в связи с неопределенностью значений встроенного заряда в диэлектрике и распределения поверхностных состояний на границе раздела диэлектрик — полупроводник. Поэтому для достижений расчетного значения используют подгонку параметра с помощью ионной имплантации [1]. Но одновременно с пороговым напряжением происходит изменение других параметров и характеристик структуры. Наиболее негативное влияние ионная имплантация оказывает на поверхностную подвижность носителей заряда, которая уменьшается с увеличением дозы. Это ухудшает функциональные возможности элементов. Снижение подвижности в МДП-транзисторе уменьшает крутизну

передаточной характеристики, граничную рабочую частоту элемента, ухудшает статические и динамические характеристики. У приборов с зарядовой связью также возрастают потери информационного сигнала.

Снижение дозы ионной имплантации возможно за счет уточненного расчета значения порогового напряжения еще на ранних стадиях проектирования МДП-структуры. Для формирования структуры используют однородно легированную полупроводниковую подложку, поэтому достаточно рассмотреть одномерную модель.

Производители элементной базы под пороговым напряжением понимают значение напряжения на затворе, при котором в МДП-транзисторе возникает так называемый предпороговый ток, не превышающий определенного минимального значения [2]. Более универсальным, особенно на стадии расчета, является значение напря-

жения затвора, при котором поверхностный потенциал полупроводника соответствует началу сильной инверсии поверхности. При начале инверсии поверхностные концентрации электронов и дырок равны: $p_s = n_s = n_i$. При начале сильной инверсии поверхностная концентрация неосновных носителей равна значению объемной концентрации основных носителей заряда. Тогда падение напряжения V_{sc} на приповерхностной области объемного заряда (ПООЗ) полупроводника должно быть равно:

$$V_{sc} = (kT/q)y_s = (kT/q) 2\ln(\lambda), \tag{1}$$

где k — постоянная Больцмана; T — температура по шкале Кельвина; q — заряд электрона по модулю; y_s — поверхностный безразмерный потенциал, отсчитанный от положения собственного уровня Ферми в нейтральном объеме; $\lambda = p_0/n_i = n_i/n_0$ — степень (уровень) легирования.

Значение y_s , которое определяется равенством (1), задает начало сильной инверсии (y_{inv}).

Теперь рассмотрим выражение для расчета порогового напряжения, которое часто используется в различных методиках и алгоритмах расчета:

$$V_{пор} = -V_k - \frac{Q_{ист} + Q_t + Q_d}{C_d} + \frac{kT}{q} y_{inv}, \tag{2}$$

где V_k — контактная разность потенциалов, равная разности работ выхода электрона из полупроводника и металла; $Q_{ист}$ — заряд ПОПЗ; Q_t — эффективный заряд поверхностных состояний; Q_d — эффективный встроенный заряд диэлектрика.

Для идеальной МДП структуры значения V_k , $Q_{ист}$ и Q_d равны нулю.

Совершенствование технологии производства позволили уменьшить влияние неконтролируемых зарядов и производить расчет по модели, которая учитывает только контактную разность потенциалов. Заряд $Q_{ист}$ рассчитывался в приближении резкого p-n перехода:

$$Q_{ист} = q \cdot N \cdot \delta = \pm \sqrt{4 \cdot \epsilon_s \cdot \epsilon_0 \cdot q \cdot N \cdot |V_k|},$$

и используя равенство (1) окончательно получаем:

$$Q_{ист} = \pm 2 \sqrt{2 \cdot \epsilon_s \cdot \epsilon_0 \cdot kT \cdot N \cdot |\ln \lambda|}, \tag{3}$$

где N — эффективная концентрация ионизированной примеси в полупроводниковой подложке, определяющая объемную концентрацию основных носителей заряда; ϵ_0 — диэлектрическая постоянная; ϵ_s — отно-

сительная диэлектрическая проницаемость полупроводника [2–3].

Для более корректного расчета порогового напряжения необходимо решить уравнение Пуассона с учетом заряда подвижных носителей. В результате первого интегрирования имеем следующее равенство:

$$\frac{dy}{dz} = \frac{1}{L_D} F(y), \tag{4}$$

и для полупроводника в равновесном состоянии:

$$F(y) = \pm \sqrt{\lambda^{-1}(e^y - 1) + \lambda(e^{-1} - 1) + y(\lambda - \lambda^{-1})}, \tag{5}$$

где $L_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon_s kT}{2q^2 n_i}}$ — длина Дебая собственного

полупроводника

Правило знаков для $F(y)$ следующее: при $y < 0, F(y) > 0$, и наоборот.

Из уравнения (4) очевидно, что функция $F(y)$ есть напряжённость электрического поля в ПООЗ с точностью до множителя kT/q . Используя теорему Гаусса, получим выражение для расчета поверхностной плотности заряда на границе полупроводник — диэлектрик:

$$Q_{sc} = 2qn_i L_D F(y_s). \tag{6}$$

Для расчета порогового напряжения через Q_{sc} необходимо задать значение y_s в выражениях (5–6) равным $y_{inv} = 2\ln(\lambda)$ и заменить в выражение (2) $Q_{ист}$ на Q_{sc} .

Теперь оценим, насколько оправдано предложенное усложнение. Для идеальной структуры V_k , Q_d и Q_t равны нулю. Тогда:

$$V_{пор} = -\frac{Q_{ист}}{C_d} + \frac{kT}{q} y_{inv}. \tag{7}$$

Для расчета возьмем типовые значения параметров кремниевых интегральных МОП — транзисторов при температуре 300К: толщина окисла 20 нм, $\lambda = 10^3 \dots 10^5$ [1, 4]. Результаты приведены в таблице 1.

Для высокоомных подложек погрешность расчета является наиболее существенной.

Если в выражении (2) учитывать все факторы, определяющие пороговое напряжение реальной МДП-структуры, то относительная погрешность расчета может уменьшиться, но абсолютное значение останется прежним. А именно абсолютное значение определяет дозу

Таблица 1. Абсолютная $\Delta V_{пор}$ и относительная $\delta V_{пор}$ погрешности расчета порогового напряжения

Параметр легирования λ	$\Delta V_{пор}$, мВ	$\delta V_{пор}$, %
10^{13}	76	10,75
10^{15}	5,6	0,34

ионной имплантации области канала для подгонки значения $V_{пор}$.

Кроме того, значение абсолютной погрешности соизмеримо со слагаемыми значения напряжения плоских зон, которые определяются величинами Q_r , Q_d . Это означает, что при экспериментальных исследованиях этих параметров результаты и их интерпретация становятся недостоверными. Поэтому невозможно при испытаниях тестовых образцов установить истинную причину отклонения рас-

четных значений от экспериментальных. Усложняется и контроль технологических режимов процессов формирования МДП-структур [4]. При чем, в открытых алгоритмах САПР до сих пор используется выражение (2) [5]. Следовательно, при применении САПР для расчета и проектирования МДП — элементов желательно «перепроверить» вычисления порогового напряжения заменяя в выражение (6) $Q_{ист}$ на Q_{sc} .

Литература:

1. Рабаи, Жан М., Чандраскан, Ананта, Николич, Боривож. Цифровые интегральные схемы. 2-е издание.: Пер. с англ. — М: ООО «И. Д. Вильямс», 2007. — 912 с.
2. <http://www.elek.oglib.ru/bgl/4192/323.html>
3. <http://dssp.petrsu.ru/book/chapter6/part11.shtml>
4. lib.yar.ru/yarcln/edoc/yarsu/pdf/190200.pdf
5. www.rodnik.ru/product/sapr/edaexpress/

Использование вихревых эрлифтных устройств в аэротенках

Гришин Борис Михайлович, доктор технических наук, профессор;
 Бикунова Марина Викторовна, кандидат технических наук, доцент;
 Куленко Александр Николаевич, студент;
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Дано теоретическое обоснование увеличения коэффициента использования кислорода воздуха при биологической очистке сточных вод за счет организации нисходящего потока по периферии аэротенка. Показана конструкция вихревого эрлифтного устройства (ВЭУ), которое обеспечивает выгодный гидравлический режим работы сооружения биологической очистки. Приведена предлагаемая схема размещения ВЭУ в аэротенке.

Ключевые слова: сточные воды, биологическая очистка, аэротенк, система аэрации, вихревое эрлифтное устройство.

Практика эксплуатации современных сооружений аэробной биологической очистки сточных вод показывает, что себестоимость процесса очистки на 60–80% зависит от эффективности применяемой системы аэрации, являющейся наиболее энергоемким элементом очистных сооружений. В связи с этим оптимизация процессов расчета и эксплуатации аэрационных систем является весьма актуальной задачей.

Скорость массопередачи кислорода, кг/с, из газовой фазы описывается уравнением [1]:

$$\frac{dm}{dt} = K_L A (C_n - C), \tag{1}$$

где K_L — коэффициент массопередачи жидкой пленки, м/с;

A — площадь межфазового контакта, м²;

C_n — концентрация насыщения жидкости газом, кг/м³;

C — концентрация растворенного в жидкости газа, кг/м³.

Предполагается определять коэффициент массопередачи жидкой пленки по уравнению Хигби:

$$K_L = \sqrt{\frac{D_n \cdot V_n}{\pi \cdot d_n}}, \tag{2}$$

где D_n — коэффициент нестационарной диффузии кислорода газа в жидкость, м²/с;

V_n — скорость всплывания пузырька воздуха, м/с;

d_n — диаметр пузырька воздуха, м.

Формула Хигби описывает процесс нестационарной молекулярной диффузии через тонкую жидкостную пленку, часть поверхности которой движется вместе с набегающим на пузырек потоком жидкости. Описываемые формулой

(2) процессы протекают при переходном режиме всплывания газового пузырька (переход от ламинарного режима к турбулентному). Нижняя граница переходного режима всплывания воздушного пузырька характеризуется следующими условиями: диаметр пузырька воздуха $d_n = 0,12 \cdot 10^{-3}$ м; скорость всплывания пузырька воздуха $V_n = 0,0082$ м/с; критерий Рейнольдса $Re = V_n d_n / \nu = 1$, здесь ν — кинематический коэффициент вязкости, м²/с. Коэффициент гидравлического сопротивления при всплывании пузырька $\zeta = 24/Re = 24$. Верхняя граница переходного режима всплывания воздушного пузырька характеризуется следующими условиями: $d_n = 0,83 \cdot 10^{-3}$ м; $V_n = 0,38$ м/с; $Re = 315$; $\zeta = 0,076$.

Пневматические системы аэрации тонкодиспергированным воздухом позволяют получить пузырьки диаметром d_n от $2,5 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ м, в связи с чем для описания процесса массопередачи этих систем более корректно использовать формулу Данквертса. Теория Данквертса описывает турбулентный режим массопередачи ($d_n > 0,83 \cdot 10^{-3}$ м), при котором турбулентные вихри, зарождающиеся на поверхности пузырька воздуха, контактируют с ней в течение короткого промежутка времени, в результате чего происходит обновление поверхности границы раздела фаз.

В соответствии с теорией Данквертса:

$$K_L = \sqrt{D_T \cdot S}, \quad (3)$$

где D_T — коэффициент турбулентной диффузии, м²/с;

S -фактор обновления поверхности раздела фаз, с⁻¹.

В своих работах Данквертс не предлагает какого-либо конкретного подхода для определения величины S . Одна из попыток определения численного значения S , исходя из анализа баланса энергий (термодинамический подход), сделана в [2]. Было высказано предположение, что процесс обновления поверхности раздела под действием турбулентных вихрей должен быть связан с работой, совершаемой на границе раздела фаз. Поскольку работа, совершаемая при обновлении поверхности, обусловлена наличием поверхностного натяжения, величина новой поверхности, образующейся в единицу времени S , с⁻¹, за счет турбулентного обмена элементов жидкости на единице поверхности, может быть определена как:

$$S = \frac{P}{\sigma} \quad (4)$$

где $P = \zeta \rho V_n^3 / 2$ — работа, совершаемая на единице поверхности в единицу времени, Вт/м²; σ — коэффициент поверхностного натяжения, Дж/м².

Тогда

$$S = \frac{\zeta \rho V_n^3}{2\sigma}, \quad (5)$$

где ρ — плотность жидкости, кг/м³.

Поскольку S является величиной, обратной среднему значению времени экспозиции, и может быть интерпретирована как частота обновления поверхности, было предложено определять S не в виде отношения элементарной работы P к коэффициенту поверхностного натяжения σ , а как отношение секундной работы, совершаемой силами гидродинамического сопротивления A_T , Дж/с, к поверхностной энергии пузырька воздуха E , Дж:

$$A_T = F_{Г.С.} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta T} = F_{Г.С.} \cdot V_n \cdot \frac{\Delta T}{\Delta T} = F_{Г.С.} \cdot V_n = f_n \cdot \zeta \cdot \left(\frac{V_n^2}{2}\right) \cdot V_n = f_n \cdot \zeta \cdot \rho \cdot \frac{V_n^3}{2}; \quad (6)$$

$$E = \sigma_n \cdot S_n, \quad (7)$$

где $F_{Г.С.} = f_n \zeta \rho V_n^3 / 2$ — сила гидродинамического сопротивления, Н;

Δl — расстояние, м, на которое перемещается пузырек воздуха за время ΔT , с;

f_n — площадь поперечного сечения пузырька воздуха, м²;

S_n — площадь поверхности пузырька воздуха, м².

Тогда

$$S = \frac{A_T}{E} = \left(\frac{f_n}{S_n}\right) \cdot \zeta \cdot \rho \cdot \frac{V_n^3}{2\sigma} = \zeta \cdot \rho \cdot \frac{V_n^3}{2\sigma \cdot K_\phi}, \quad (8)$$

где $K_\phi = S_n / f_n$ — коэффициент формы пузырька воздуха.

Предложенное уравнение (8) для вычисления значения фактора обновления поверхности раздела фаз всплывающего пузырька воздуха отличается от формулы (5) лишь наличием дополнительного коэффициента K_ϕ .

Введение коэффициента формы пузырька воздуха K_ϕ учитывает специфику сил поверхностного натяжения $F_{П.Н.}$ и гидродинамического сопротивления $F_{Г.С.}$. Силы гидродинамического сопротивления действуют на площадь поперечного сечения пузырька воздуха f_n , а силы поверхностного натяжения — на поверхность раздела фаз пузырька воздуха S_n .

С учетом равенства (8) формула (1) примет вид:

$$\frac{dm}{dt} = A \sqrt{D_T \cdot \zeta \cdot \frac{\rho \cdot V_n^3}{2 \cdot \sigma \cdot K_\phi}} \cdot (C_n - C). \quad (9)$$

Интегрируя уравнение (9) в интервале переменных dm (от 0 до Δm) и dt (от 0 до ΔT), имеем:

$$\Delta m = A \sqrt{D_T \cdot \zeta \cdot \frac{\rho \cdot V_n^3}{2 \cdot \sigma \cdot K_\phi}} \cdot (C_n - C) \cdot \Delta T, \quad (10)$$

где Δm — масса растворившегося кислорода, кг;

ΔT — время контакта воздуха с водой, с.

Для одиночного пузырька воздуха, имеющего площадь поверхности S_n и объем W_n , величина снижения концентрации кислорода ΔC , кг/м³, в газовой фазе будет описываться уравнением:

$$\Delta C = \frac{\Delta m}{W_n} = \frac{S_n}{W_n} \cdot \sqrt{D_T \cdot \zeta \cdot \frac{\rho \cdot V_n^3}{2 \sigma \cdot K_\phi}} \cdot (C_n - C) \cdot \Delta T = \frac{1}{\delta_n} \cdot \sqrt{D_T \cdot \zeta \cdot \frac{\rho \cdot V_n^3}{2 \sigma \cdot K_\phi}} \cdot (C_n - C) \cdot \Delta T, \quad (11)$$

где $\delta_n = W_n/S_n$ — дисперсный размер пузырька воздуха, м.

Коэффициент использования кислорода воздуха K_{II} , определяемый как отношение снижения концентрации кислорода воздуха ΔC , растворенного в воде, к концентрации кислорода воздуха $C_{к.в.}$, подаваемого в систему аэрации, может быть вычислен по формуле:

$$K_{II} = \frac{\Delta C}{C_{к.в.}} = \frac{1}{\delta_n} \cdot \sqrt{D_T \cdot \zeta \cdot \frac{\rho \cdot V_n^3}{2 \sigma \cdot K_\phi}} \cdot \frac{(C_n - C)}{C_{к.в.}} \cdot \Delta T. \quad (12)$$

Время контакта воздуха с водой в случае всплывания одиночного пузырька со скоростью V_n в слое жидкости высотой H определяется по соотношению $\Delta T = H/V_n$.

Время контакта ΔT при одновременном всплывании группы пузырьков приближенно может быть вычислено по эмпирической зависимости:

$$\Delta T = \frac{H^{0,667}}{V_n}.$$

Тогда

$$K_{II} = \frac{\Delta C}{C_{к.в.}} = \frac{1}{\delta_n} \cdot \sqrt{D_T \cdot \zeta \cdot \frac{\rho \cdot V_n^3}{2 \sigma \cdot K_\phi}} \cdot \frac{(C_n - C)}{C_{к.в.}} \cdot \frac{H^{0,667}}{V_n}. \quad (13)$$

Зависимость (13) может быть использована для инженерных расчетов окислительной способности (ОС) пневматических систем аэрации с различной дисперсностью пузырьков воздуха:

$$ОС = K_{II} C_{к.в.} Q_{в.}, \quad (14)$$

где $Q_{в.}$ — расход воздуха, подаваемого в систему аэрации, м³/ч.

Повысить эффективность пневматической системы аэрации аэротенка, не увеличивая его глубину, возможно, организовав движение иловой смеси навстречу всплывающему пузырьку воздуха (принцип противотока). Как правило, противоток создается за счет выделения в аэрационном объеме аэротенка специальных эрлифтных зон, занимающих 0,15–0,25 площади аэротенка.

В эрлифтной зоне за счет эрлифтного эффекта создается восходящий поток иловой смеси. Иловая смесь поступает в верхнюю часть зоны аэрации и далее движется вниз навстречу всплывающим пузырькам воздуха, выходящим из пневматических аэраторов. В этом случае скорость движения пузырька относительно зеркала жидкости будет определяться как разность скорости свободного всплывания пузырька V_n и скорости нисходящего потока $V_{н.}$, т.е. $V = V_n - V_{н.}$

Авторами была разработана конструкция вихревого эрлифтного устройства (ВЭУ), которое предлагается использовать в качестве дополнительного устройства для улучшения работы штатной мелкопузырчатой системой аэрации [3, 4]. Схема и общий вид (ВЭУ) представлены на рис. 1.

ВЭУ устанавливается по центру аэротенка в затопленном состоянии и за счёт поступления иловой смеси по тангенциально присоединенным к камере 1 патрубкам входа 2 создает в своем стволе 3 и вихревой камере 6 закрученный восходящий поток иловоздушной смеси. Тело обтекания 7 предназначено для лучшей диспергации пузырьков воздуха в вихревой камере 6.

Мелкодисперсные пневматические аэраторы (штатная система аэрации) устанавливаются вдоль бортов аэротенка. Над штатной системой аэрации за счет работы ВЭУ создается закрученный нисходящий поток иловой смеси, в результате чего реализуется принцип противоточной аэрации, который позволяет увеличить продолжительность контакта жидкости с воздухом благодаря снижению скорости подъема воздушных пузырьков, способствует более эффективному обновлению диффузионной поверхности границы раздела фаз газ-жидкость [2].

В стволе ВЭУ процесс массопередачи кислорода в жидкость также интенсифицируется за счет высокой турбулизации восходящего потока иловой смеси с воздухом, создаваемой радиальной составляющей вектора скорости.

Использование ВЭУ позволяет организовать более выгодный гидравлический режим в аэротенке без изменения его конструкции — режим ячеистого аэротенка.

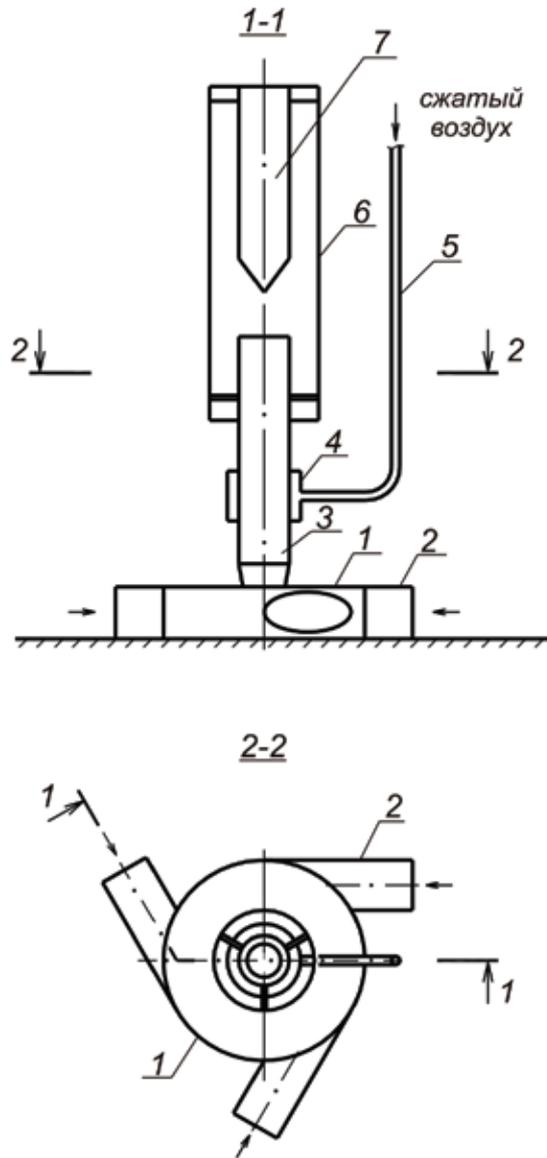


Рис. 1. Схема вихревого эрлифтного устройства (ВЭУ): 1 — входная камера; 2 — входной патрубок; 3 — ствол устройства; 4 — камера смешения; 5 — воздушный патрубок; 6 — вихревая камера; 7 — тело обтекания

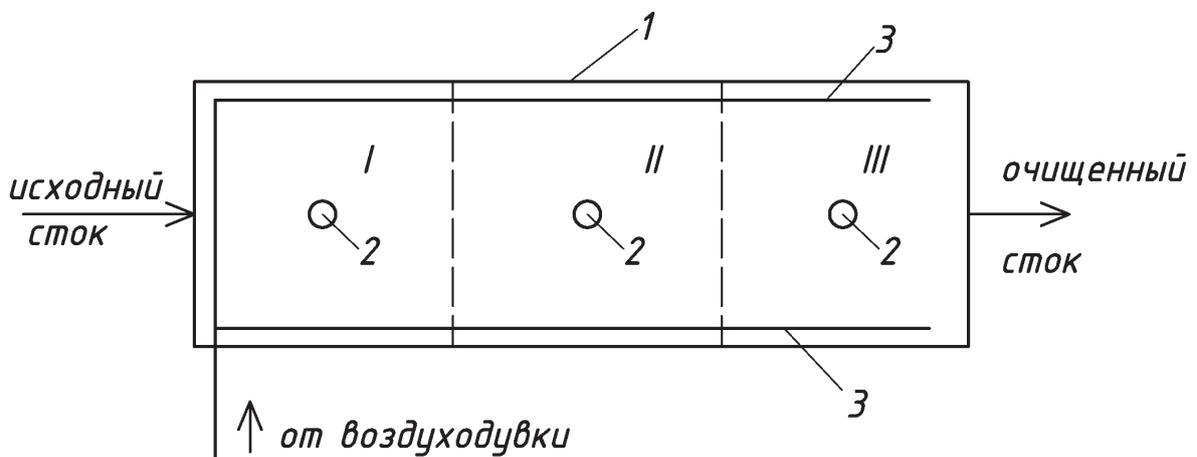


Рис. 2. Схема установки ВЭУ в аэротенке: 1 — аэротенк; 2 — ВЭУ; 3 — пористые трубы (система аэрации); I–III — гидравлические ячейки

В зоне действия каждого ВЭУ с шагом, равным ширине аэротенка создаётся гидравлическая ячейка, в которой внешний нисходящий закрученный поток иловой смеси реализует режим аэротенка-смесителя (рис. 2). Между собой отдельные ячейки соединяются по принципу аэротенка-вытеснителя, следовательно, создается гидравлический режим ячеистого аэротенка, позволяющий более плавно распределить нагрузку на активный ил по длине сооружения.

Таким образом, дополнительное оснащение коридорных аэротенков-вытеснителей вихревыми эрлифтными перемешивающими устройствами позволяет существенно повысить массообменные характеристики системы аэрации и оптимизировать гидравлический режим аэротенка без изменения его конструкции.

Экспериментальные исследования показали, что использование ВЭУ в аэротенке позволило повысить эффективность пневматической системы аэрации в 1,4 раза, улучшить седиментационные свойства активного ила, существенно повысить эффективность биологической очистки сточных вод по взвешенным веществам, БПК_{полн}, ХПК, аммонийному азоту и фосфатам.

Литература:

1. Мешенгиссер, Ю. М. Моделирование процесса массопередачи при аэрации воды [Текст] / Ю. М. Мешенгиссер, Ю. Г. Марченко // Водоснабжение и санитарная техника. — № 6. 2000. С. 20–21.
2. Брагинский, Л. Н. Моделирование аэрационных сооружений очистки сточных вод [Текст] / Л. Н. Брагинский, М. А. Евилевич, В. И. Бегачев — Л.: Химия, Ленингр. отд-ние, 1980. 143 с.
3. Андреев, С. Ю. Интенсификация работы системы пневматической аэрации аэротенков с применением вихревых эрлифтных устройств [Текст] / С. Ю. Андреев, Б. М. Гришин, Н. Г. Вилкова, И. А. Гарькина, М. В. Бикунова // Водоочистка. — 2012. — № 5. с. 6–13.
4. Андреев, С. Ю. Высокоэффективные конструкции аэраторов пневматического типа для биологической очистки сточных вод [Текст]: депонированная рукопись № 1891-В2004 / С. Ю. Андреев, Б. М. Гришин, С. Н. Хазов, М. В. Бикунова, С. В. Максимова. — М.: ВИНТИ, 2004. 120 с.

Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора с помощью виртуальных приборов

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук, доцент
Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко (Удмуртская Республика)

В статье приведено описание системы учебных опытов для изучения процессов зарядки и разрядки конденсатора с помощью виртуального осциллографа, построенного на базе прибора NI myDAQ. Предлагаемая методика проведения измерений может быть реализована в процессе обучения физике и электротехнике.

Ключевые слова: виртуальный прибор, конденсатор, NI myDAQ, LabVIEW, электротехника.

При проведении лабораторных работ по физике и электротехнике мы применяем портативное устройство сбора данных NI myDAQ, в котором используется технология виртуальных приборов NI LabVIEW [1]. Оно хорошо подходит для изучения электроники, электротехники и сбора данных с помощью датчиков [2]. NI myDAQ обеспечивает функции аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввода и вывода, аудиовхода и аудиовыхода, источника питания и цифрового мультиметра в компактном USB-устройстве. На его базе могут быть созданы следующие виртуальные приборы:

- амперметр;
- вольтметр;
- омметр;
- осциллограф;
- функциональный генератор;

- анализатор Бодэ;
- динамический анализатор сигнала;
- генератор сигналов произвольной формы;
- считыватель цифровых сигналов;
- генератор цифровых сигналов.

Кратко опишем методику использования виртуальных приборов на базе NI myDAQ для изучения конденсаторов. Целью эксперимента, который проводят обучающиеся, является экспериментальное исследование зависимости напряжения на конденсаторе от времени при его зарядке и разрядке. Исследование осуществляется с помощью схемы, изображенной на рис. 1. Для реализации эксперимента необходимо использовать два виртуальных прибора, входящих в состав NI myDAQ: генератор переменного напряжения и осциллограф, который позволяет выводить на экран два сигнала одновременно, что явля-

ется очень важным в условиях данного исследования и позволяет обучающимся сравнивать напряжения на входе и на выходе собранной RC-схемы. На рис. 1 подключение осциллографа непосредственно к выходу генератора (входу RC-схемы) не показано. Изучая конденсатор, обучающиеся получают осциллограммы, представленные на рис. 2, 3, 4 и 5.

Обычно для изучения процессов зарядки и разрядки конденсатора используют электрическую цепь с ключом, с помощью которого конденсатор либо заряжают от источника, либо разряжают его через резистор. В нашем случае для этих целей используется генератор прямоугольных импульсов, тем самым автоматизируется процесс поочередной зарядки и разрядки конденсатора. В момент времени, когда напряжение на выходе генератора становится отличным от нуля, конденсатор начинает заряжаться (рис. 2). В этом случае напряжение на его обкладках меняется согласно закону:

$$U = U_{max} \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right),$$

где U_{max} — максимальное напряжение на выходе генератора, R — электрическое сопротивление резистора,

C — емкость конденсатора, t — время. В момент времени, когда напряжение на выходе генератора становится равным нулю, конденсатор начинает разряжаться (рис. 2). Напряжение на его обкладках при этом изменяется согласно следующей зависимости:

$$U = U_{max} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right).$$

Рассмотренные выше процессы, как уже было сказано выше, обучающиеся могут пронаблюдать с помощью виртуальных приборов: осциллографа и генератора (рис. 2).

Затем эти же процессы экспериментально изучаются при других частотах, установленных на генераторе (рис. 3 и 4). В результате обучающиеся убеждаются, что при больших частотах применение конденсатора в выпрямителях в качестве сглаживающего фильтра более эффективно, так как кривая напряжения становится ближе по своей форме к прямой (рис. 4).

На рис. 5 продемонстрирована зависимость напряжения на обкладках конденсатора от времени в случае, когда время зарядки невелико и промежуток времени между электрическими импульсами существенно больше времени, в течение которого напряжение на выходе генератора отлично от нуля.

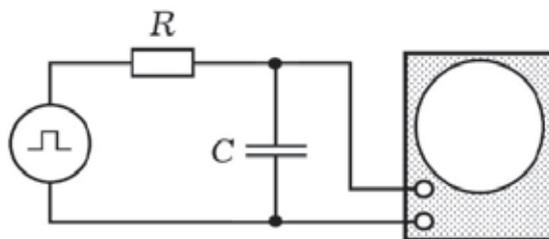


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки

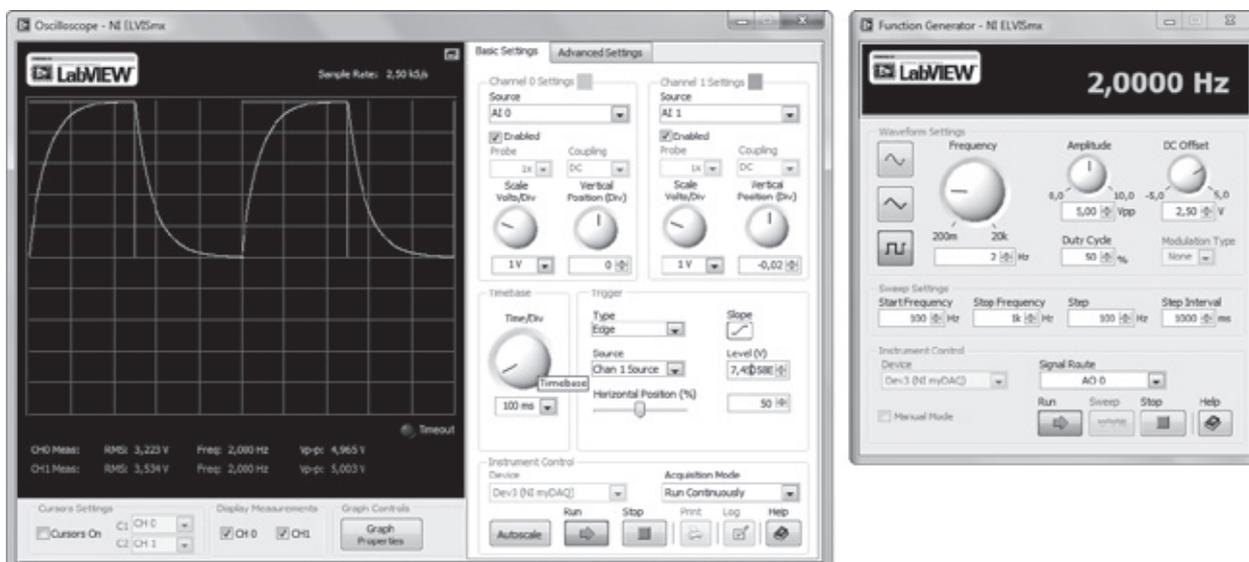


Рис. 2. Визуализация процессов зарядки и разрядки конденсатора

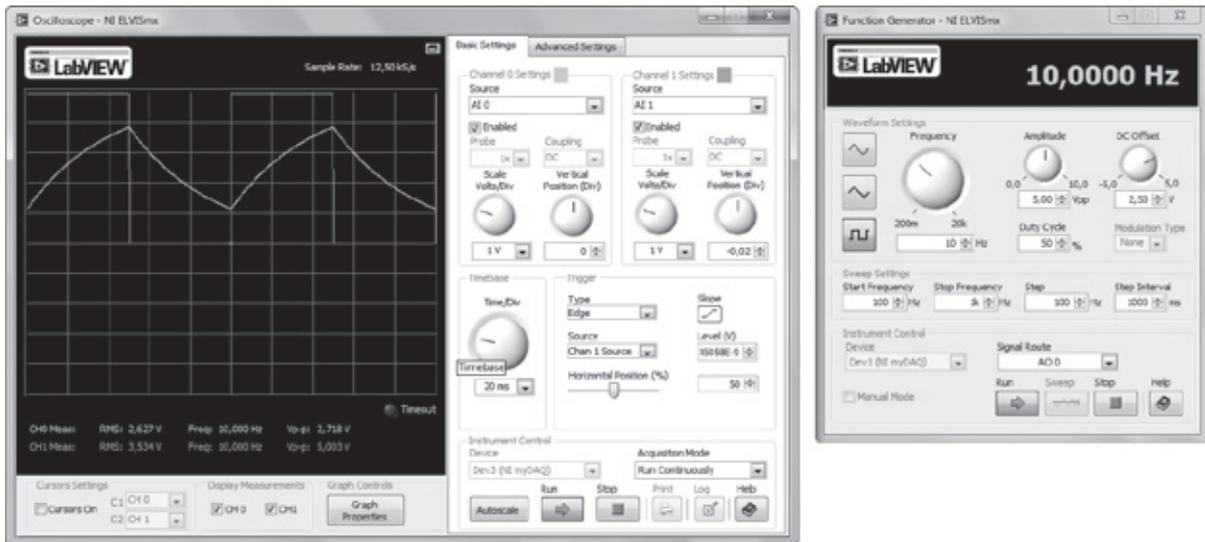


Рис. 3. Протекание процессов зарядки и разрядки конденсатора при увеличении частоты импульсов генератора

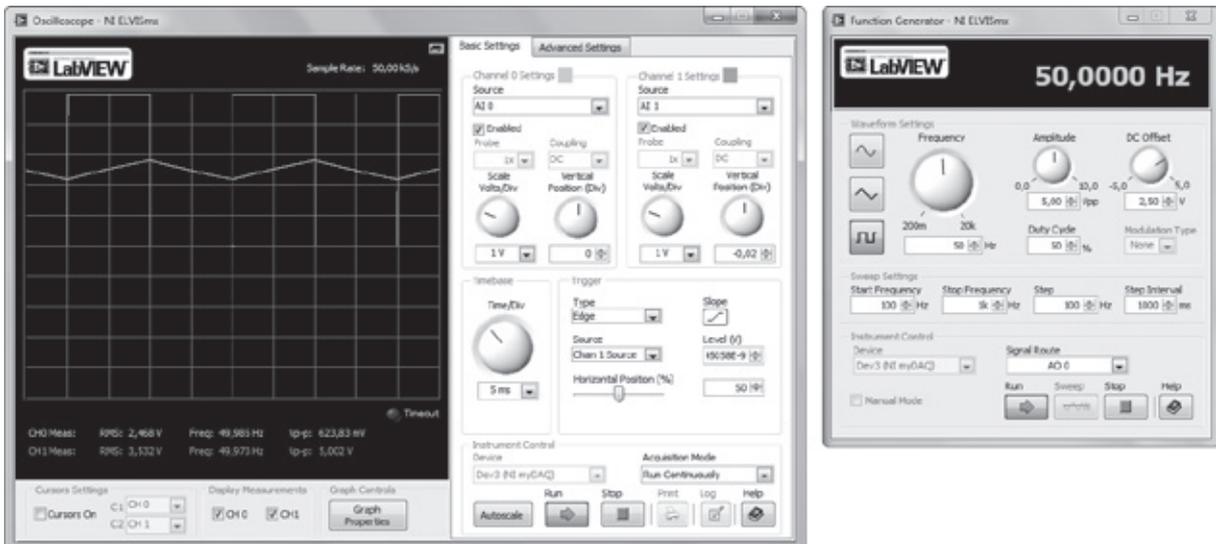


Рис. 4. Существенное изменение частоты следования импульсов генератора

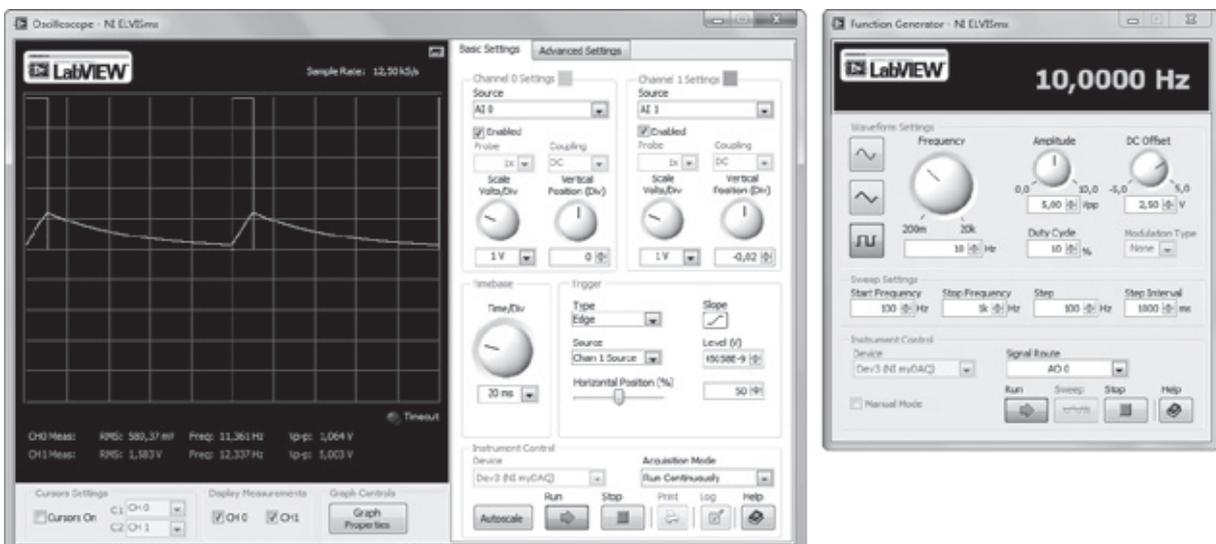


Рис. 5. Уменьшение времени зарядки конденсатора

Практика показывает, что использование технологии виртуальных приборов LabVIEW в процессе обучения физике, электротехнике и электронике существенно улучшает наглядность проводимых лабораторных исследований и за счет этого повышает эффективность обучения.

Литература:

1. Данилов, О.Е. Применение компьютерных технологий в учебном физическом эксперименте / О.Е. Данилов // Молодой ученый. — 2013. — № 1. — с. 330–333.
2. Данилов, О.Е. Экспериментальное изучение однофазных выпрямительных схем с помощью прибора NI myDAQ / О.Е. Данилов // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2013. — № 12. — с. 105–114.

Имитационные характеристики тренажеров: оценка стиля управления оператора

Дулатов Рустам Летфуллаевич, магистрант;
Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, профессор
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Предложены критерии оценки стиля управления объектом оператора транспортной эргатической системы. Установлена связь между критериями и техническими характеристиками объекта.

Ключевые слова: эргатические системы, подготовка операторов, стиль управления, имитационные характеристики.

Качество тренажеров для подготовки операторов оценивается по их имитационным характеристикам, которые определяются на основе оценки стиля управления оператором реальным объектом и в условиях модели. Чем они меньше отличаются друг от друга, тем более качественным считается тренажер. Выбор параметров для оценки, как правило, является субъективным. Он определяется индивидуальными предпочтениями эксперта, исходя из личного опыта управления объектом и его комфортности. При любом выборе используемые для оценки параметры должны иметь ясно выраженный физический смысл. Известно, комфортность управления во многом определяется собственной частотой колебаний объекта и коэффициентом демпфирования; предпочтение отдается объектам с собственной частотой колебаний ω_n в пределах 0,7–0,9 Гц и безразмерным коэффициентом ξ затухания 0,5–0,7. Управление при больших частотах затрудняется инерционностью оператора, а при малых частотах — недостаточной реакцией. Стиль управления, естественно, зависит от приспособления оператора к параметрам объекта (организмический принцип: оператор достраивает свои параметры в соответствии с параметрами объекта). Из этого следует, возможность и целесообразность использования спектрального состава управляющих воздействий оператора для оценки стиля управления, а в конечном итоге — имитационных характеристик тренажера. В качестве таких показателей могут быть:

- значения доминирующих в энергетическом спектре частот $\hat{\omega}$,
- дисперсии D , приходящиеся на участки частот, близлежащих к доминирующим,
- вероятности p попаданий частот ω в управляющих воздействиях на эти участки,
- амплитуда A_u и длительность t_u отдельного импульса управляющего воздействия.

В качестве частных критериев при оценке качества тренажеров для подготовки операторов эргатической системы, описываемой в виде:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$$

$$\ddot{u}(t) + C\dot{u}(t) + Du(t) = F\ddot{x}(t) + Q\dot{x}(t) + Rx(t) + Sx(t - \tau),$$

были выбраны функционалы вида:

$$p = p_0 + \gamma_1 k + \gamma_2 \omega_c + \gamma_3 \xi,$$

$$D = D_0 + \beta_1 k + \beta_2 \omega_c + \beta_3 \xi,$$

$$\hat{\omega} = \hat{\omega}_0 + \delta_1 k + \delta_2 \omega_c + \delta_3 \xi,$$

$$A_u = A_{u0} + c_1 k + c_2 \omega_c + c_3 \xi,$$

$$t_u = t_{u0} + d_1 k + d_2 \omega_c + d_3 \xi;$$

здесь $k = \sqrt{-\frac{\beta_m}{|A|}}$, $\beta_m = (a_{21}p - a_{22})\beta$ фактически рассматривается как коэффициент усиления. Действительно,

рассмотрим систему вида

$$\dot{x} = Ax + Bu,$$

$$u = -Px.$$

Сведем ее к виду

$$\dot{x} = \tilde{A}x,$$

$$\tilde{A} = A - BP = \begin{bmatrix} a_{11} + \beta & a_{12} + \beta p \\ a_{21} + \beta \gamma & a_{22} + \beta \gamma p \end{bmatrix};$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = b_1 \begin{bmatrix} 1 \\ \gamma \end{bmatrix}, P = p_1 \begin{bmatrix} 1 & p \end{bmatrix};$$

$$\beta < 0, \gamma > 0, p > 0.$$

Коэффициент $\beta = -b_1 p_1$, по существу, есть коэффициент усиления, зависящий как от конструктивных особенностей системы, так и от оператора. В силу организмического принципа изменить β не просто, так как изменение b_1 оператор старается компенсировать изменением p_1 .

Определение параметров модели осуществлялось решением методом Гаусса систем линейных уравнений, соответствующих матричным уравнениям

$$(U^T U) X_j = U^T Y_j,$$

$$U = \begin{bmatrix} k_1 - \bar{k} & \omega_{c1} - \omega_c & \xi_1 - \bar{\xi} \\ k_2 - \bar{k} & \omega_{c2} - \omega_c & \xi_2 - \bar{\xi} \\ \dots & \dots & \dots \\ k_n - \bar{k} & \omega_{cn} - \omega_c & \xi_n - \bar{\xi} \end{bmatrix},$$

$$X_1 = \begin{bmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \gamma_3 \end{bmatrix}, X_2 = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix}, \dots, X_s = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{bmatrix};$$

$$Y_1 = \begin{bmatrix} p_1 - \bar{p} \\ p_2 - \bar{p} \\ \vdots \\ p_3 - \bar{p} \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} t_{u1} - \bar{t}_u \\ t_{u2} - \bar{t}_u \\ \vdots \\ t_{um} - \bar{t}_u \end{bmatrix}.$$

Были получены следующие зависимости:

$$A_u = -81,3 + 353k + 41\omega_c + 117\xi,$$

$$D = 90,8 + 127k - 39,2\omega_c - 16,7\xi,$$

$$p = 2,83 + 4,52k - 1,22\omega_c + 0,38\xi,$$

$$\hat{\omega} = -2,4 + 63,3k + 7,1\hat{\omega}_c - 4,9\xi,$$

$$t_u = 10,3 + 4,39k - 3,31\hat{\omega}_c - 4,64\xi.$$

Для кодированных значений имеем:

$$A_u = 18 + 7,1\tilde{k} + 5,3\tilde{\omega}_c + 16,4\tilde{\xi},$$

$$t_u = 1,86 + 0,09\tilde{k} - 0,43\tilde{\omega}_c - 0,65\tilde{\xi},$$

$$p = 0,45 + 0,09\tilde{k} - 0,16\tilde{\omega}_c + 0,05\tilde{\xi},$$

$$D = 2,4 + 2,5\tilde{k} - 5,1\tilde{\omega}_c - 2,3\tilde{\xi},$$

$$\hat{\omega} = 2,7 + 1,3\tilde{k} + 0,9\tilde{\omega}_c - 0,7\tilde{\xi};$$

$$\tilde{k} = \frac{k - \bar{k}}{\sigma_k}, \tilde{\omega}_c = \frac{\omega_c - \bar{\omega}_c}{\sigma_{\omega_c}}, \tilde{\xi} = \frac{\xi - \bar{\xi}}{\sigma_{\xi}},$$

$$\bar{k} = -0,0832; \bar{\omega}_c = 1,783; \bar{\xi} = 0,476;$$

$$\sigma_k = 0,02; \sigma_{\omega_c} = 0,13; \sigma_{\xi} = 0,14.$$

Полученными соотношениями фактически определяется связь технических характеристик объекта с параметрами стиля управления.

По полученным частным критериям далее проводилась многокритериальная оптимизация [1,2]. В качестве обобщенного критерия использовался глобальный аддитивный критерий

$$K = \alpha_1 A_u + \alpha_2 t_u + \alpha_3 p + \alpha_4 D + \alpha_5 \hat{\omega}.$$

Весовые константы определялись для каждого из этапов функционирования системы на основе анализа статистических зависимостей между K и частными критериями $A_u, t_u, p, D, \hat{\omega}$. Приведенная методика прошла положительную апробацию при разработке тренажеров ряда мобильных систем [3...6].

Литература:

1. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Интерполяция, аппроксимация, оптимизация: анализ и синтез сложных систем: монография. — Пенза: ПГУАС. — 2014. — 168 с.
2. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Теория вероятностей и математическая статистика с инженерными приложениями: учебное пособие. — Пенза: ПГУАС. — 2010. — 228 с.
3. Родионов, Ю. В., Ветехин А. С. Динамический автотренажер / Мир транспорта и технологических машин. — 2011. — № 4. — С.90–93.
4. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А. Тренажеры и имитаторы транспортных систем: выбор параметров вычислений, оценка качества / Мир транспорта и технологических машин. — 2013. — № 3 (42). — с. 115–120.
5. Бudyлина, Е. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А., Лапшин Э. В. Тренажеры по подготовке операторов эргатических систем: состояние и перспективы /
6. Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 4. — с. 154.
7. Бudyлина, Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А. Аналитическое определение имитационных характеристик тренажных и обучающих комплексов / Фундаментальные исследования. — 2014. — № 6. — с. 698.

Состояние и перспективы развития автомобильной техники

Еlicheв Константин Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Пинт Эдуард Михайлович, кандидат технических наук, профессор;

Козицын Вячеслав Сергеевич, кандидат технических наук, доцент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Научно-технические разработки военно-промышленного комплекса СССР всегда были передовыми и актуальными, применение и адаптация которых для нужд гражданского пользования во многом способствовало развитию научно-технического потенциала всего общества. В период с 1990 г. по 2000 г. во многом опыт сотрудничества «военных» и «гражданских» ученых, инженеров, разработчиков был необоснованно забыт. Авторы рассматривают некоторые аспекты современного развития военной автомобильной техники (ВАТ), которые (на наш взгляд) могут быть полезны и для гражданского автомобилестроения [1, с. 24].

Анализ научного потенциала, технологического уровня и состояния производственной базы, как за рубежом, так и в Российской Федерации показывает, что на ближайшую перспективу основным типом автомобильного двигателя будет дизельный поршневой двигатель внутреннего сгорания с традиционным кривошипно-шатунным механизмом [2, с. 18].

Научные организации продолжают ОКР по разработке семейства дизелей, в состав которых входят 4-х-цилиндровые двигатели с рядным, 8- и 12-ти цилиндровые двигатели с V-образным расположением цилиндров. Мощностной диапазон этого семейства находится в области от 150 до 800 л.с.

Завершены приемочные испытания автомобилей семейства «Мустанг» с дизелями КамАЗ-7405, 7406 и 7482.

Также проводятся ОКР по разработке дизелей ТМЗ-7705, ТМЗ-7706, ТМЗ-7707 размерностью 140x140 для перспективной гусеничной ВАТ и осваивается выпуск 8-ми цилиндровых двигателей ЯМЗ-846, 849.

Завершаются ОКР по разработке нового перспективного семейства дизелей с газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха мощностью от 500 до 850 л.с. размерностью 140x140. По своим основным характеристикам дизели нового семейства находятся на уровне лучших зарубежных аналогов и являются одними из лучших отечественных силовых установок. Одновременно проводятся НИОКР по глубокой модернизации дизелей семейства размерностью 130x140, доводя их мощность до 250–450 л.с. с перспективой использования их на автомобилях Урал.

Активно ведутся работы по совершенствованию топливной аппаратуры.

Разрабатывается 4-х цилиндровый рядный дизель ЯМЗ-460 мощностью 100 кВт. Применение данного дизеля позволяет решить проблему обеспечения силовыми установками с требуемым техническим уровнем большого количества образцов многоцелевых автомобилей грузоподъемностью от 1,0 до 2,5 тонн. В дальнейшем, создание на базе этого дизеля 6 и 8 цилиндровых модификаций позволит обеспечить силовыми установками автомобили грузоподъемностью до 6 тонн [3, с. 68].

Анализ возможностей отечественной промышленности по реализации требований МО по номенклатуре и техническому уровню силовых установок показал, что наиболее реальными возможностями проводить НИОКР по разработке двигателей для перспективной ВАТ на ближайшее будущее располагают АО «КАМАЗ» и АО «ГАЗ».

В общем перечне агрегатов и узлов, обеспечивающих реализацию их потребительских свойств, ведущие колеса в сборе с шинами играют важнейшую роль. Основными из этих свойств являются тягово-скоростные, устойчивость и безопасность движения на дорогах с твердым покрытием, проходимость по деформируемым грунтам, топливная экономичность.

Проведенными исследованиями установлено, что применение на автомобилях радиальных шин регулируемого давления взамен диагональных позволяет существенно улучшить показатели перечисленных свойств. В частности, замена штатных диагональных шин ОИ-25 на радиальные типа «Кама-1260» на автомашины Урал-4320–31 предопределяет получение в 1,5 раза большей силы тяги по сцеплению и меньшего сопротивления качению на деформируемых грунтах, а при движении по дорогам с твердым покрытием — снижение до 17% сопротивления качению и до 33% температур разогрева шин, а также в 1,2–1,4 раза меньшую заметность по инфракрасному излучению.

В настоящее время серийно выпускаемые автомобили комплектуются диагональными шинами. В то же время

для машин всех классов грузоподъемности, за исключением 1,0 т, разработаны или находятся в стадии разработки шины радиальной конструкции регулируемого давления.

Для автомобилей «КамАЗ» перспективной остается серийная радиальная шина «Кама-1260» с нагрузкой на колесо до 3000 кг.

Под различные нагрузки для унифицированного семейства автомобилей наиболее предпочтительной следует считать опытную радиальную шину модели О-65 (нагрузка на колесо 3300 кг) и вновь разрабатываемую модель «Кама-Урал» размерностью 505/75R20 под нагрузку до 4200 кг. В перспективе было бы правильным иметь шины одной размерности для машин КамАЗ и Урал.

Другим важнейшим аспектом данной статьи является рассмотрение вопроса развития подвижных средств технического обслуживания, ремонта и эвакуации.

Массовый выход из строя автомобильной техники (АТ) в современных условиях обуславливает необходимость восстановления основного объема поврежденной АТ подвижными средствами автотехнического обеспечения (САТО).

Создана система восстановления АТ, основу которой составляют подвижные средства оказания технической помощи, эвакуации и ремонта [3, с. 109].

В настоящее время в войсках находится большое количество различных мастерских, размещенных на устаревших автомобилях многоцелевого и общетранспортного назначения (ЗИЛ-131, МАЗ-500), которые имеют недостаточную грузоподъемность, а кузова-фургоны мастерских малые объемы, что не позволяет увеличить их производственные возможности, массу перевозимых мастерских запасных частей и материалов, повысить эвакуационные возможности мастерских оперативного уровня по буксированию прицепов с технологическим оборудованием, запасными частями, узлами и агрегатами [4, с. 54].

В ходе проведенных исследований установлена целесообразность размещения мастерских на шасси автомашин КамАЗ-43101 и Урал-4320–31 с кузовами-фургонами КМ-4310 и КМ-4320, общетранспортного автомобиля КамАЗ-5320 с кузовом-фургоном КМ5320 (для мастерских оперативного уровня типа МТ-1, МТ-2, МФС и др.), на шасси низкорамных прицепов (для мастерских оперативного уровня типа МРПП-1, МРПП-2, МРЭ-А1 и др.).

Первые мастерские нового поколения (МРС-АМ, МТО-АМ, МРМ–МЗ, МЗА, МРП-А, МРЭ-А и МИР-А) на шасси автомобиля КамАЗ-43101 разработаны, изготовлены и прошли испытания в составе комплексных мастерских ПАРМ-1АМ и ПАРМ-3А.

В настоящее время проработан вопрос возможности размещения подвижных мастерских на шасси автомобиля Урал-4320. Опытный образец подвижной ремонтной мастерской ПАРМ-1АМ.1 на этом шасси в составе мастерских МРС-АМ.1, МРМ–МЗ.1, машины технической помощи МТП-А2.1 и транспортного автомобиля АТ-1М1 разработан, изготовлен и прошел приемочные испытания.

Предусматривается расширение технологических возможностей большинства мастерских за счет использования новых технологических процессов и оборудования, а также создания новых типов мастерских [5, с. 4]. В частности, коренные отличия от существующей сварочной мастерской МС-А будет иметь планируемая к разработке мастерская сварочных работ МСР. В настоящее время проводятся поисковые исследования импульсных технологических процессов сварки и резки металлов для ремонтных работ в полевых условиях, в результате которых должна быть разработана мастерская, обладающая широкими возможностями по сварке алюминия и его сплавов, титана, высоколегированных сталей, в том числе нержавеющей, а также по резке металлов [6, с. 87].

Общими отличительными особенностями вновь разработанных мастерских войскового уровня по сравнению с мастерскими, состоящими в настоящее время на снабжении ремонтных подразделений ВС РФ, являются:

- размещение мастерских в кузовах-фургонах К4310 на шасси КамАЗ-43101 и К4322М на шасси Урал-4320–31;

- оснащение мастерских оборудованием и инструментом для ТО и ремонта всей гаммы современной АТ, включая перспективные образцы;

- высокая энергообеспеченность мастерских (МРС-АМ и МРМ–МЗ имеют генераторные установки мощностью 16 кВт, МЗА-30 кВт) и перевод электрооборудования мастерских на единое напряжение 380 В (ранее 220 и 380 В) [7, с. 32], что упрощает электроснабжение оборудования мастерских как при использовании собственного генератора, так и промышленной сети;

- максимальное использование в составе мастерских комплектующих изделий российского производства.

В настоящее время проводится разработка целого ряда опытных образцов мастерских оперативного уровня (мастерские ремонта тормозов МРТ-2М2, МРТ-3М2, ремонта топливных насосов автомобильных дизельных двигателей МРТН-М2, ремонта электросилового оборудования МРЭО и др.), размещаемых в автомобильных кузовах-контейнерах.

Целью этих работ является, в частности, определение возможности размещения отдельных подвижных мастерских и производственных участков в автомобильных кузовах-контейнерах вместо кузовов-фургонов и производственных палаток, выявление преимуществ и недостатков, а также военно-техничко-экономическое обоснование целесообразности такого размещения.

В настоящее время проводятся работы по созданию современных эвакуационных колесных тягачей: среднего (КЭТ-С на базе шасси БАЗ-6306) и тяжелого (КЭТ-Т на базе КЗКТ-74281). Кроме того, находится на стадии согласования ТТЗ на разработку среднего гусеничного эвакуационного тягача ГЭТ-С на базе гусеничной машины типа ГМ-5955.

Разрабатываемые образцы эвакуационных машин будут оснащены мощными тяговыми лебедками с усилием 25,0 тс, позволяющими вытаскивать технику с максимальным

усилием до 100 тс, грузоподъемным оборудованием до 15,0 т и транспортным оборудованием для транспортирования машин массой до 45,0 т.

В соответствии с концепцией развития САТО, основанной на восстановлении АТ на местах выхода ее из строя и приближения к ним средств ремонта и эвакуации, признано целесообразным создание двух групп средств, способных выполнить заданные объемы эвакуационных работ:

- машина технической помощи (МТП), а в последующем универсальные ремонтные эвакуационные машины (РЭМ), совмещающие в себе функции ремонта и эвакуации;

- специальные эвакуационные тягачи и транспортеры, обеспечивающие возможность выполнения всей номенклатуры работ по вытаскиванию застрявших и транспортированию неисправных машин.

МТП предназначены для обеспечения и поддержания подвижности АТ путем оказания непосредственной технической помощи водителям (механикам-водителям) машин в устранении незначительных повреждений и отказов, дозаправке (при необходимости) топливом, маслами и спецжидкостями, а также для вытаскивания застрявших и транспортирования поврежденных машин. В состав оборудования МТП входят тяговые лебедки, устройства для транспортирования машин полупогрузкой, приспособления для буксирования машин, верстаки с тисками, контейнеры с инструментом, материалами, запасными частями и оборудованием для восстановления работоспособности АТ, емкости под топливо, масла и спецжидкости для дозаправки машин, грузоподъемное оборудование, оборудование для вытаскивания застрявших машин, устройства для электропуска двигателей машин и другое оборудование. Проводятся ОКР по оснащению всех типов МТП малогабаритным электроагрегатом для электросварочных работ, питания электроинструмента и зарядки аккумуляторных батарей.

Одним из наиболее реальных путей повышения возможностей подвижных ремонтных органов по возвращению в строй поврежденной АТ является снижение трудозатрат на ее ремонт за счет допустимого снижения в определенных условиях требований к качеству ее восстановления и исключения из технологического процесса ремонта машин отдельных технологических операций.

Одним из основных путей снижения трудозатрат на капитальный ремонт агрегатов в подвижных агрегаторемонтных средствах является введение в технологический процесс их ремонта диагностирования агрегатов без полной разборки, а также диагностирования неработоспособных агрегатов и узлов.

Эти вопросы тесно связаны с внедрением в подвижных ремонтных средствах принципа ремонта агрегатов по техническому состоянию, являющимся основным направлением повышения производственной мощности подвижных агрегаторемонтных средств.

Авторы статьи считают, что опыт организации подвижных систем средств технического обслуживания, ре-

монта и эвакуации в войсковых соединениях РФ можно перенять и реализовать для обслуживания гражданских АТ. Например, организация подобных систем техниче-

ского обслуживания позволит улучшить техническое обслуживание частных автоперевозчиков, попавших в аварийную ситуацию во время междугородних перевозок.

Литература:

1. Виноградов, В. В. Учебник военного водителя. ч.1. Устройство и основы эксплуатации военной автомобильной техники. — Рязань: Узорье. 2002. 140 с.
2. Захаров, Ю. А. Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, И. Н. Семов, А. А. Орехов // Молодой ученый. — 2014. — № 17. — С.56–58.
3. Дружинин, А. Л. Конструкция колесных средств подвижности вооружения. — Тула.: ТАИИ. 2009. 328 с.
4. Семов, И. Н. Ремонт корпусных деталей машин [Текст] / И. Н. Семов, Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин // Новый университет. Серия «Технические науки». — № 10 (32). — 2014. — С.53–55.
5. Лянденбургский, В. В., Тарасов А. И., Федосков А. В., Кривобок С. А. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей журнал «Мир транспорта и технологических машин» № 1. — Орёл: изд ОГУ, 2011. — с. 3–9.
6. Пинт, Э. М., Романенко И. И., Петровнина И. Н., Еличев К. А. Основы электроники / Учебное пособие. — Пенза: Изд. ПГУС, 2013. — с. 207
7. Пинт, Э. М., Романенко И. И., Петровнина И. Н., Еличев К. А. Основы теории, расчета линейных электрических цепей. / Учебное пособие. — Пенза: Изд. ПГУАС, 2012. — с.224

Влияние состава и режимов твердения на свойства геополимерного вяжущего на основе отсеков дробления гранитного щебня

Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь;
 Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;
 Тымчук Екатерина Ильинична, студент
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Исследовано влияние на консистенцию бетонной смеси состава вяжущего и активатора твердения, а также влияние этих факторов, продолжительности предварительной выдержки и температуры тепловлажностной обработки на прочностные свойства мелкозернистого бетона, изготовленного с применением геополимерного вяжущего на основе отсеков дробления гранитного щебня. Установлены зависимости влияния исследованных параметров тепловой обработки на прочностные свойства бетона, которые составили 20–35 МПа.

Ключевые слова: геополимер, бетон, магматические горные породы, активатор твердения, отходы добычи, прочность.

Исследования по использованию промышленных отходов — шлаков и зол, в технологии вяжущих веществ щелочной активации, начатые В. Д. Глуховским [1] более 50 лет назад, не теряют своей актуальности и в настоящее время [2]. Развитие технологии шлакощелочных и золощелочных цементов привело к разработке различных видов вяжущих щелочной активации на основе алюмосиликатного сырья. Наиболее активно развивающимся видом таких материалов являются геополимерные вяжущие [3].

К числу наиболее перспективных геополимерных вяжущих можно отнести вяжущие на основе отходов добычи и переработки магматических горных пород [3–7]. Важным преимуществом малоэнергоёмкой технологии геополимерных материалов на базе магматических

горных пород являются колоссальные объёмы отходов горнодобывающей промышленности, которые могут быть использованы в качестве сырья [8].

В данной работе были изучены свойства растворяемых смесей и мелкозернистого бетона на основе геополимерного вяжущего из отходов добычи и переработки отсеков дробления гранитного щебня, твердеющего при тепловой обработке.

Исследования были проведены в два этапа. На первом этапе было изучено влияние продолжительности твердения до начала тепловой обработки на прочность растворяемой смеси, твердеющей при различных циклах тепловой обработки. Исследовалась прочность при сжатии после тепловой обработки при 60 и 80 °С, начавшейся через 12, 36 и 62 часа от момента приготовления раст-

ворной смеси. После тепловой обработки при 60°C у растворных смесей также определялась прочность на изгиб и плотность. Для исследования свойств были изготовлены образцы-балочки размерами 4×4×16 см.

В качестве геополлимерного вяжущего использовалась смесь, состоящая из гранита Павловского месторождения и шлака Новолипецкого металлургического комбината, измельченных до $S_{уд} = 380 \text{ м}^2/\text{кг}$, затворенная щелочным раствором NaOH до получения теста нормальной густоты. Содержание шлака в составе вяжущего составляло 20%, а соотношение растворной части смеси к вяжущему — 2:1.

Зависимости, представленные на рис. 1.а, показывают, что прочность при изгибе повышается с увеличением времени предварительной выдержки образцов до начала тепловой обработки и температуры твердения. Приrost плотности составляет около 5–8%, а прочности на изгиб — 50–74%.

Из рис. 1.б видно, что прочность при сжатии возрастает с увеличением продолжительности предварительной вы-

держки и температуры тепловой обработки. При увеличении предварительной выдержки с 12 часов до 62 часов после 60°C прочность при сжатии возрастает в 1,9 раза до 25 МПа, а при температуре 80°C на 25% до 30 МПа.

На втором этапе исследований были изучены свойства мелкозернистого бетона в зависимости от параметров состава геополлимерного вяжущего. В качестве факторов, влияющих на удобоукладываемость смеси, плотность, прочность при сжатии и изгибе, были выбраны содержание в вяжущем шлака ($Ш = 17,5 \pm 2,5\%$), щелочного активатора на основе жидкого стекла ($Щ_1 = 25 \pm 5\%$) и гидроксида натрия ($Щ_2 = 4 \pm 1\%$). Для изготовления бетона использовался гранитный песок фракций 2,5–0,63 в количестве 1,62 частей и песок кварцевый фракции $\leq 0,315$ в количестве 0,67 части от веса вяжущего.

Свойства бетона были исследованы на образцах-балочках размерами 4×4×16 см, твердевших при предварительной выдержке в течение 12 часов, а затем подвергнутых тепловой обработке при 60 и 80°C.

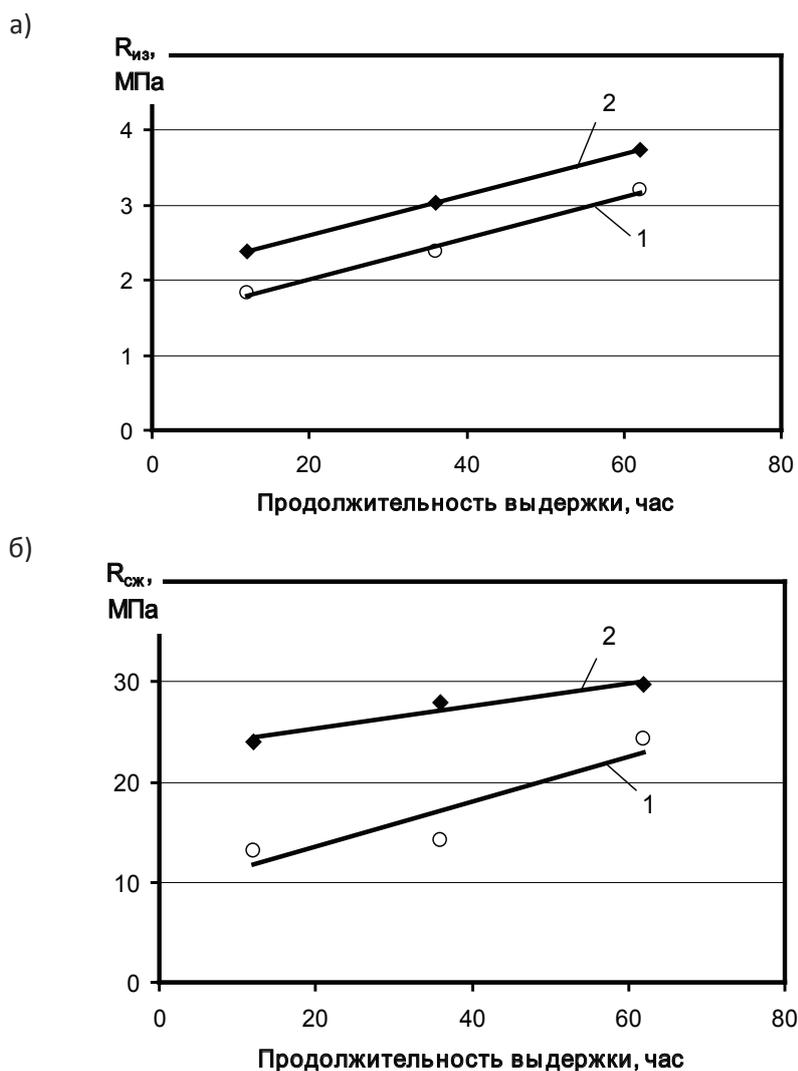


Рис. 1. Прочность при изгибе (а) и сжатии (б) мелкозернистого бетона в зависимости от продолжительности его твердения до тепловой обработки: 1 — при 60°C и 2 — при 80°C

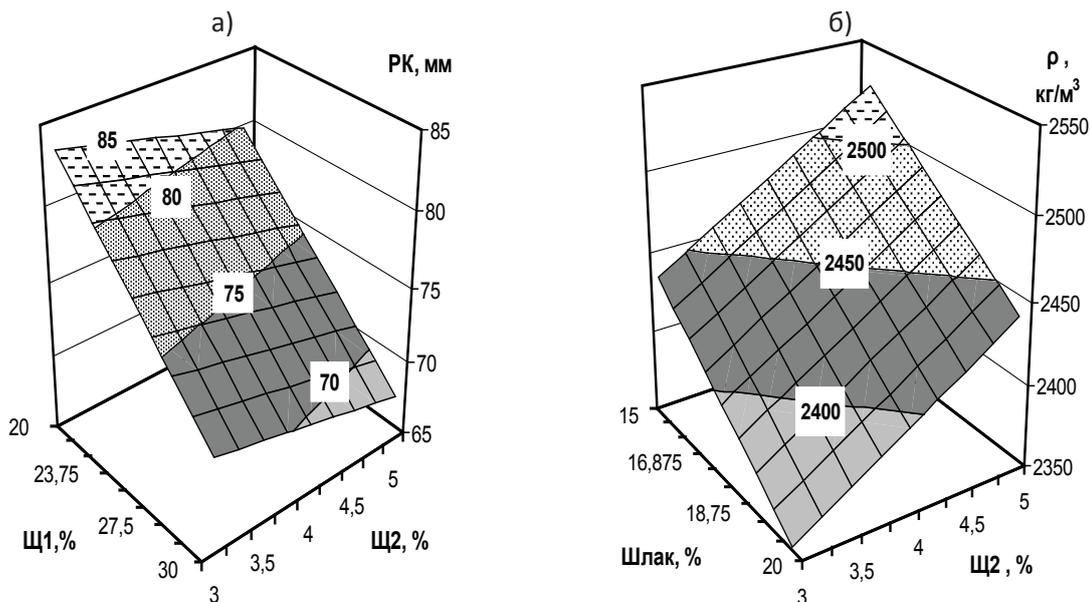


Рис.2. Мелкозернистый бетон на геополимерном вяжущем: а — расплыв конуса и б — плотность после тепловой обработки при 60 °С

По расплыву конуса (рис.2.а), определенному при помощи уменьшенного конуса с диаметром нижнего основания 63 мм, бетонные смеси относятся к малоподвижным смесям. Расплыв бетонной смеси не превышает 85 мм. За счет компактного расположения зерен заполнителя бетон обладает достаточно высокой плотностью 2400–2550 кг/м³ (рис. 2.б).

Из рис. 3 видно, что прочность на изгиб мелкозернистого бетона полученного на основе геополимерного вяжущего, за-

твердевшего в ходе тепловой обработки при 60 °С, возрастает с увеличением количества шлака и щелочного активатора Щ₁. Изменение дозировки добавки Щ₂ как следует из уравнения $R_{из} = 3,5762 + 0,33625 \times Ш + 0,23875 \times Щ_1 + 0,08125 \times Щ_2$ в меньшей степени влияет на рост прочности.

Представленные на рис. 4.а и 4.б графики, описанные уравнениями вида $R_{сж}^{(60^{\circ}C)} = 17,2 + 1,4 \times Ш + 2,3 \times Щ_1 - 0,6 \times Щ_2$ и $R_{сж}^{(80^{\circ}C)} = 29,088 + 4,5375 \times Ш + 2,2375 \times Щ_1$ показывают, что прочность бетона на сжатие после тепловой

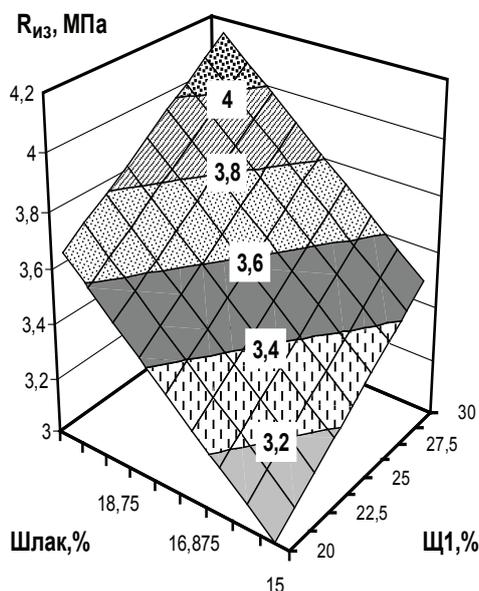


Рис. 3. Прочность на изгиб мелкозернистого бетона после тепловой обработки при 60 °С

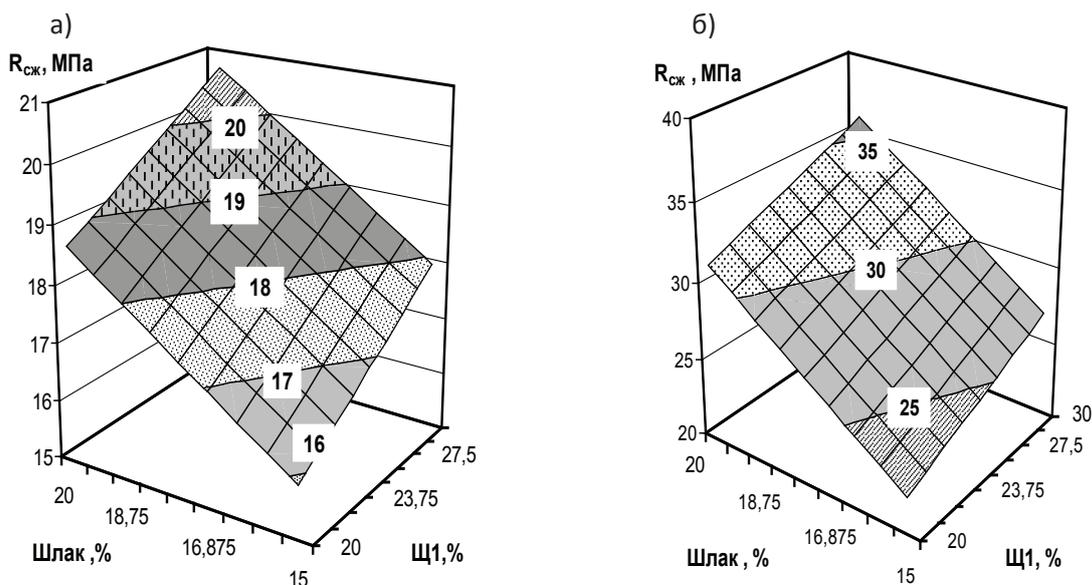


Рис. 4. Прочность при сжатии мелкозернистого бетона на минерально-щелочном вяжущем из гранита после тепловой обработки при 60 °С (а) и после 80 °С (б)

обработки при 60 и 80 °С определяется содержанием в составе вяжущего шлака и жидкого стекла. Наибольшей прочностью при сжатии свыше 35 МПа обладает бетон, затвердевший при 80 °С, в составе которого содержится 20% шлака и 30% активатора на основе жидкого стекла.

Увеличение времени предварительной выдержки до 62 часов позволяет значительно повысить прочность бе-

тона при сжатии и изгибе после тепловой обработки. При замене части песка мелким заполнителем из гранита и менее продолжительном времени предварительной выдержки можно получить мелкозернистый бетон прочностью на сжатие свыше 35 МПа. Основное влияние на рост прочности оказывает содержание в смеси вяжущего шлака и жидкого стекла.

Литература:

1. Глуховский, В.Д. Грунтосиликаты / В.Д. Глуховский. — Киев: Госстройиздат, 1959. — 127 с.
2. Рахимов, Р.З. Строительство и минеральные вяжущие прошлого, настоящего, будущего / Р.З. Рахимов, Н.Р. Рахимова // Строительные материалы. 2013. № 5. с. 57–59.
3. Davidovits, J. Geopolymer chemistry and applications. Saint-Quentin, France, Geopolymer Institute, 2011. 632 p.
4. Ерошкина, Н.А. Вяжущее, полученное из магматических горных пород с добавкой шлака, и бетон на его основе / Н.А. Ерошкина, В.И. Калашников, М.О. Коровкин // Региональная архитектура и строительство. — 2011. — № 2. — с. 62–65.
5. Ерошкина, Н.А. Исследование вяжущих, полученных при щелочной активизации магматических горных пород / Н.А. Ерошкина // Строительство и реконструкция. — 2011. — № 1. — с. 61–65.
6. Ерошкина, Н.А. Влияние минерального состава магматических горных пород на активность геополимерного вяжущего / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин, С.В. Аксенов // Региональная архитектура и строительство. — 2013. — № 1 (15). — с. 84–89.
7. Ерошкина, Н.А. Малоэнергоёмкие ресурсосберегающие технологии производства вяжущих для конструктивных бетонов / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин, С.В. Аксенов // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 6. — с. 45.
8. Калашников, В.И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов // Строительные материалы. 2008. № 3. с. 20–23.

Дистанционные технологии в образовании как средство расширения информационного образовательного пространства

Жаманкарин Максут Мухамбетназарулы, магистр технических наук;
Иманбаева Диана Нурлановна, магистрант
Кокшетауский университет имени Абая Мырзахметова (Казахстан)

В статье рассматриваются виды дистанционных технологий обучения, применяемые в вузах Казахстана.

Ключевые слова: дистанционное обучение, интернет-технология, кейсовая технология.

Дистанционное обучение — совокупность образовательных технологий, при которых целенаправленное опосредованное или не полностью опосредованное взаимодействие обучающегося и преподавателя, осуществляется независимо от места их нахождения и распределения во времени, на основе педагогически организованных информационных технологий, прежде всего с использованием средств телекоммуникаций и телевидения. Основными дистанционными образовательными технологиями являются: кейсовая (портфельная) технология, интернет-технология, телевизионно-спутниковая технология. Допускается сочетание технологий [1].

Объективность появления дистанционного обучения (ДО) вызвана необходимостью обеспечения качественного, массового индивидуализированного образования.

С экономической и организационной точки зрения известные существующие формы обучения не позволяют реализовать это на практике, однако ДО, которое базируется на широком использовании информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), решает эту проблему.

Обучение по интернет-технологии [2]

Дистанционное обучение — это целенаправленный, специально организованный процесс взаимодействия обучающего и обучаемого, протекающий в педагогической системе дистанционного обучения.

Качественно и наглядно такое явление как ДО, его существо и особенности можно представить себе, если описать это явление на повествовательном языке на примере одной из моделей ДО, а именно интернет-обучения. Действительно, если пять-семь лет назад получение знаний с доставкой на дом — через Интернет казалось многим студентам привилегией иностранцев, то сегодня практически каждый отечественный вуз готов предоставить своим учащимся такую возможность.

Возможности дистанционного обучения [3]

В настоящее время развитие Интернет и быстрое снижение стоимости предоставляемых ими услуг создают в этих странах условия, когда дистанционное образование становится не только доступной, но и весьма привлекательной формой получения образования для все большей

части их граждан, поскольку позволяет людям получать необходимый им уровень общей и профессиональной подготовки в достаточно престижных образовательных учреждениях, не прекращая других видов своей деятельности.

Дистанционное обучение открывает широкие возможности для образования и повышения квалификации инвалидов, женщин, воспитывающих маленьких детей, лиц, не имеющих возможности прервать свою основную работу, а также для жителей, проживающих в удаленных от образовательных центров районах. Таким образом, развитие системы дистанционного образования представляет для нашей страны важную и актуальную социально-технологическую проблему, которая тесно связана с проблемой информатизации сферы образования [4].

Типы дистанционных технологий

Можно выделить следующие типы дистанционных технологий, внедренных в процессе действия эксперимента:

Кейсовая технология (портфельная) — технология, основанная на комплектовании наборов (кейсов) учебно-методических материалов (на бумажных носителях и компакт-дисках) и рассылке их обучающимся для самостоятельного обучения (от английского case, suitcase — портфель).

Кейсовая технология (тренинговая) — технология, основанная на применении ситуационно-тренинговых методов обучения (от английского case — случай, ситуация).

Телевизионная технология — технология обучения с использованием телевизионных средств [5].

Интернет-сетевая технология — технология, базирующаяся на использовании сети Интернет для обеспечения студентов учебно-методическими материалами и для обучения.

Локально-сетевая технология — технология, базирующаяся на использовании локальных сетей для обеспечения студентов учебно-методическими материалами и для обучения.

Информационно-спутниковая сетевая технология — технология, реализующая телевизионное обучение, а также пополнение и обновление информации в локальных сетях через спутниковые каналы связи.

Учебно-вахтовая технология — технология, предусматривающая выезд преподавателей в учебные центры для проведения занятий.

Аттестационно-вахтовая технология — технология, предусматривающая выезд аттестационных комиссий в учебные центры для проведения аттестации студентов.

Могли бы также рассматриваться такие технологии как: корреспондентская (письма), радиофици-

рованная (радиопередачи), но участники эксперимента этих технологий не применяют ввиду их малой эффективности [6].

Все представленные типы технологий применяются в вузах-участниках эксперимента полностью или частично в чистом виде или в смешанном.

Таблица 1. Представлен анализ используемых технологий в вузах-участниках эксперимента

№	Наименование вуза участника	ТИПЫ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ								
		Традиционная технология	Кейсовая /портфельная	Кейсовая/тренинговая	Телевизионная	Сетевая/интернет	Сетевая/локальная	Сетевая/информационно-спутниковая	Учебно-вахтовая	Аттестационно-вахтовая
1	Казахский национальный университет им. аль-Фараби									
2	Карагандинский государственный университет им. Букетова									
3	Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева									
4	Кокшетауский университет им.Абая Мырзахметова									
5	Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова									
6	Казахский университет экономики, финансов и международной торговли им.Т.Рыскулова									
7	Казахский агротехнический Университет им.С.Сейфуллина;									

Кроме указанных типов дистанционных технологий в таблице приведена традиционная технология, поскольку многие вузы-участники применяют для обучения дистанционных студентов традиционную технологию заочной

формы с добавлением дистанционных методов [7]. В таблице по горизонтали указаны вузы-участники, а по вертикали — типы применяемых технологий. Серым цветом отмечено наличие в вузе указанной технологии обучения.

Литература:

1. Лобачев, С.Л. «Корпоративная информационная среда сетевого дистанционного образования — основа образовательной среды вуза в условиях рынка» — «Дистанционное Образование» 2007. — 89 с.
2. Шевчук, Е.В., Шпак А.В., Краснолуцкая А.Г. «Образовательный портал как виртуальный учебный центр вуза» материалы международной конференции «Дистанционное обучение: проблемы и перспективы развития». — Алматы: КазРЕНА, Алматинская Академия экономики и статистики, 2005. — С.14–16
3. Стандарт Республики Казахстан СТ РК 34.016–2004 «Технические и программные средства дистанционного обучения» 2006. — 255 с.
4. Ибрагимов, И. М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения. — Академия, 2007. — 336 с.
5. Солдаткин, В.И. Информатика в системе дистанционного образования на рубеже XXI в. Дистанционное Образование. — М.: МЭСИ, 2008. — 167 с.
6. Нуждин, В.Н., Коровкин С.Д., Кадамцева Г.Г. «Тотальное управление качеством образования и новые информационные технологии» — «Проблемы информатизации высшей школы», N 1–2 (11–12).— Москва, 2008. — 92 с.
7. Тихомиров, В.П. «Основные принципы построения Системы дистанционного образования» — «Дистанционное образование», N1. — Москва, 2008. — 99 с.

Развитие информационно-коммуникационных технологий в Казахстане

Жаманкарин Максут Мухамбетназарулы, магистр технических наук;

Макенова Мираш Хайыр-бековна, магистрант

Кокшетауский университет имени Абая Мырзахметова (Казахстан)

В данной статье рассматривается развитие и статистика использования информационно-коммуникационных технологий в Казахстане.

Ключевые слова: *информационно-коммуникационные технологии, информационные технологий, технический прогресс.*

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) — совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств, интегрированных с целью сбора, обработки, хранения, распространения, отображения и использования информации в интересах ее пользователей. В широком понимании ИТ охватывают все области создания, передачи, хранения и восприятия информации и не только компьютерные технологии. При этом ИТ часто ассоциируют именно с компьютерными технологиями, и это не случайно: появление компьютеров вывело ИТ на новый уровень, как когда-то телевидение, а ещё ранее печатное дело [1].

Технический прогресс и непрерывное появление новых разработок требуют от специалистов в сфере информатизации постоянного совершенствования и развития. Процессы, связанные с автоматизацией предприятий, внедрением информационных систем, использованием информационно-коммуникационных технологий, являются сегодня самыми перспективными и востребованными во всех сферах бизнеса. Развитие информационно-коммуникационных технологий является одним из важнейших факторов повышения конкурентоспособности казахстанской экономики. Процесс глобализации, конвергенции и диффузии экономик различных стран требует от Казахстана перехода к качественно новому уровню развития, без которого невозможно занять достойное место в мировой экономической системе. Современная телекоммуникационная отрасль занимает особое положение в экономике страны, поскольку наиболее приближена к мировым стандартам по таким критериям, как темпы роста, конкурентоспособность предоставляемых услуг, уровень развития научнотехнической базы, профессионализм менеджмента [2].

Сфера ИКТ Казахстана стала самостоятельным сектором экономики Казахстана. Она состоит из отрасли телекоммуникаций, почтовых услуг, отрасли информационных технологий и распространения телерадиосигнала. Данный подход обусловлен взаимным проникновением технологий связи, распространения телерадиовещания и информационных технологий, который наблюдается в последние десятилетия по всему миру.

Значительный прогресс в использовании информационных технологий правительствами стран Центральной Азии зарегистрирован Всемирным банком за последние

четыре года. Об этом говорится в обзоре «Использование информационных и коммуникационных технологий в повышении гражданской активности в Центральной Азии», презентованный ВБ в Бишкеке во вторник.

По данным банка, в Казахстане значительный прогресс получили такие проекты как, «электронное правительство», получение государственных услуг через интернет, блоги чиновников, связь через интернет сайт с муниципальными властями, а также открытые государственные данные.

«В 2012 году Казахстан улучшил свои позиции в мировом рейтинге стран, внедривших систему электронного правительства, заняв второе место среди развивающихся стран. Электронные услуги являются приоритетным направлением в области электронного правительства. Государственный портал обеспечивает единую точку входа ко всем услугам электронного правительства», — отмечают эксперты банка.

Агентство РК по статистике подготовило отчет об использовании информационно-коммуникационных технологий в Казахстане в 2013 году. Число интернет-пользователей в возрасте 6–74 лет (с учетом пользователей мобильного интернета) в 2013 году составило 63,3% от общего числа населения, а количество пользователей компьютером — 63,2%. Наибольший процент пользователей интернета среди городского населения зафиксирован в Атырауской (88,6%), Мангистауской (87,8%) и Актюбинской (85,3%) областях. Среди сельского населения — в Костанайской (71%), Кызылординской (64%) и Акмолинской (62,8%) областях. Наибольшее число пользователей компьютером среди городского населения — в Атырауской (84,2%), Кызылординской (83,1%) и Актюбинской (80%) областях. Среди сельского — в Атырауской (67,3%), Кызылординской (66,4%) и Костанайской (63,5%) областях. В Астане число интернет-пользователей составляет 64,5%, ПК-пользователей — 62,2% от общего числа населения. В Алматы — 71% и 68,5%, соответственно [3].

Существует ряд международных рейтингов оценки уровня ИКТ, среди которых и Международный союз электросвязи (МСЭ), специализированное подразделение ООН. Индекс развития ИКТ сравнивает успехи в развитии информационно-коммуникационных технологий в 154 странах за пятилетний период с 2002 по 2007 год. Индекс

сводит 11 показателей в единый критерий, который можно использовать в качестве инструмента для проведения сравнительного анализа на глобальном, региональном и национальном уровнях. Эти показатели касаются доступа к ИКТ, их использования, а также практического знания этих технологий. Согласно рейтингу Международного союза электросвязи за 2007–2008 гг. Казахстан лидирует среди стран Центральной Азии, опережая такие страны как Кыргызстан, Туркменистан, Таджикистан, Узбекистан и занимает 69 место. В Отчете Всемирного экономического форума по информационным технологиям представлен рейтинг 127 развитых и развивающихся стран мира по уровню развития ИКТ. Оценка осуществлялась на основании 3-х критериев: — наличие в стране условий, способствующих распространению и развитию информационно-коммуникационных технологий, что предполагает оценку бизнес-среды, законодательных аспектов и инфраструктуры; — уровень возможностей и готовности к использованию информационно-коммуникационных технологий ключевыми стейкхолдерами — населением,

бизнесом и государством; — реальный уровень использования информационно-коммуникационных технологий. При составлении рейтинга учитывается не только развитость ИТ-рынка в том или ином государстве, но и степень его влияния и проникновения в иные сферы (например, в сферу образования), а также успешность политики властей, направленной на интенсификацию применения информационных технологий.

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) полностью изменили наш образ жизни. Появились новые рынки и бизнес-модели для поддержки ввода, хранения, обработки, анализа и представления информации, и этот процесс продолжает развиваться и расширяться в ускоренном темпе. Традиционная экономика на основе промышленности теперь трансформируется в экономику на основе знаний. Информационные технологии начали рассматриваться в качестве средства для обеспечения положительных сдвигов в социально-экономических условиях и инструмента для достижения Целей развития тысячелетия (ЦРТ).

Литература:

1. Астахова, Е. В. «Информационно-коммуникационные технологии: учебное пособие в 3-х ч».. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. — Барнаул 2010.
2. Мамраев, Б.Б. Акимбаева А.М., Джусупов А.А., Малишевский Е.В. «Форсайт информационно-коммуникационных технологий и связи в республике Казахстан». Усть-Каменогорск. Изд-во ВКГУ им. С. Аманжолова. 2009.
3. Агентство Республики Казахстан по статистике. Статистический сборник «Развитие связи и информационно-коммуникационных технологий в Республике Казахстан 2007–2011 гг».. — Астана, 2012.

Нечетко-логическое регулирование температурным режимом химического реактора

Жукова Юлия Александровна, старший преподаватель;
Алимова Гульчихра Рахимжановна, старший преподаватель;
Ташкентский государственный институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)
Сапаев Дильмурод Маматкаримович, магистрант
Ташкентский университет информационных технологий (Узбекистан)

Анализ состояния проблемы проектирования систем управления сложными технологическими объектами показывает, что традиционные методы построения моделей объектов и систем управления ими не приводят к удовлетворительным результатам, когда исходное описание подлежащей решению проблемы заведомо является неточным и неполным [1,2,6,8]. Известно, что слабоструктурированные или плохо определенные объекты обладают такими свойствами, как нестационарность параметров, неполнота информации, отсутствие формального описания объекта управления и др. [1,7,11]. В этих случаях целесообразным является использование методов интеллектуального управления, позволяющих учитывать неполноту и неточность исходных данных.

Рассмотрим химический реактор входными параметрами, которого являются: расход пара и обессоленной воды; начальная температура в рубашке и реакторе; начальная концентрация компонентов реакционной смеси. Остальные воздействия являются возмущающими, в качестве основного возмущающего воздействия можно принять давление греющего пара.

Входным регулирующим воздействием для температуры реактора является расход греющего пара, а остальные воздействия являются возмущающими [3,8].

Одним из важнейших параметров, характеризующих качество технологического процесса, является концентрация и рабочая вязкость прядильного раствора на выходе реактора. Измерение данных параметров возможно только лабораторным путем. Анализ литературных источников [3,7,8] и опыт промышленной эксплуатации показали, что для получения прядильного раствора заданного качества необходимо поддерживать определенный температурный режим. Поэтому в качестве выходного параметра выбирается температура реактора $T_{реак}$. Температура реактора, в свою очередь, является управляемым параметром, и она управляется с помощью температуры рубашки реактора $T_{руб}$.

При наличии на объекте внешних или параметрических возмущающих воздействий (например, изменение давление пара более чем на 15%, изменение концентрация компонентов реакционной смеси на 10%), существенно ухудшаются качественные показатели переходного процесса, что может привести систему управления к неустойчивому состоянию.

Поэтому решение подобных задач предлагается искать с применением теории нечеткой логики, позволяющей оперировать лингвистическими нечеткими высказываниями. Таким образом, ставится задача синтеза робастной нечеткой системы управления температурным режимом химического реактора, инвариантной к внешним и параметрическим возмущениям.

Для решения поставленной задачи на основе предлагаемого подхода рассмотрим замкнутую систему автоматического регулирования температуры химического реактора с нечетким логическим контроллером (НЛР)

На нечеткий регулятор возлагается задача выработки управляющего воздействия в диапазоне изменения динамической ошибки регулирования и ее производной относительно ее пороговых значений. Входной вектор НЛР преобразуется в нечеткую форму $E^* = (e_1^*, e_2^*)$ с помощью блока фаззификации, затем выполняется нечеткий логический вывод в базе правил, в результате чего получается нечеткая выходная переменная u^* . Перевод значений вектора управления u^* из нечеткой области в четкую u осуществляются блоком дефаззификации.

Предобработка входного сигнала ошибки регулирования и ее производной осуществляется по формуле:

$$e_i^N = \begin{cases} e_i, & |e_i| < e_i^{\max}; \\ e_i^{\max} \text{sign}(e_i), & |e_i| \geq e_i^{\max}. \end{cases}$$

Постобработка выходного управляющего сигнала u осуществляются решением задачи денормализации u :

$$u = u_N DN = u_N |u_{\max}|,$$

где u_{\max} — максимальное значение управления, подаваемого объект.

Как правило, база знаний НЛР содержит описание термов лингвистических переменных (ЛП), которые должны быть определены заранее для каждой входной и выходной переменной.

Для этого введем следующие лингвистические переменные $e_1 = ("Ошибка\ управления", T_{e_1}, E_1)$, $e_2 = ("Произв.ошибки", T_{e_2}, E_2)$ и $u = ("Управление", T_u, U)$, где $T_{e_i} = \{T_{e_i}^1, T_{e_i}^2, \dots, T_{e_i}^k\}, i = \overline{1, k}$, $T_u = \{T_u^1, T_u^2, \dots, T_u^k\}$, — терм-множества значений лингвистических переменных e_1, e_2 и u с соответствующими функциями принадлежности (ФП) $T_{e_i}^l = \mu_{e_i}^l(e_i)$, $T_u^l = \mu_l(u), l = \overline{1, k}$, заданными соответственно на универсальных множествах $E_i = [E_{i\min}, E_{i\max}]$ и $U = [U_{\min}, U_{\max}]$.

Предположим, что каждой входной и выходной лингвистической переменной $T_x = \{T_e, T_{e/dt}, T_u\}$ соответствуют 7 термов: $T_x = \{ 'NB', 'NM', 'NS', 'ZE', 'PS', 'PM', 'PB' \}$ с треугольными функциями принадлежностями:

$$\mu_{T_x}(x, a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{если } x \leq a, \\ (x - a) / (b - a) & \text{если } a \leq x \leq b, \\ (c - x) / (c - b) & \text{если } b \leq x \leq c, \\ 0 & \text{если } c \leq x. \end{cases}$$

Тогда результатом фаззификации являются лингвистические переменные:

$$\begin{aligned} e_{1,} = \langle \text{«Ошибка»} \rangle &= [\mu_{NB_e}(e) / NB_e, \mu_{NM_e}(e) / NM_e, \mu_{NS_e}(e) / NS_e, \mu_{ZE_e}(e) / ZE_e, \mu_{PS_e}(e) / PS_e, \mu_{PM_e}(e) / PM_e, \mu_{PB_e}(e) / PB_e]; \\ e_{2,} = \langle \text{«Скорость изменения ошибки»} \rangle &= [\mu_{NB_{e/dt}}(e/dt) / NB_{e/dt}, \mu_{NM_{e/dt}}(e/dt) / NM_{e/dt}, \\ \mu_{NS_{e/dt}}(e/dt) / NS_{e/dt}, \mu_{ZE_{e/dt}}(e/dt) / ZE_{e/dt}, \mu_{PS_{e/dt}}(e/dt) / PS_{e/dt}, \mu_{PM_{e/dt}}(e/dt) / PM_{e/dt}, \mu_{PB_{e/dt}}(e/dt) / PB_{e/dt}]; \\ u^* = \langle \text{«Управление»} \rangle &= [\mu_{NB_u}(u) / NB_u, \mu_{NM_u}(u) / NM_u, \mu_{NS_u}(u) / NS_u, \mu_{ZE_u}(u) / ZE_u, \mu_{PS_u}(u) / PS_u, \\ \mu_{PM_u}(u) / PM_u, \mu_{PB_u}(u) / PB_u]. \end{aligned}$$

Далее формируем базы правил логического вывода НЛР в виде:

$$\text{Если } (T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j) \text{ ТО } T_u^j, j = \overline{1, 7},$$

где $(T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j)$ - декартово произведение нечётких множеств E_1 и E_2 , заданных на шкалах E_1 и E_2 , с функцией принадлежности:

$$\mu_{(T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j)}(e_1, e_2) = \mu_{T_{e_1}^j}(e_1) \wedge \mu_{T_{e_2}^j}(e_2),$$

T_u^j — соответствующее выходное нечёткое множество, определяемое нечётким отношением $R^j = (T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j) \times T_u^j, j = \overline{1,7}$ с функцией принадлежности:

$$\mu_{R^j}((e_1, e_2), u^*) = (\mu_{T_{e_1}^j}(e_1) \wedge \mu_{T_{e_2}^j}(e_2)) \wedge \mu_{T_u^j}(u^*).$$

Совокупность всех правил, соответствующих нечёткому отношению $R = \bigcup_{j=1}^7 R^j$ с функцией принадлежности

$$\mu_R((e_1, e_2), u^*) = \bigvee_{j=1}^7 [(\mu_{T_{e_1}^j}(e_1) \wedge \mu_{T_{e_2}^j}(e_2)) \wedge \mu_{T_u^j}(u^*)],$$

определяет базу знаний НЛР и задает закон функционирования нечёткой системы.

Таким образом, при заданных значениях входных лингвистических переменных $T_{e_1}^j$ и $T_{e_2}^j$ выходное значение нечетко-логического регулятора T_u^j можно определить на основе следующего композиционного правила [9]:

$$B^j = (T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j) \bullet R$$

со степенью принадлежности:

$$\mu_{T_u^j}(u^*) = \bigvee_{e_1 \in E_1, e_2 \in E_2} [(\mu_{T_{e_1}^j}(e_1) \wedge \mu_{T_{e_2}^j}(e_2)) \wedge \mu_R(e_1, e_2, u^*)].$$

В случае, когда лингвистическим переменным входных сигналов e_1 и e_2 соответствуют нечёткие множества $T_{e_1}^j$ и $T_{e_2}^j$, нечёткое множество T_u^j лингвистической переменной сигнала управления u^* определяется следующим образом:

$$\mu_{T_u^j}(u^*) = \max_{e_1, e_2} \left\{ \left[\prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i) \right] \cdot \left[\min_{j=1}^m \left[\prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i) \right] \cdot \mu_{T_u^j}(u^*) \right] \right\}.$$

Для получения реального значения выходного сигнала нечёткого регулятора осуществляется процесс дефаззификации [11]:

$$u = \frac{\sum_{n=1}^9 u_n^* \mu_{T_u}(u_n^*)}{\sum_{n=1}^9 \mu_{T_u}(u_n^*)}.$$

Функцию принадлежности нечеткого значения T_u^j можно представить в виде:

$$\mu_{T_u^j}(u) = \begin{cases} \prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i), & u = \lambda^j \\ 0, & u \neq \lambda^j, \end{cases}$$

где λ^j — дискретные численные значения выходного сигнала.

Тогда определяющее значение выходного сигнала НЛР на этапе дефаззификации можно вычислить следующим образом:

$$u = \sum_{j=1}^m \lambda^j \left[\prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i) \right] / \sum_{j=1}^m \prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i),$$

$$\text{или } u(\bar{e}, \bar{\lambda}) = \sum_{j=1}^m \lambda^j \zeta_j(\bar{e}),$$

$$\text{где } \zeta_j(\bar{e}) = \prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i) / \sum_{j=1}^m \prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i).$$

Таким образом, в случае полноты и непротиворечивости базы правил нечеткого логического вывода, закон функционирования НЛР определяется видом и распределением по диапазону регулирования функций принадлежности и выбранным алгоритмом нечёткого вывода.

Рассмотренный алгоритм синтеза нечетко-логического регулятора отличается простотой, поскольку позволяет использовать стандартную форму описания лингвистических переменных и минимальный набор управляющих правил. Синтезированный нечеткий логический регулятор придает системе автоматического регулирования способность поддерживать на заданном уровне температуры реактора при наличии внешних возмущений, а также качественно управлять технологическим процессом полимеризации при широком диапазоне изменения его параметров во времени.

Литература:

1. Алиев, Р. А., Алиев Р. Р. Теория интеллектуальных систем. — Баку, Издательство «Чашыоглы», 2001. — 720 с.
2. Васильев, В. И., Ильясов Б. Г. Интеллектуальные системы управления: Теория и практика. — М.: Радиотехника, 2009. — 392 с.
3. Голдинг, Б. Химия и технология полимеров. М.: Издательство, 1973. — 357 с.

4. Гостев, В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 416 с.
5. Интеллектуальные системы автоматического управления / Под ред И. М. Макарова, В М Лохина — М ФИЗМАТЛИТ, 2001—576 с — ISBN 5–9221–0162–5.
6. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. — 798 с.
7. Ульянов, С.В., Литвинцева Л.В и др. Интеллектуальное робастное управление: технологии мягких вычислений. — М.: ВНИИгеосистем, 2011. — 408 с.
8. Mamdani, E. H. Rule-based Fuzzy Approach to the Control of Dynamic Processes II IEEE Trans, on Comput. — 1981. — № 12. — P. 432–440.
9. Rotach, V. The Analysis of Traditional and Fuzzy PID Rigulators. Proceeding 8-th Zittau Fuzzy Colloquium, 2000. — P. 165–172.
10. Zadeh, L. Fuzzy logic, neural network and soft computing. Communications of the ACM. — 1994. — Vol. 37. — № 3. — P. 30–39.
11. Zimmerman, Y.J. Fuzzy set Theory and its applications. Second Revised Edition, 1990. — 398 p.

Деформации почвы при образовании кротового дренажа

Жураев Фазлиддин Уринович, кандидат технических наук, доцент;

Тухтаева Гулшан Пулатовна, соискатель

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Бухарский филиал

Улучшение мелиоративного состояния почвы является одним из самых важных агротехнических мероприятий. Поэтому применяются различные способы мероприятий по изучению и улучшению мелиоративного состояния почвы.

В целом, ухудшение мелиоративного состояния почвы является одним из его отрицательных свойств, для изучения мелиоративного состояния почвы ведутся научно-исследовательские работы по улучшению или превращению плодородности почвы [1].

Представим, что крот, образованный дренажно-кротовым орудием, направлен по оси ОХ. Изучаемую проблему мы рассматриваем в виде асимметрической задачи в системе цилиндрических координат. Здесь не учитывается жидкость, вытекающая из кротовых дрен. Основная цель — превосходство образованного кротового дренажа, то есть, мы изучаем его неразрушаемость. Отдельно рассматривается проблема вытекающей из кротовых дрен жидкости. Для этого мы используем законы линейного или нелинейного вытекания. Для этого используем уравнение механики деформированных твердых тел. Эту задачу можно привести для нахождения напряженно деформированных состояний цилиндрических пространств под внешним воздействием силы. Пусть среда окружающих цилиндрических поверхностей будет эластичной. В этом случае, состояние деформации почвы объема выделенных элементов из кротовых дрен [2] (рис.1):

$$r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \sigma_r - \sigma_\theta = 0 \tag{1}$$

определяется с помощью дифференциальных уравнений. Если не имеются в виду эластические свойства среды окружающего пространства, тогда решение уравнения (1) осуществляется по следующим формулам:

$$\sigma_r = A/r^2 + B; \quad \sigma_\theta = -A/r^2 + B, \tag{2}$$

где σ_r — радиальное напряжение, σ_θ - контур напряжение. A и B произвольная константа и определяется ограниченными условиями.

Если $r = r_0$ и $r = r_1$ приведено собственное $P_1(t)$ и $P_2(t)$ давление, тогда A и B определяются по следующей формуле.

$$A(t) = \frac{a^2 b^2 [P_2(t) - P_1(t)]}{r_1^2 - r_0^2}, \quad B(t) = \frac{a^2 P_1(t) - b^2 P_2(t)}{r_1^2 - r_0^2} \tag{3}$$

Если имеется в виду образование пластической деформации пространства, тогда приходится ставить какие-то условия, учитывающие эту деформацию.

Например, пластические условия Мизеса [2]:

$$\sigma_r^2 - \sigma_r \sigma_\theta + \sigma_\theta^2 = 3\tau_\tau^2, \tag{4}$$

Где τ_τ — тангенциальное напряжение.

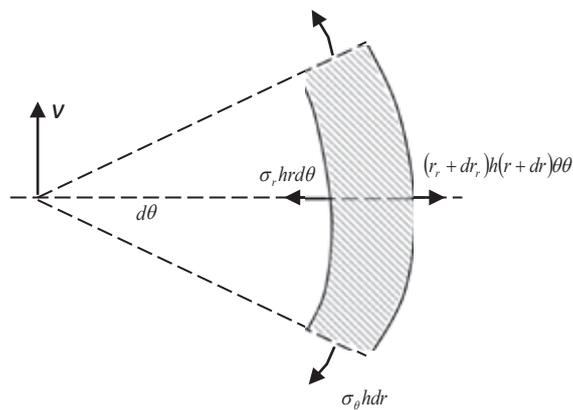


Рис. 1. Напряжения, возникающие на элементарных участках из цилиндрической поверхности кротового дренажа

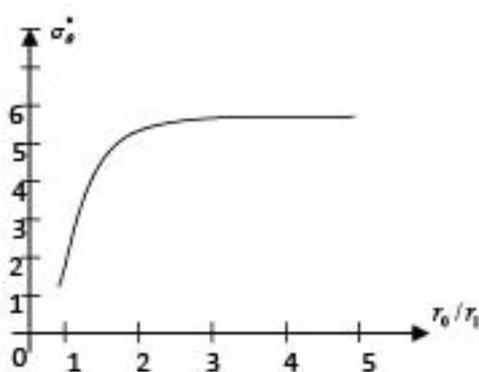


Рис. 2. Изменение контура напряжения относительно с пластическим радиусом

Это будет уместно в малом значении (3) $P_1(t)$ или $P_2(t)$.

Пластическая деформация, образованная в $P = \tau_r$. Если $P > \tau_r$; в сфере, $r_0 \leq r \leq r_1$ образуется пластическая деформация. Здесь $r = r_1$, то получается

$$\sigma_r = \sigma_\theta = \sigma_r.$$

Если ставить в уравнение $\sigma_r = 2\tau_r \cos(\eta + \pi/6)$; $\sigma_\theta = 2\tau_r \cos(\eta - \pi/6)$ (1), тогда дифференциальное уравнение имеет следующий вид.

$$(\sqrt{3} + ctg\eta)d\eta + 2\frac{dr}{r} = 0. \tag{5}$$

Решение этого уравнения $r = r_1$ да $\eta = \pi/2$,

$$\left(\frac{r_1}{r}\right)^2 = e^{-\sqrt{3}\left(\frac{\pi}{2}-\eta\right)} \sin \eta.$$

Если мы примем $r = r_0$, в таком случае для данного значения r_1 уместно будет $\eta_0 \geq \pi/2$. Образование пластической деформации кротовых дрен зависит от $P_1 = \sigma_r$, то есть будет $\eta = \eta_a$, $\sigma_r = 2\tau_r \cos(\eta + \pi/6)$.

С повышением давления получается $\eta_a = \frac{5}{6}\pi$. В этом значение $P_1 = 2\tau_r$. Изучение, связанное с максимальным контуром напряжения к соотношению радиусов приведено на рис. 2.

Из графика видно, что, с увеличением радиуса отверстия дренажа, контурные напряжения приближаются к линии $(\sigma_\theta / \sigma_1 = \sigma_\theta^*)$ $\sigma_\theta^* = 6$. Это значит, что с увеличением радиуса отверстия дрены, максимальный контур напряжения или концентрация напряжения будут неизменяемыми.

Из поставленной задачи можно найти радиальное перемещение точек среды.

$$u = \frac{-2r_0 r^2 P_1}{E(r_2^2 - r_0^2)},$$

где: E — пространственный модуль Юнга.

Если кротовый дренаж образуется на глубине $y = -H$, возникает максимальное напряжение, в положении прямой деформации будет по следующему: (рис.3).

$$\sigma_v = \frac{B_s \gamma}{2k_r \operatorname{tg} \varphi} [\exp(k_r \operatorname{tg} \varphi (2H / B_s) - 1) + q \exp(k_r \operatorname{tg} \varphi (2H / B_s))],$$

где: B_s - полная ширина кротовых дрен; H - глубина; q - силовое давление или давление от силы тяжести почвы; Выражение в виде $k_r = 1 + 2 \operatorname{tg}^2 \varphi$ - предлагал Кристенсен. В частном случае принимается $0 < k_r \leq \Delta$.

В зависимости от контурного напряжения R^* приведена на рис. 4. по-разному, смотря по изменению коэффициента Пуассона.

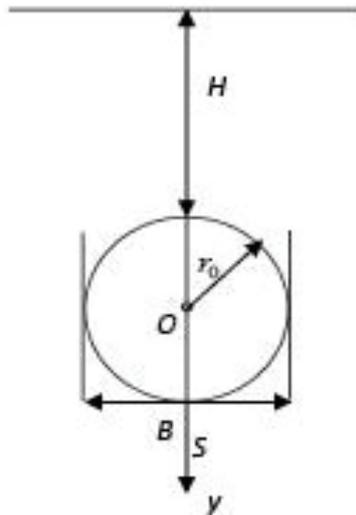


Рис. 3. Дренажный крот на полуплоскости

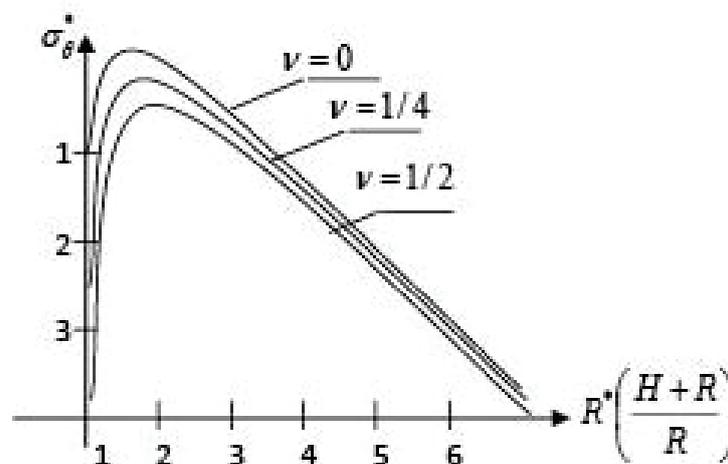


Рис. 4. Изменения контурного напряжения в зависимости от R^* (ν - Коэффициент Пуассона)

Видно, что с увеличением радиуса, достигается максимальное расстояние, напряжение образования кротового дренажа в полуплоскости $0 < R^* < 3$ достигает максимума, $R^* > 3$ уменьшается. Если внутренние пределы образованного кротового дренажа со временем уменьшаются и изменяются, в этом случае радиус среды и контурная деформация (для прямой деформации) имеет вид:

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}, \quad \varepsilon_\theta = \frac{u}{r}$$

Уравнения равновесия имеет вид.

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} + \rho \dot{\varphi}^2 r = 0 \quad (6)$$

Для решения этого дифференциального уравнения $\sigma_r = -c(u(t))|_{r=r_0}$; $\sigma_r = \sigma_0|_{r=r_1}$ отношение между напряжением и деформацией рассматривается как:

$$\sigma(t) = E\varepsilon(t) - \int_0^t R(t-S)\varepsilon(S)dS$$

Здесь σ - напряжение; ε - деформация; E - модуль эластичности в зависимости от особенности среды; R - ядро релаксации имеет вид ($R = Ae^{-\beta t} t^{\alpha-1}$); $A; \beta; \alpha$ - совмещает в себе физико-механические свойства среды; $u(t)$ - радиальное перемещение внутренних точек поверхности крота; t - время; ρ - плотность среды; в решение задачи ν (Коэффициент Пуассона) принимается неизменным ($0 < \nu < 5$), является функцией

$\dot{\varphi} = \frac{\partial \varphi(r_1 t)}{\partial t}$ — имеет определенный вид и показывает степень разрушенности среды. При помощи этого члена (6), дифференциальное уравнение приводит к нелинейному дифференциальному уравнению.

В целом, дренажный крот должен образоваться так, чтобы от него подземные грунтовые воды с уклоном земли протекали в направлении захватываемых и не меньше 2–3 лет способствовали улучшению мелиоративного состояния земли, а также служили средством повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции на местах.

Литература:

1. Ф. У. Жураев. Экспериментальное обоснование некоторых мелиоративных машин в условиях орошаемого земледелия // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. — 2010. — № 4. С. 124–131.
2. А. П. Филин. Прикладная механика твердого деформируемого тела. М., «Наука», 1975 г. — 832 с.
3. М. Т. Ёрозбоев. Материаллар қаршилиги. II қисм. Тошкент: «Ўқитувчи», 1965 й., — 487 б.

One size seeping in drainage-peep hole and potential action of liquid

Жураев Фазлиддин Уринович, кандидат технических наук, доцент
Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Бухарский филиал (Узбекистан)

Fazliddin Urinovich Juraev

Candidate of technical science, head of the department of TIMI Bukhara branch «General professional science».

Nowadays loosening layers of soil and making drainage peep-hole becoming important and actual problems in the agriculture of Uzbekistan. Because drainage-peep hole machines in soil layers and their scientific variants for local conditions were not come up with. For that age it is important to do scientific works in making drainage peep-hole. Soil layers especially in high salty lands and creating mathematical models of throwing sub-soil water.

In one size trend the pressure is P potential function φ (if it has) is the function of only one coordinate. The procedure of 2 part seeping liquid submits in the law of seeping lesson. This procedure simplified differential equation of action, in other words it makes possibility to express it.

Imagine, porous or full crack condition, changeable flowing pipe is given, its (flowing pipe) diagonal cut is ΔF and length is l , in this case $\Delta F = \Delta F(l)$ will be (1-picture)

Imagine, if flowing pipe was filled by the same porous condition, in other words, pressure pipe has only unchangeable and only L coordinate. In this case a trend is depending on L coordinate and it come to the problem of one size trend. Trend's constantly condition, flowing liquids in time units will be the same. Isobaric surface pressure unchangeable surface trend of liquid mass in time units is named mass quantity of surface and it marked with Q and in this liquid's wasting mass or mass quantity (mass debit) flowing by M-isobaric surface. Using the law of the lesson we can take as a collection of liquid quantity flowing by pipe is equal with M in seeping condition.

$$\rho \vartheta = \frac{dM}{dF}, \tag{1}$$

Using the law of the lesson speed module of seeping mass should be written as following

$$\left\| \rho \vec{\vartheta} \right\| = \frac{dM}{dF} \text{sign} M = \frac{k\rho}{\mu} \cdot \frac{dP}{dl} \cdot \text{sign} \frac{dP}{dl}. \tag{2}$$

In this sign M based sign $\frac{dP}{dl}$ formulations (2) determine the equation sign. Mathematic signum formulation is written as following.

$$\text{sign } x = \begin{cases} +1 & x > 0 \\ 0 & x = 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases}$$

From above (4.24) formulation

$$\frac{k\rho}{\mu} dP = \frac{dM}{dF} dl \tag{3}$$

This (3) formulation can be used for none compressed or less compressed liquids. For compressed liquid compactness ρ and absolute stickiness pressure is changed in P. Changeable coefficient of the condition k or pressure with elastic feature of the condition depends on P. So in general pressure as length of the tend is changeable and it will be formulate with

$k \frac{\rho}{\mu}$ pressure function

$$\varphi = \int \frac{k\rho}{\mu} dP + C = \int \frac{dM}{dF} dl + C^1 \tag{4}$$

In this φ — potential function; C and C^1 — constant integral, (4) in formulation P pressure express the connection between line l coordinate. Using above (3) formulation (4) we should write as following.

$$d\varphi = \frac{k\rho}{\mu} dP \tag{5}$$

Using founded formulas we write as following (5).

$$\rho \vartheta = \frac{d\varphi}{dl} \tag{6}$$

With potential function for one size trend this equation can express seeping law equation in free liquid.

So, it can be learnt potential action of liquid in porous and crack condition on base of (6). So it can be conclude seeping mass speed is equal with gradient of potential function. These relations express general law of liquid mixture in potential action. We can count income flowing water mass if we equalize right

Keeping mass law for seeping trend. Keeping mass and weight law for seeping trend is written as [2]

$$G_1 - G_2 = \frac{\partial}{\partial t} \int_V m\rho dV \tag{8}$$

Formula will be as following

$$G(S, t) - G(S + dS, t) = \frac{\partial(m\rho)}{\partial t} f(S) dS$$

or

$$G(S, t) - \left[G(S, t) + \frac{\partial G}{\partial S} dS \right] = - \frac{\partial G}{\partial S} dS = \frac{\partial(m\rho)}{\partial t} f(S) dS - \frac{\partial G}{\partial S} = \frac{\partial(m\rho)}{\partial t} f(S),$$

That's to say we come to simple constantly equation.

If porous m depends on time, so

$$-\frac{\partial G}{\partial S} = m \frac{\partial \gamma}{\partial t} f(S) \tag{9}$$

Constant equation in coordinate formula will be as following

$$-\left[\frac{\partial(\gamma \vartheta_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\gamma \vartheta_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\gamma \vartheta_z)}{\partial z} \right] = \frac{\partial(\rho m)}{\partial t}$$

In this $\vartheta_x, \vartheta_y, \vartheta_z$ — arrow projection of speed vector y, x, z will be equal in $\gamma = \rho g$ тенг бўлади.

If we think sub soil water flows plainly, radically in the side of drainage-peep (crack), seeping moist water’s private property differential equation will be written as following

$$x_T^0 \left(\frac{\partial^2 \phi^4}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \phi^4}{\partial r} \right) = \frac{\partial \phi}{\partial t}, \tag{10}$$

In this

$$x_T^0 = \frac{K_T^0}{4\mu\beta_T^*}.$$

We can write (18) equation as following.

$$x_T^* \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \phi^4}{\partial r} \right) = \frac{\partial \phi}{\partial t}. \tag{11}$$

Action differential equations for nonpermanent seeping trend were recommended firstly by G.I Berenblatt, U. P. Jeltov and I. N. Konchina. We look through the solving when well stop working.

Imagine moist water filled crack by seeping on the side of crack and water distribute stationary pressure function till water stop flowing (for difermotional layers)

$$\phi = 1 - \beta(P_0 - P), \text{ in this}$$

$$\phi^4(r, 0) = \phi_0^4 + \Omega \ln \frac{r}{r_k}, \tag{12}$$

$$\text{In this: } \Omega = \frac{2\mu Q \beta}{\pi \epsilon K_T^0}.$$

Pressure spreading procedure is studied in two phase for solving matter. First phase moist water does not reach border of the crack. Second phase moist is the same with contour radius of crack. In the firs phase pressure spreading procedure in the border will be as following

$$r \left(\frac{\partial \phi^4}{\partial r} \right) \Big|_{r=l(t)} = \Omega,$$

or

$$r \left(4\phi^3 \frac{\partial \phi}{\partial r} \right) \Big|_{r=l(t)} = \Omega \tag{13}$$

If drainage — peep stops working, in this we can put following requirement in its wall

$$\left(r \frac{\partial \phi^4}{\partial r} \right) \Big|_{r=r_c \rightarrow 0} = \Omega$$

Solving matter is given in first part of this chapter private property differential equation should be contended.

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = \chi_T^0 \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \phi^4}{\partial r} \right) \tag{14}$$

If we do simple matters by using integral relations, the solution will be as following

$$\phi_{c_0}^4 - \phi_c^4 = \frac{5}{6} \Omega + \Omega \ln \frac{r_k}{3,65 \sqrt{\chi_T^0 t}} \tag{15}$$

After simple changing (15) we take following expression

$$\phi_{c_0}^4 = \phi_c^4 - A + \epsilon \lg t,$$

In this

$$\phi_c^4 = [1 - \beta(P_{C_0} - P_C)]^4; \phi_{c_0}^4 = 1(P_{C_0} = P_0 = P_k) \quad (16)$$

$$A = 2,3\Omega \lg \frac{r_k}{\sqrt{\chi_T^0}} - 0,47\Omega; \epsilon = 1,15\Omega \quad (17)$$

Its graphic expresses line ($\lg t=0; t=1$) crossing ordinate line.

$$A = 2,3\Omega \lg \frac{r_k}{\sqrt{\chi_1^0}} - 0,47 \quad (18)$$

This line is made by $\lg t$ corner tangent will be following:

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot 1,15\Omega = \frac{2,3\mu Q\beta}{\pi \epsilon K_T^0} \quad (19)$$

If $\operatorname{tg} \alpha$ answer is known, K_T^0 may be found

$$K_T^0 = \frac{2,3\mu Q\beta}{\pi \epsilon \operatorname{tg} \alpha} \quad (20)$$

It is to say that, equation given above should be solved with other way. So that we can look through solving plain matter of subsoil water trends in other works. After deservng farms fields in vegetation watered period, it determined that water dynamic was reached from 25–45 to 60–100 sm opening drainage-peep in some places in spring before salty washing period will bring lessening sub-soil waters and ripen crop fields in time. So it lessnes salt in soil content and it brings high harvesting of agricultural crops. On base on general information given from field researches and dynamic degree of sub-soil water and wetness of soil we can come on conclusion that it is very important growing crops before agro technique time and do planting works in time.

References:

1. Juraev F. U., Ubaydullayeva Sh.R. Filtration soli in the one-dimensional motion of the fluid and the potential energy in the mole drainage. European science review. 2014. Vinna 2014. № 7–8. 105–109 с.
2. А. П. Филин. Прикладная механики твердого деформируемого тела. М., «Наука», 1975 г. — 832 с.
3. В. А. Мироненко Динамика подземных вод. М., 1983, 360с.
4. Ф. У. Жураев. Математическое моделирование напряженно-концентраци-онного состояния почвы. Наука и мир Международный научный журнал, г. Волгоград, № 1 (5), 2014, 92–97 с.

Определение целей и задач усовершенствования технологического процесса изготовления кривошипного вала для синтеза аммиака на АНХК

Заборских Денис Викторович, студент;
 Филиппенко Николай Григорьевич, кандидат технических наук, доцент;
 Попов Сергей Иванович, кандидат технических наук, доцент
 Иркутский государственный университет путей сообщения

В статье рассматриваются причины износа и актуальность разработки технологии изготовления кривошипных валов компрессоров высокого давления НХП.

Ключевые слова: технология изготовления, кривошипный вал, химическая промышленность.

Производство аммиака играет важнейшую роль в современной химической промышленности, ежегодное его мировое производство достигает 150 млн. тонн. В основном используется для производства азотных удобрений (нитрат и сульфат аммония, мочевины), взрывчатых веществ и полимеров, азотной кислоты, соды, хладагента

(R717) используемый в холодильной технике, нашатырного спирта применяемого в медицине, и других продуктов химической промышленности [1].

Однако для его производства необходимо создание больших давлений, для которых необходимы компрессоры, используемые поршневою систему сжатия. Одним

из таких является компрессор типа 2ШЛК — 1420 фирмы «Шварцкопф», и аналогичные им компрессоры отечественного производства 1Г-266/320 (см. рис. 1), 1Г-345/320, представляющие собой горизонтальную двухрядную машину, сжимающую газ с 0,1 до 32 МПа.

Сжатие газа происходит в шести ступенях. После каждой ступени газ через буферные емкости нагнетания направляется в холодильники и влаго-, маслоотделители. Перед цилиндрами всех ступеней установлены буферные емкости всасывания. После ступени VI газ, охлажденный в конечном холодильнике, проходит через влаго-, маслоотделители и направляется к потребителю.

В компрессорную установку входят компрессор с приводом, межступенчатая и конечная аппаратура, газопровод системы охлаждения, контроля и управления. Компрессор устанавливают на отметке 4,8 м, межступенчатую аппаратуру — в цокольном помещении [2].

Известно, что основные узлы и детали поршневых компрессоров работают в условиях знакопеременных нагрузений. Так кривошипный вал компрессора, с частотой вращения 125 мин^{-1} , при годовой наработке 7–8 тыс. часов имеет $(5,25–6,0) \times 10^7$ циклов нагружений [3].

В большинстве случаев аварии компрессоров, происходят из-за поломок кривошипных валов. Учитывая, что

кривошипные валы являются наиболее ответственными деталями и их разрушение может привести к остановке линий основного производства, необходимо, изучив причины их разрушений, разработать технологию изготовления и ремонта данных узлов.

Исследования определили наиболее часто встречающиеся неполадки, представленные на рис. 2.

На участке А показано распространенное разрушение пальца кривошипа поршневого компрессора 1Г-266/320. Анализ излома определил его причину вызванную усталостными напряжениями. Видно, что трещина развивалась постепенно. Необходимо отметить, что обнаружение таких дефектов при ревизиях весьма затруднительно, так как она проходит по месту посадки пальца кривошипа и полностью перекрыта щекой.

На участке Б показано разрушение вала, сопряженного с щекой кривошипа при помощи горячей посадки. Излом идентифицирован как усталостный, причиной которого являются погрешности в посадке сопряжения вала со щекой кривошипа [4].

Исследования показали, что данные виды поломок являются наиболее встречающимися. Они приводят к невозможному повреждению вала. Из этого следует, что ремонты кривошипных валов данного вида

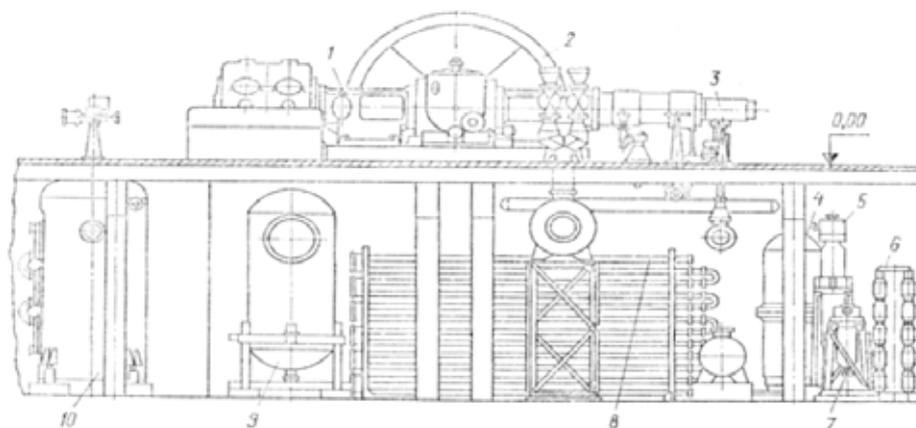


Рис. 1. Поршневой компрессор 1Г-266/320: 1 — ряд низкого давления (цилиндры I и II ступеней); 2 — электродвигатель; 3 — ряд высокого давления (цилиндры III и IV ступеней); 4, 6, 8, 10 — холодильники III, IV, VIII и I ступеней; 5, 7 — влаго-, маслоотделители V и VI ступеней; 9 — гидрозатвор

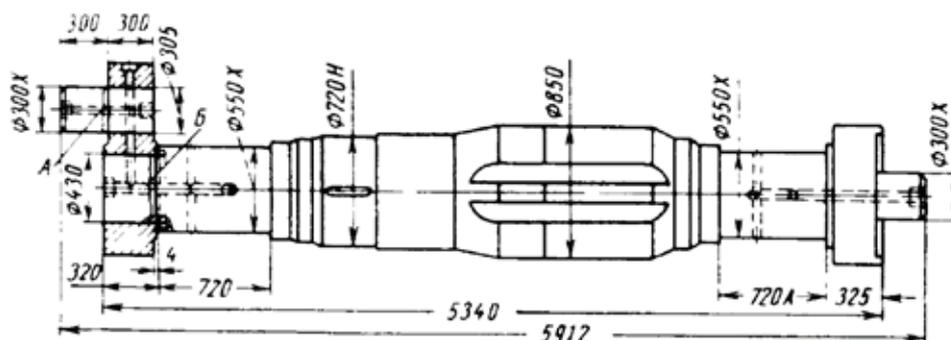


Рис. 2. Кривошипный вал компрессора 1Г-266/320

компрессора технически и экономически нецелесообразны.

Поэтому целью настоящих исследований, является: совершенствование технологического процесса изготовления кривошипного вала для компрессоров, используемых при синтезе аммиака.

Достижение данной цели возможно с решением следующих задач:

— проектированием приспособления для точения выпуклых и вогнутых радиусов, взамен использования фасонных резцов;

— разработкой специального сверла для глубокого сверления (более 800 мм) диаметром свыше 70 мм;

— обоснование выбора режущего инструмента для фрезерных и токарных операций.

Выполнение данной тематики будет проведено и освещено в ходе дальнейших исследований.

Литература:

1. Учебное пособие по РХБЗ. — <http://www.rhbz.info/rhbz>
2. Федоров, О.Г. Компрессорные станции и компрессорные установки: Учебное пособие / О.Г. Федоров. — Одесса: Одесская национальная академия пищевых технологий, 2013 г. — 130 с.
3. Кузнецов, А.М. Промышленная безопасность и техническое диагностирование: Сборник научных трудов / ОАО “Иркутск НИИхиммаш”. — Под редакцией А.М. Кузнецова, В.И. Лившица. — Иркутск: Издание ОГУП “Иркутская областная типография № 1”, 2001. — 629с., ил.
4. Трухин, А.Х. Повышение надежности и долговечности поршневых компрессорных машин / А.Х. Трухин. — М.: Машиностроение, 1972. — 176 с., ил.

Влияние способа введения суперпластификатора С-3 на водоредуцирующий эффект и прочность растворной составляющей бетона

Замчалин Михаил Николаевич, студент;

Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;

Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Приводятся результаты сравнительных исследований различных способов введения суперпластификатора С-3. Установлено, что введение добавки при совместном измельчении с вяжущим при тонкости помола от 300 до 400 м²/кг не имеет преимуществ в сравнении с другими способами совмещения С-3 с цементом.

Ключевые слова: суперпластификатор, способ введения добавки, вяжущее низкой водопотребности (ВНВ), водоредуцирующий эффект, прочность.

Введение

По мнению некоторых авторов [1–4], применение суперпластификаторов (СП) для производства вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) — наиболее перспективное направление использования СП. В литературе, за редким исключением [5, 6], почти отсутствуют сведения о применении ВНВ в промышленных масштабах. На основании этого факта можно предположить, что закономерности, определяющие эффективность ВНВ, исследованы недостаточно полно. В некоторых работах отмечается, что совмещение СП с цементом при их совместном помоле позволяет получить более высокий водоредуцирующий эффект, чем при введении добавки с водой затворения только в бетонных смесях с высокой подвижностью [7–9].

В связи с этим были проведены исследования эффективности введения СП в цемент при помоле в сравнении с другими способами совмещения добавки с цементом.

Методы и материалы

Было исследовано влияние тонкости помола цемента, количества СП и способа его введения на эффективность добавки. Изучались три способа введения СП: при помоле (ВНВ), с водой затворения и в виде сухого порошка. При исследованиях эффективности различных способов введения СП определялась зависимость от водоцементного отношения консистенции цементно-песчаного раствора состава 1:2 и темпы набора его прочности.

Для определения консистенции строительного раствора использовалась уменьшенная форма-конус, аналог стандартной по ГОСТ 310.4–81. Размеры уменьшенной формы-конуса: высота — 31 мм, диаметр основания — 63 мм, диаметр верхней части — 47 мм. Такое изменение методики позволило сократить объем материалов для испытаний и снизить трудоемкость эксперимента.

Растворная смесь перемешивалась в течение 4 минут, затем, за 1 минуту она укладывалась в форму-конус и уплотнялась штыкованием. Консистенция (расплыв смеси, мм) определялась через 5, 15 и 30 минут после начала перемешивания. Затем изготавливались образцы размером 20×20×20 мм для определения прочности при сжатии через 1, 3, 7 и 28 суток.

Для каждого состава с одинаковой удельной поверхностью вяжущего, способом введения и дозировкой СП проводилось 4 опыта. В каждом опыте изменялось водоцементное отношение. Анализ зависимостей расплыва смеси на встряхивающем столике и прочности от водоцементного отношения показал, что они достаточно точно аппроксимируются линейным уравнением вида $R_K = a + b \cdot (V/C)$, где a и b — эмпирические коэффициенты.

Полученные уравнения использовались для расчета водопотребности смесей с равными расплывами на встряхивающем столике. По расчетным значениям вычислялись показатели водоредуцирующего эффекта $WR = 100 \cdot ((V/C)_н - (V/C)_к) / (V/C)_к$, где $(V/C)_н$ и $(V/C)_к$ — водоцементные отношения контрольного состава и состава с добавкой СП.

По уравнению $R_K = a + b \cdot (V/C)$ рассчитывались водоцементные отношения равноподвижных смесей с различным содержанием суперпластификатора. По этим значениям рассчитывали водоредуцирующий эффект от введения С-3.

Влияние добавки на прочность оценивалось по показателю относительной прочности $R_{от} = R_n / R_{нн}$, где R_n и $R_{нн}$ — прочность пластифицированного и непластифицированного составов, рассчитанные по формуле $R = a + b \cdot (V/C)$ при расчетных значениях V/C для равноподвижных смесей.

Цементы для исследования готовились путем помола цементного клинкера производства ОАО «Мордовцемент» и гипсового камня в количестве 4% от массы вяжущего. Для эксперимента применялся песок Сурского месторождения с $M_{кр} = 1,54$.

Результаты эксперимента и их обсуждение

Графики зависимостей водоредуцирующего эффекта и относительной прочности от дозировки СП для различных способов введения добавки приводятся на рис. 1, рис. 2 и рис. 3. Расчеты были проведены для жестких смесей, характеризующихся расплывами смесей, определенными на малой форме-конусе 79 мм, что соответствует расплыву 120–125 мм по ГОСТ 310.4–81.

Сравнивая графики зависимостей водоредуцирующего эффекта от дозировки С-3 (рис. 1а, рис. 2а и рис. 3а.)

можно отметить, что в цементах с удельной поверхностью $\sim 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ при дозировке добавки 0,5% совместный помол С-3 с цементом является более эффективным способом совмещения СП с цементом, чем введение добавки с водой затворения или в виде порошка. При дозировке 1% такой способ, напротив, дает меньший водоредуцирующий эффект, чем другие способы. При сравнении прочностных показателей в возрасте 28 суток (рис. 1б, рис. 2б и рис. 3б.) видно, что повысить прочность на 15–17% удается только в составах, приготовленных на ВНВ. Другие способы не дают повышения прочности при дозировке С-3 = 0,5%, и снижают ее при дозировке 1%.

При повышении тонкости помола цемента до удельной поверхности $\sim 400 \text{ м}^2/\text{кг}$ происходит повышение водоредуцирующего эффекта до значений 35–40% при дозировке С-3=1% для всех способов введения СП. При такой дозировке в составах, приготовленных на ВНВ, происходит снижение прочности во все сроки, включая 28 суток. При дозировке СП= 0,5% прочность повышается приблизительно на 140% при введении СП при помоле и виде порошка, и на 160% — при введении добавки с водой затворения.

При повышении тонкости помола цемента до удельной поверхности $\sim 450 \text{ м}^2/\text{кг}$ при дозировке СП=1% происходит снижение водоредуцирующего эффекта в сравнении с цементом удельной поверхностью $\sim 400 \text{ м}^2/\text{кг}$. Эффективность введения СП в виде порошка выше, чем при помоле. Повышение прочности через 28 суток в сравнении с контрольным бездобавочным составом, достигаемое при использовании 1% С-3, составило около 20% для ВНВ и немного меньше 40% при введении добавки в цемент с водой затворения и в виде порошка.

Выводы

Установлено, что введение СП при помоле цемента имеет небольшое преимущество с точки зрения снижения водопотребности цемента и повышения прочности в сравнении с другими способами только при более низких удельных поверхностях цемента — около $300 \text{ м}^2/\text{кг}$. При повышении тонкости измельчения цемента до $400–450 \text{ м}^2/\text{кг}$ эффективнее вводить С-3 с водой затворения или в виде порошка.

По результатам, полученным при исследованиях на цементном клинкере только одного завода, нельзя с большой уверенностью сделать вывод об эффективности различных способов введения СП в портландцементные бетоны. Возможно, эффективность ВНВ определяется не исследованным пока влиянием химико-минералогического состава цемента на свойства ВНВ. Результаты настоящего исследования позволяют частично объяснить, почему ВНВ не находит широкого применения в производстве, несмотря на сложившееся в научно-технической литературе мнение о высокой эффективности этого вяжущего.

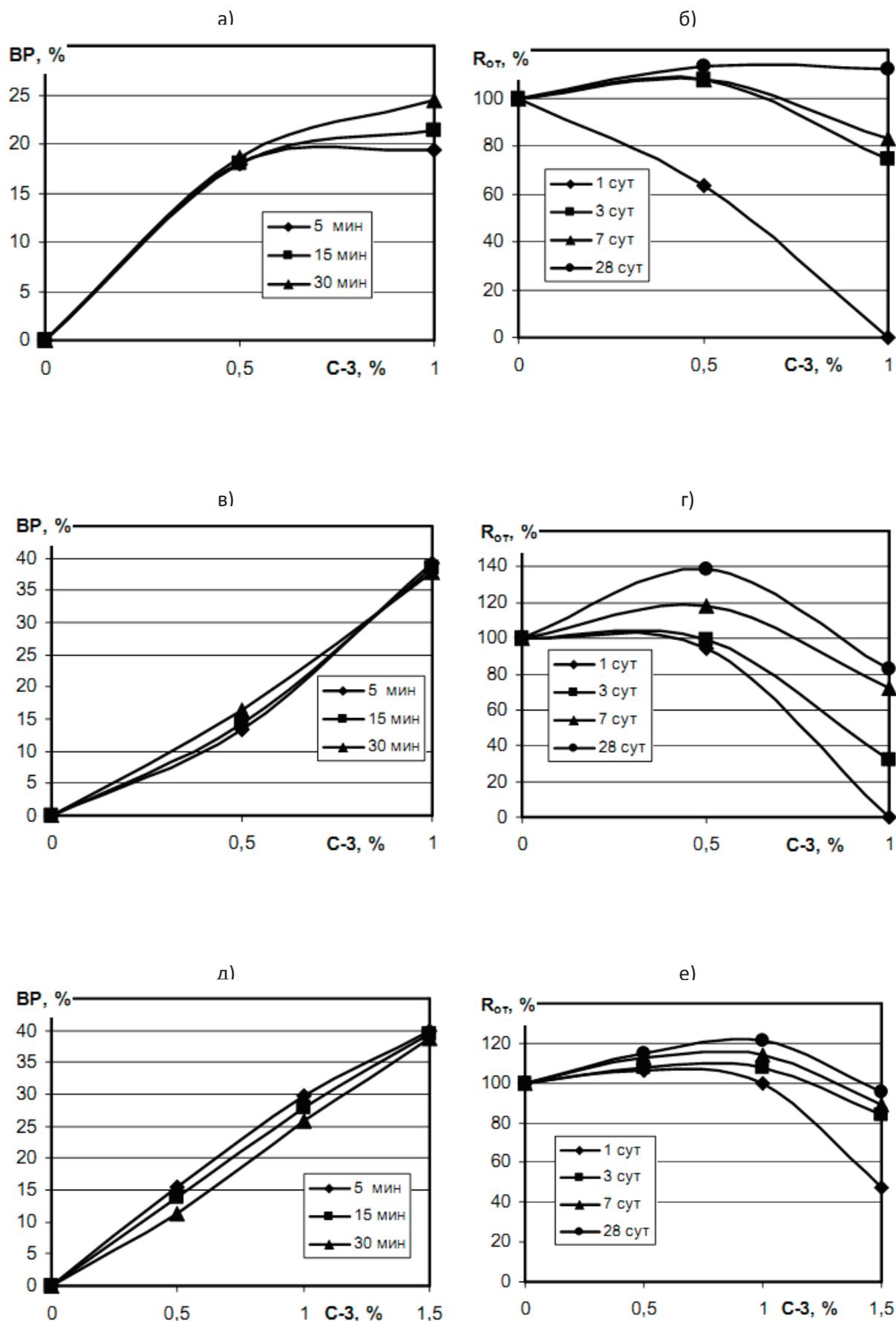


Рис. 1. Влияние дозировки СП (способ введения — при помеле) на водоредуцирующий эффект (а, в, д) и относительную прочность (б, г, е) в растворах, приготовленных на цементах с удельной поверхностью ~300 м²/кг (а, б), ~400 м²/кг (в, г), ~450 м²/кг (д, е)

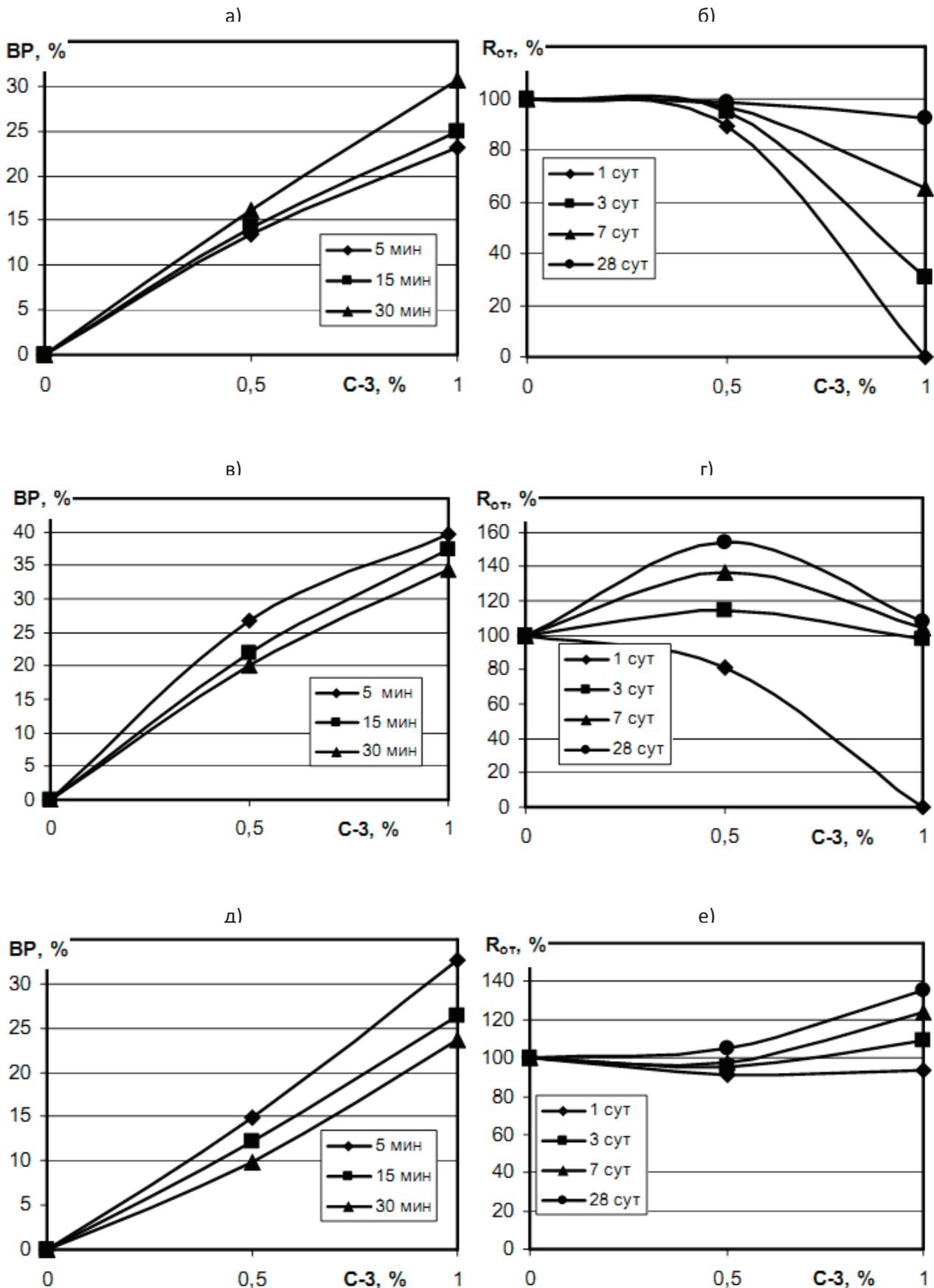


Рис. 2. Влияние дозировки СП (способ введения — с водой затворения) на водоредуцирующий эффект (а, в, д) и относительную прочность (б, г, е) в растворах, приготовленных на цементах с удельной поверхностью ~300 м²/кг (а, б), ~400 м²/кг (в, г), ~450 м²/кг (д, е)

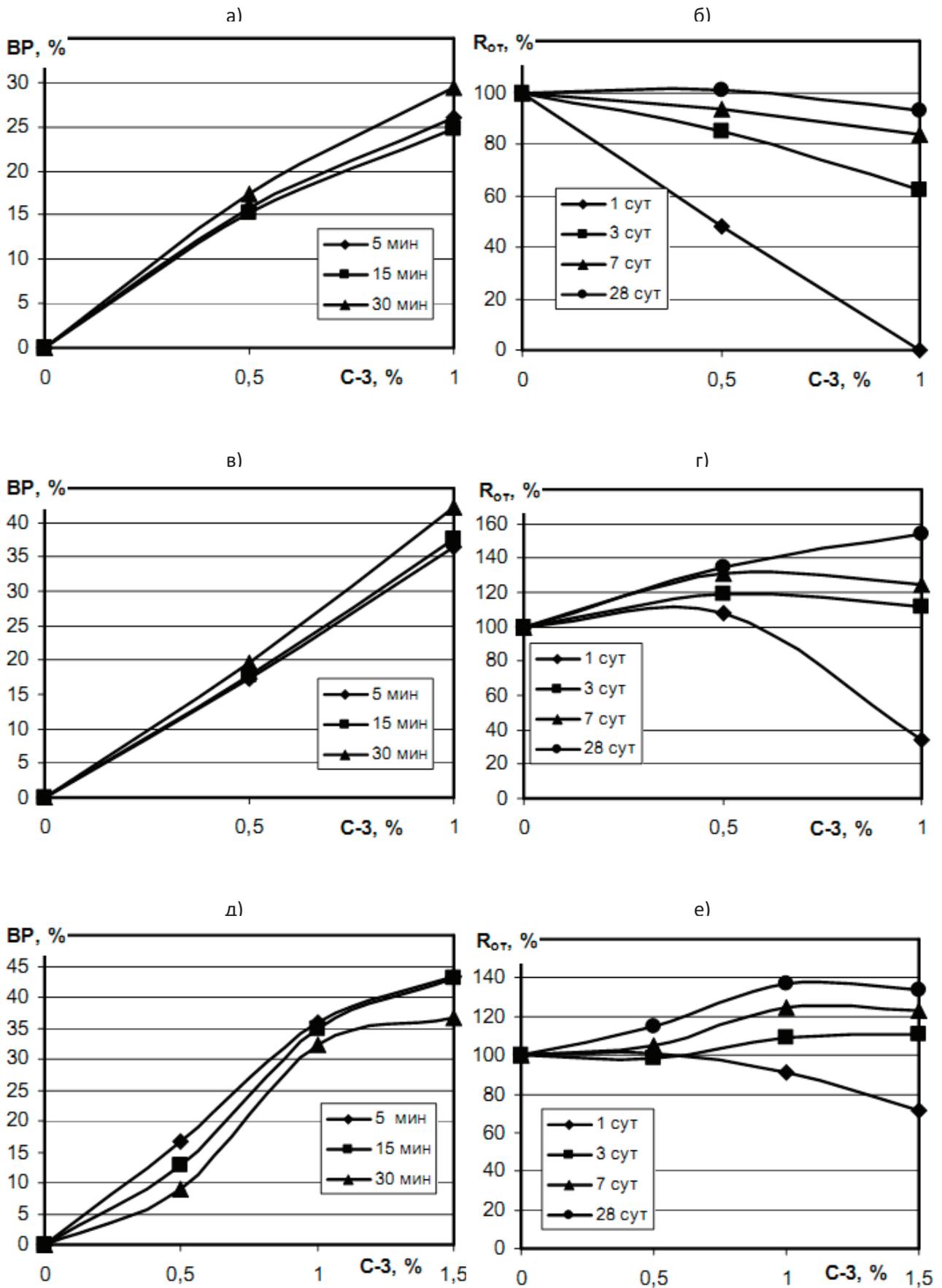


Рис. 3. Влияние дозировки СП (способ введения — в виде порошка) на водоредуцирующий эффект (а, в, д) и относительную прочность (б, г, е) в растворах, приготовленных на цементах с удельной поверхностью ~300 м²/кг (а, б), ~400 м²/кг (в, г), ~450 м²/кг (д, е)

Литература:

1. Баженов, Ю. М. Новый век: новые эффективные бетоны и технологии / Ю. М. Баженов, В. Р. Фаликман // *Материалы 1 Всероссийской конференции. Т. 1 Пленарные доклады.* с. 91–101.
2. Батраков, В. Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. — М., 1998. 768 с.
3. Батраков, В. Г. Бетоны на вяжущих с низкой водопотребностью / В. Г. Батраков, Ш. Т. Бабаев, Н. Ф. Башлыков, В. Р. Фаликман // *Бетон и железобетон.* 1988. № 11. — с. 4–6.
4. Бабаев, Ш. Т. Основные принципы получения высокоэффективных вяжущих низкой водопотребности / Ш. Т. Бабаев, Н. Ф. Башлыков, В. Н. Сердюк // *Промышленность строительных материалов. Сер. 3. Промышленность сборного железобетона.* — М: ВНИИЭСМ, 1991. — Вып. 2.
5. Бабаев, Ш. Т. Аттестация вяжущих низкой водопотребности в США / Ш. Т. Бабаев, Н. Ф. Башлыков, М. Я. Бикбау, В. П. Трамбовецкий // *Бетон и железобетон.* 1990. № 6. — с. 29–31.
6. Калашников, В. И. Основы пластифицирования минеральных дисперсных систем для производства строительных материалов. Автореферат дисс. ... докт. техн. наук. Воронеж — 1996.
7. Коровкин, М. О. Исследование эффективности суперпластификатора С-3 в вяжущем низкой водопотребности / М. О. Коровкин // *Строительство и реконструкция.* 2011. № 2. с. 84–88.
8. Коровкин, М. О., Ерошкина Н. А., Саденко Д. С. Влияние способа введения суперпластификатора на его водоредуцирующий эффект // *Региональная архитектура и строительство.* 2013. № 2. с. 66–70.
9. Коровкин, М. О. Эффективность суперпластификаторов и методология ее оценки // М. О. Коровкин, В. И. Калашников, Н. А. Ерошкина; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Пензенский гос. ун-т архитектуры и стр-ва». Пенза, 2012. 144 с.

Способ снижения оксидов азота с рециркуляцией дымовых газов

Ибрагимов Умиджон Хикматуллаевич, соискатель;
Бегимов Обиджон Норбобоевич, студент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Известны способы сжигания жидкого и газообразного топлива с вводом рециркулирующих дымовых газов в воздушный тракт горелочных устройств [1] Рециркуляция дымовых газов через горелочные устройства позволяет снизить тепловые нагрузки экранов и перераспределить тепловосприятия поверхностей нагрева котлов, а также снизить выход оксидов азота. Однако для сокращения выхода оксидов азота при таком способе сжигания топлива газы рециркуляции нужно подавать в значительных объемах, что может привести к нарушению стабилизации процессов горения топлива с появлением сажи и оксида углерода, а тем самым — к уменьшению КПД котла и снижению надежности его работы [2].

Этому способу присущи следующие недостатки:

— чрезмерное охлаждение газами рециркуляции периферийной зоны факела для достижения требуемой температуры по условиям подавления оксидов азота в ядре горения, что приводит к неустойчивости горения;

— требуются значительные объемы газов рециркуляции, что влечет за собой рост энергетических затрат на собственные нужды;

— увеличение потерь с уходящими газами.

Эффективность регулирования характеристик газомазутного факела по температуре и концентрации кисло-

рода в зоне горения зависит от способа ввода газов рециркуляции в горелочное устройство или места ввода в топочную камеру. Известно, что топливный факел, выходящий из горелки, состоит из нескольких зон, имеющих различный температурный уровень и концентрацию кислорода. Наиболее интенсивно оксиды азота образуются в ядре горения, имеющем более высокие температуру и концентрацию окислителя, чем остальные зоны факела. Газы рециркуляции вводятся в топочную камеру для решения нескольких задач, а именно:

— снижение образования оксидов азота;

— перераспределение тепловых потоков между радиационными и конвективными поверхностями нагрева котлоагрегата;

— поддержание требуемой температуры перегрева пара;

— уменьшение заноса поверхностей нагрева и их коррозийного разрушения (для жидких топлив).

Разделением газов рециркуляции на два потока можно сократить их общий объем, поскольку ввод части газов рециркуляции в ядро горения факела позволяет более эффективно снизить его температуру, обеспечить при этом пониженный выход оксидов азота и одновременно решить вышеперечисленные задачи.

Рециркуляция части продуктов сгорания топлива в прикорневую зону ядра горения за счет ввода «холодных» дымовых газов и снижения тем самым концентрации окислителя из-за разбавления охлажденными продуктами сгорания позволяет достичь значительного снижения температуры ядра факела.

Согласно данным [1] и других литературных источников воздействие на течение топочных процессов путем понижения избытков воздуха и температуры в ядре факела позволяет существенно снизить концентрацию оксидов азота в дымовых газах. Для достижения этого эффекта достаточно ввести в ядро горения топливного факела газы рециркуляции в количестве не более 20–35% от их общего объема. Поскольку в зоне горящего топливного факела ядро горения занимает не более 1/3 объема, то объем рециркулирующих газов, подаваемых непосредственно в ядро горения, не должен превышать 1/3 их общего объема. Остальная часть газов рециркуляции подается в периферийные зоны факела для их охлаждения и обеспечения условий двухстадийного сжигания топлива за счет послонного разделения воздушных потоков. В зоне горения обеспечиваются условия для протекания реакций восстановления азотистых соединений.

Предлагаемый способ рециркуляция газов может быть реализован с помощью горелочного устройства, схематически показанного на рис. 1.

Газомазутная горелка содержит корпус с коаксиально размещенными в нем центральным (1) и периферийным (2) каналами для подачи соответственно первичного и вторичного воздуха, осевой канал (9) с установленной в нем мазутной форсункой (4), кольцевой канал (5) для подачи природного газа с выпуском его через патрубки (6), дополнительный осевой канал (7) для подачи газов рециркуляции в ядро горения и канал (8) для подачи газов

рециркуляции в периферийные зоны топливного факела. В отличие от известных конструкций горелочных устройств для реализации предлагаемого способа сжигания топлива в горелочном устройстве предусмотрен дополнительный канал (7) для подачи газов рециркуляции между осевым каналом (9) для установки мазутной форсунки (4) и каналом первичного воздуха (3).

Для осуществления способа в общем случае переменных нагрузок котлоагрегата применить схему автоматического регулирования, позволяющую выдерживать заданное количество и соотношение потоков газов рециркуляции, подаваемых через горелочное устройство, в рабочем диапазоне нагрузок котлоагрегата. В частном случае — при постоянной нагрузке котлоагрегата за длительный период эксплуатации способ сжигания топлива может быть реализован при отключенной схеме автоматического регулирования с контролем выхода оксидов азота в дымовых газах.

Принципиальная схема системы автоматического регулирования процесса сжигания топлива представлена на рис. 2. Система содержит датчики расхода воздуха 1 и топлива 2 и 3, автоматические газоанализаторы 4 и 5 для определения соответственно содержания оксидов азота и окиси углерода в дымовых газах, отбираемых соответственно из конвективной шахты и топки котлоагрегата 6. В состав системы входит преобразователь сигналов 8, вход которого сообщен с газоанализаторами 4 и 5, а выход — с вычислительным устройством 9, на вход которого поступает сигнал от задатчика количества и соотношения газов рециркуляции 10. Выход вычислительного устройства 9 сообщен с входом регулятора 11, на выход которого поступают сигналы датчиков 1, 2, 3. Газы рециркуляции по линии дымососа рециркуляции 13 поступают через регулирующие органы шибера 15 и 16 в соответствующие каналы горелки 7. Регулятор 11 сообщен с на-

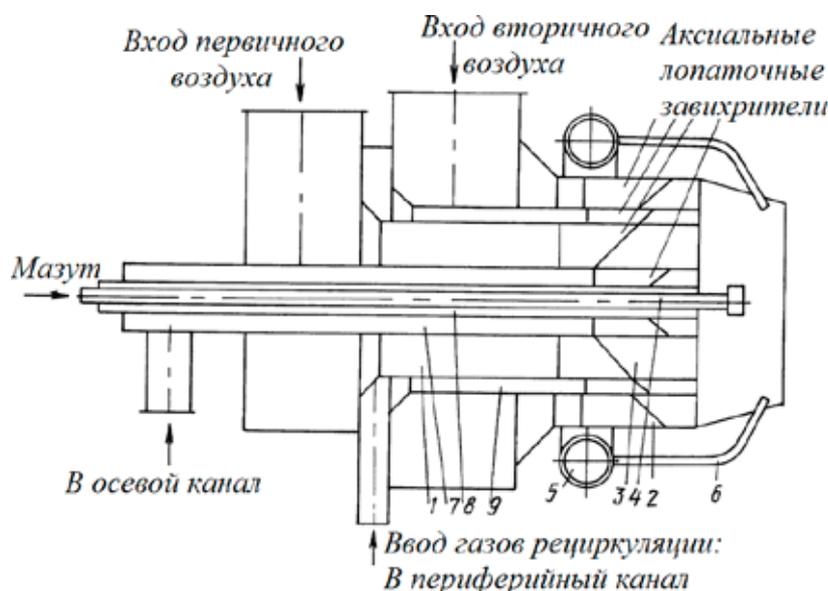


Рис. 1. Принципиальная схема рециркуляция дымовых газов с горелочными устройствами

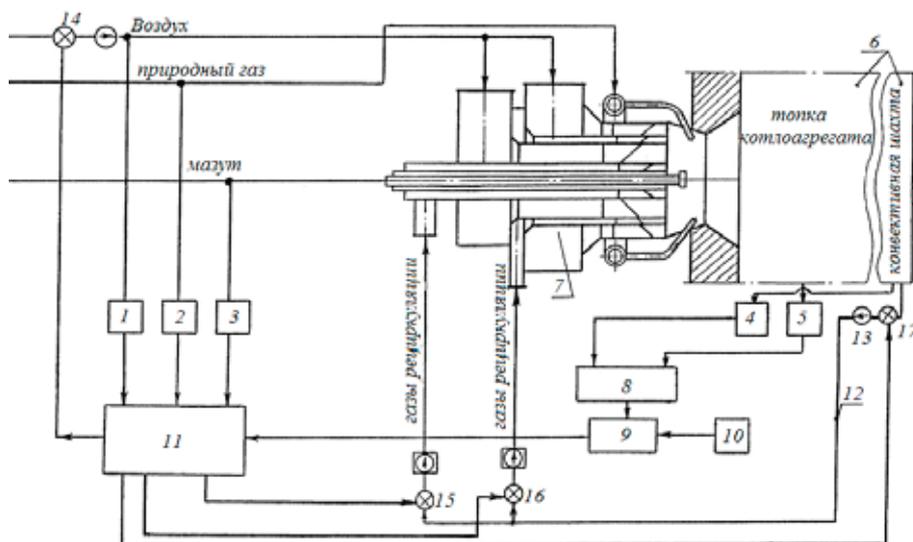


Рис. 2. Принципиальная схема системы автоматического регулирования процесса сжигания топлива

правляющим аппаратом 14 дутьевого вентилятора и регулирующими органами шиберов 15 и 16.

Предлагаемый способ сжигания топлива осуществляется следующим образом. Для текущей нагрузки котла устанавливается соответствующий режим работы горелочного устройства с минимальным выходом оксидов азота в продуктах сгорания топлива (по датчику 4 рис. 2) и при условии отсутствия химического недожога (по датчику 5 рис. 2). Устанавливается соотношение «топливо-воздух» (по датчикам 1, 2, 3 рис. 2). При этом количество и соотношение подаваемых газов рециркуляции в осевой канал 7 горелки (рис. 1) и периферийный канал 8 (рис. 1) устанавливается задатчиком 10 (рис. 2) с подачей от него сигнала на вычислительное устройство 9, выход которого сообщен с регулятором 11.

При изменении нагрузки котла или при превышении выбросами оксидов азота заданного режимного значения от задатчиков 4 и 5 поступают сигналы на преобразователь 8, выход которого сообщен с вычислительным устройством 9, который сообщен с задатчиком соотношения количества и соотношения газов рециркуляции 10. После вычислительного устройства 9 сигнал поступает на регулятор 11, вход которого сообщен с задатчиком расхода воздуха 1 и топлива 2, 3. Регулятор 11 подает сигналы на регулирующие органы шиберов 15, 16 для изменения соотношения газов рециркуляции, подаваемых соответственно в осевой 7 и периферийный 8 каналы горелки (рис. 1), а также для изменения общего количества газов рециркуляции — на регулирующий орган шиберов 17 дымососа рециркуляции 13. Регулятор 11 воздействует

на направляющие аппараты 14 дутьевого вентилятора, изменяя при этом расход воздуха, и поддерживает требуемое соотношение «топливо-воздух».

Газы рециркуляции, поступающие по осевому и периферийному каналам, воздействуют соответственно на ядро горения и периферийную зону факела, позволяя тем самым снизить температуру факела, обеспечить заданный избыток воздуха и создать условия для сокращения образующихся оксидов азота. В дальнейшем при изменении нагрузки и режима сжигания топлива последовательность операций для осуществления предлагаемого способа сжигания топлива повторяется в описанном выше порядке.

Автоматическое регулирование позволяет достичь максимальной эффективности подавления оксидов азота, не приводя к чрезмерному балластированию зоны воспламенения и начальной стадии горения и, соответственно, не ухудшая устойчивости горения и не увеличивая выбросов сажистых частиц в широком диапазоне нагрузки котла.

Технико-экономическая эффективность предлагаемого способа сжигания топлива состоит прежде всего в сокращении выбросов оксидов азота при сниженном расходе рециркулирующих газов и, соответственно, затрат на их подачу. Оценка эффективности предлагаемого способа показала, что использование предложенного способа сжигания топлива позволяет сократить выбросы оксидов азота на 60–70% и более по сравнению с техническим решением, приведенным в прототипе, а также на 20–30% снизить затраты на подачу газов рециркуляции через горелочное устройство.

Литература:

1. Ахмедов, Р. В. Основы регулирования топочных процессов. — М.: Энергия, 1977. с. 245–248.
2. Липов, Ю. М. Компонировка и тепловой расчет парового котла. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 208 стр.
3. Способ сжигания жидкого и газообразного топлив (Патент RU 2145401)

Повышение эффективности систем отопления

Ибрагимов Умиджон Хикматуллаевич, соискатель;
 Икромов Улугбек Хакимович, соискатель;
 Рашидов Бахтиёр Искандарович, студент
 Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Основной особенностью существующих систем отопления зданий и других объектов является то, что они рассчитаны на постоянный расход теплоносителя. Регулирование поступления теплоносителя в нагревательные приборы затруднено и может привести к нарушению гидравлического режима работы системы отопления [1]. Для обеспечения рационального использования тепловой энергии потребителями требуется не только установка теплосчётчиков, но также и индивидуальных средств регули-

рования (автоматического или ручного) в зданиях. На тепловых узлах должны быть установлены задвижки (краны); фильтры механической очистки теплоносителя; автоматические регуляторы температуры воды, подаваемой на каждый фасад (южный и северный) здания и работающие в зависимости от температуры наружного и внутреннего воздуха; циркуляционный насос; регулятор расхода (давления). Все элементы и трубопроводы в тепловом узле должны быть теплоизолированы (см. табл. 1.).

Таблица 1. Мероприятия по совершенствованию систем отопления

Мероприятия	Энергосбережение, %
Автоматизация теплового узла	15–20
Установка надёжных регулировочных кранов на радиаторах	5–7
Установка автоматических термостатических кранов	до 20

В зданиях на радиаторах устанавливаются: индивидуальные средства регулирования; счётчики-распределители тепла, предназначенные для оценки индивидуального энергопотребления.

Наиболее совершенной системой регулирования теплоснабжения является электронная схема (рис. 1), включающая: электронный блок, подкачивающий циркуляционный насос и регулирующий кран. Эти элементы обеспечивают регулирование подачи теплоносителя в систему отопления здания в зависимости от введённой в микропроцессор электронного блока программы. При этом можно задать требуемое значение температуры как в течение суток (день, ночь) так и с учётом выходных и праздничных дней. В электронный блок поступает информация о температуре наружного воздуха, воздуха внутри помещения и температуре отработанного теплоносителя (обратки). По заданным и текущим значениям температур в электронном блоке вырабатываются управляющие электрические напряжения, которые воздействуют на электропривод регулирующего крана и циркуляционного насоса. При необходимости снижения температуры внутри помещения частично перекрывают путь горячему теплоносителю, и насос обеспечивает подачу охлажденного теплоносителя через кран в систему отопления здания. Фильтры и обратный клапан играют вспомогательную роль, обеспечивая нормальное функционирование основных элементов.

Ввиду того, что во время отопительного сезона в РБ температура наружного воздуха непостоянно и часто

имеет положительные значения, автоматизация регулирования расхода теплоносителя позволяет экономить до 20% и более тепловой энергии за отопительный сезон. Особенно это заметно для больших отапливаемых объектов, где потребляется много тепловой энергии.

При теплоснабжении небольших объектов — котеджей, магазинов, мастерских, коммунально-бытовых зданий и др., широко используются автономные энергоустановки — котлы малой мощности и водонагреватели, что как правило выгоднее централизованного теплоснабжения — большой котельной или ТЭЦ большой мощности. Преимущества таких энергоустановок — рентабельность, энергоэкономичность, равномерное отопление, чистота и удобство в эксплуатации. В автономных энергоисточниках постоянная температура теплоносителя обеспечивается термостатом. Эффективная циркуляция и давления теплоносителя поддерживается с помощью насоса, что позволяет применять трубы небольшого диаметра. Основным топливом для маломощных энергоисточников могут служить, кроме природного газа, такие виды топлива как отходы деревообработки, торф, щепа, кора, лигнин и другие твердые горючие материалы.

При большой территории рассредоточения теплопотребления, что характерно объектам сельскохозяйственного назначения и при малоэтажной застройке сельских поселков, доставка топлива (газ, дрова и др.) к таким объектам гораздо менее энергозатратна, чем использование теплотрасс.

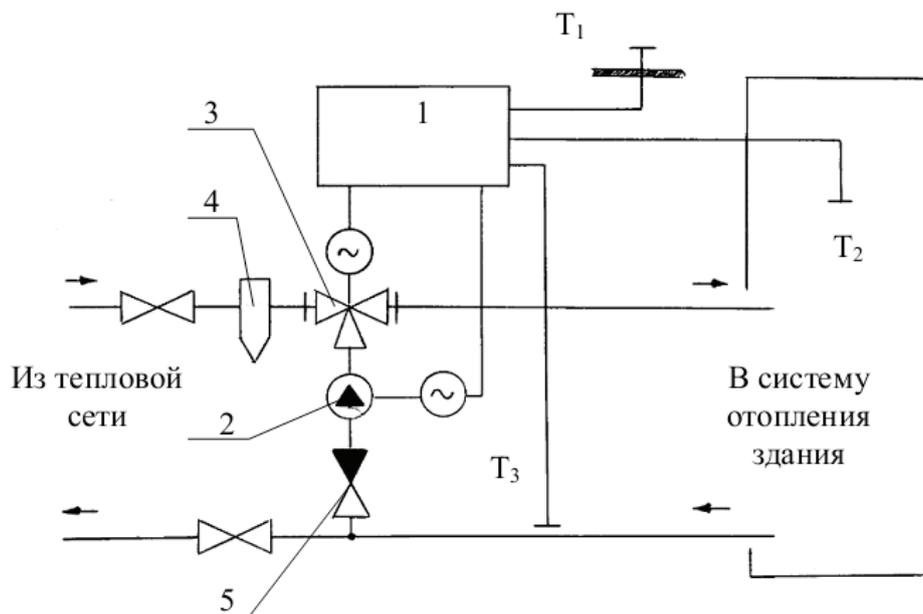


Рис. 1. Схема автоматической электронной системы регулирования теплоснабжения: 1 — электронный блок; 2 — циркуляционный насос; 3 — регулирующий клапан (задвижка); 4 — рязевый фильтр; 5 — обратный клапан; T1 — температура наружного воздуха; T2 — температура внутри здания; T3 — температура отработанного теплоносителя

Литература:

1. Богданович, П. Ф., Григорьев Д. А., Пестис В. К. Основы энергосбережения: Учеб. пособие. — Гродно: ГГАУ, 2007. — 174 с.

Способ повышения тепловой эффективности систем теплоснабжения

Ибрагимов Умиджон Хикматуллаевич, соискатель;

Икромов Улугбек Хакимович, соискатель

Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Повышения тепловой экономичности и увеличение теплопроизводительности системы теплоснабжения достигается следующим: снижение температуры воды в обратном магистральном трубопроводе, осуществляемое верхней ветвью каскада, способствует снижению расхода сетевой воды и уменьшению стоимости перекачки теплоносителя; при снижении температуры в обратном трубопроводе уменьшается среднегодовая температура теплоносителя (сетевой воды), что способствует снижению стоимости тепловых потерь [1]. Кроме того, использование теплоты конденсации отработавшего в турбине пара в первой ступени сетевого подогревателя (нижней ветвью каскада) увеличивает КПД станции, так как отборный пар, ранее поступающий в сетевой подогреватель, направляется в турбину для выработки дополнительной электроэнергии.

На рис.1 показано устройство для реализации предлагаемого способа. Устройство содержит каскадную теплонасосную установку (ТНУ). Нижняя ветвь каскада,

размещенная на тепловой электростанции, состоит из конденсатора 1, испарителя 3, компрессора 2 и дросселя 5 теплового насоса (ТН). Верхняя ветвь каскада, размещенная на тепловом пункте, состоит из конденсатора 13, испарителя 16, компрессора 15 и дросселя 14 теплового насоса. Водяная петля сетевой воды состоит из сетевого подогревателя нижней ступени (конденсатора 1 теплового насоса), сетевого подогревателя верхней ступени 6, пикового водогрейного котла 7, подающего теплопровода сетевой воды 18, водоподогревателя системы отопления 11, обратного теплопровода сетевой воды 19 и сетевого насоса 17. Водяная петля системы отопления состоит из водоподогревателя системы отопления 11, расширительного бака 8, отопительных приборов 9, циркуляционного насоса 10, водоподогревателя вторичного подогрева воды системы отопления (конденсатора 13 теплового насоса), отопительных приборов 12, охладителя воды системы отопления (испарителя 16). Водяной петлей сетевой воды и воды системы отопления замыкают верхний и нижний ветви каскада те-

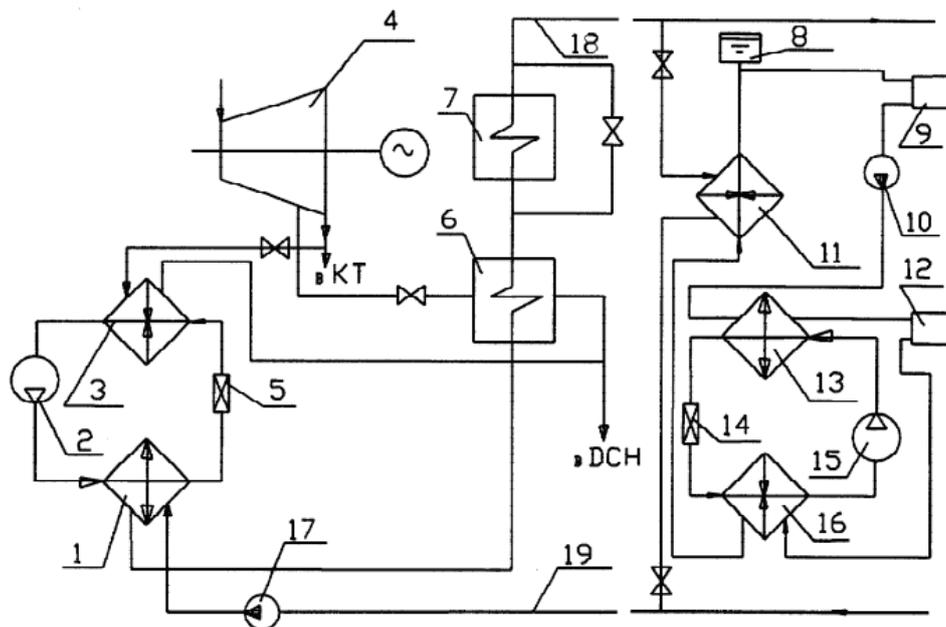


Рис. 1. Принципиальная схема теплоснабжения

плонасосной установки. При работе устройства вода циркуляционным насосом 10 подается в элементы системы отопления. В водоподогревателе 11 воды системы отопления нагревается сетевой водой, а в отопительных приборах 9 теплота отдается потребителю. Вторичный нагрев воды системы отопления осуществляется в конденсаторе 13 ТН за счет захлаживания обратной воды системы отопления в испарителе 16 теплового насоса, при этом потребителю отопительными приборами 12 отдается дополнительная теплота. Захлаженная вода системы отопления, поступая в водоподогреватель 11, отбирает от сетевой воды большее количество тепла, существенно снижая температуру обратной сетевой воды.

Захлаженная обратная сетевая воды по магистрали 19 сетевым насосом 17 подается в конденсатор 1 ТН, где нагревается за счет теплоты конденсации отработавшего в турбине 4 пара. Конденсация пара производится в испарителе 3 ТН. Нагретая в первой ступени сетевого подогревателя (конденсатор 1 ТН) сетевая вода подогревается во второй ступени сетевого подогревателя 6 отборным паром (по необходимости сетевая вода может дополнительно нагреваться в пиковом водогрейном котле 7). Далее сетевая вода подается по подающему теплопроводу 18 к водоподогревателю 11. Снижение температуры воды в обратной магистрали 19 тепловой сети уменьшает тепловые потери в тепловой сети, а также при том же расходе увеличивает пропускную способность тепловой нагрузки тепловой сети. Кроме того, использование теплоты конденсации отработавшего в турбине пара в нижней ветви каскада увеличивает КПД станции, так как отборный пар, ранее поступающий в сетевой подогреватель, направляется в турбину для выработки дополнительной электроэнергии.

Пример. Способ теплоснабжения реализуем путем установки в систему отопления теплового насоса с ра-

бочим R11, для которого температуры и давления испарения, и конденсации соответственно равны: $t_n=34^{\circ}\text{C}$, $t_k=85^{\circ}\text{C}$, $P_n=0,146\text{ МПа}$, $P_k=0,56\text{ МПа}$ [2]. Степень повышения давления $P_k/P_n=3,82$ позволяет получить значения КПД теплового насоса $h=0,7$, а коэффициент преобразования теплового насоса $j=5$. Исходные параметры теплоносителей в тепловой сети и системе отопления следующие: температура воды в прямой и обратной магистралях тепловой сети равны соответственно $t_1=110^{\circ}\text{C}$, $t_2=65^{\circ}\text{C}$; температура горячей воды в системе отопления $t_r=95^{\circ}\text{C}$; температура обратной воды системы отопления $t_0=70^{\circ}\text{C}$. После установки теплового насоса: $t_1=110^{\circ}\text{C}$, $t_2=46^{\circ}\text{C}$, $t_r=95^{\circ}\text{C}$, $t_0=80^{\circ}\text{C}$, где $t_0=80^{\circ}\text{C}$ — температура вторичного подогрева воды системы отопления. Расход сетевой воды на отопление в данном случае уменьшается в 1,42 раза.

Способ теплоснабжения реализуем (устанавливаем тепловой насос на ТЭС) на блоке мощностью 250 МВт с турбиной Т-250–240. В соответствии с основными характеристиками блока доля тепла, расходуемая на выработку электроэнергии, составляет 64%, а отпуск тепла на теплофикацию — 36% [3]. Для таких блоков среднее значение КПД по отпуску электроэнергии составляет 45%, а КПД по отпуску тепловой энергии — 90% [4].

Для блока Т-250–240, $x=0,64$, $y=0,36$, $h_c=0,45$, $h_r=0,45$. Для первой ступени сетевого подогревателя доля $m=0,2$, а коэффициент преобразования каскадного теплового насоса в этом случае может быть принят $j=3$. КПД станции с комбинированной выработкой тепла и электроэнергии составит $h_c=0,612$, а КПД тепловой электростанции при реализации предлагаемого способа $\eta_c^{TH}=0,635$, при этом выработка электроэнергии увеличивается на 2,3%. Условие повышения КПД станции: $\phi > 1/\eta_c$

Литература:

1. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. — М. — Л.: Госэнергоиздат, 1963.
2. Добровольский, А. П. Таблицы и диаграммы рабочих тел, применяемых в судовых холодильных установках. — Л.: Судостроение, 1966.
3. Теплотехнический справочник. Под ред. В. Н. Юренева и П. Д. Лебедева. Т. 1. — М.: Энергия, 1975.
4. Справочник энергетика промышленных предприятий. Т. 3. Теплоэнергетика. Под ред. В. Н. Юренева. М.: Энергия, 1965.
5. Стенин Валерий Александрович, Патент способа теплосбережения RU (11) 2266479 (13) C1

Использование низкопотенциальной тепловой энергии в промышленности

Ибрагимов Умиджон Хикматуллаевич, соискатель;
Камилова Нодира Абдурахмановна, магистрант
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Книзкопотенциальным источникам ВЭР относят различные виды тепловых ВЭР от теплотехнологических аппаратов с температурой менее 300°C (охлаждающая вода от различных печей, влажный воздух от сушильных установок, водяной пар вторичного вскипания, теплота конденсата греющего пара, теплота «мятого» пара от силовых установок и т. д.).

Низкопотенциальные тепловые ВЭР могут быть использованы в самых разнообразных технологических процессах, а также для теплоснабжения, системах вентиляции, горячего водоснабжения.

Утилизация теплоты низкопотенциальных ВЭР возможна двумя путями: первый предусматривает трансформацию тепла от более высокого уровня теплоносителя ВЭР к более низкому температурному уровню потребителя; второй — трансформация тепла от источника ВЭР с более низкой температурой к более высокому уровню температуры у потребителя [1].

Первый путь реализуется при помощи теплообменников рекуперативного, регенеративного или смешительного типа, второй основывается на использовании тепловых насосов.

Ниже приведены примеры экономии тепловой энергии за счет использования низкопотенциальной тепловой энергии.

Предусмотрено использование тепловой энергии охлаждающей воды с температурой 28...35°C от технологического оборудования для подогрева в специальном агрегате наружного воздуха, поступающего в приточные камеры отопительно-вентиляционных систем.

Отопительно-вентиляционный агрегат (рис. 1) состоит из калорифера 1, насадочной контактной камеры, разделенной на ступени промежуточного 2 и предварительного 3 нагрева, водораспределителя 5, установленного между ступенями 2 и 3. Агрегат имеет систему защиты от обмерзания, состоящую из обогреваемой опорной решетки 6, насадки ступени 3, греющей рубашки 7 нижней части

ступени 3, каплеуловителя 8, поддона 9, вентилятора с электродвигателем 10, промежуточного поверхностного теплообменника 11, циркуляционного насоса 12 с регулировочным клапаном 13 для подачи воды в градирню.

Отопительно-вентиляционный агрегат работает следующим образом.

Наружный воздух с отрицательной температурой подается вентилятором 10 под насадку ступени 3 предварительного нагрева. В насадке воздух контактирует с водой, подаваемой через дополнительный водораспределитель 5, и водой, стекающей с насадки 2 промежуточного нагрева. Нагревание и увлажнение происходят в насадке ступени 2 промежуточного нагрева при контактировании с водой, подаваемой через водораспределитель 4. После прохождения через каплеуловитель 8 воздух подогревается до требуемой температуры в калорифере 1 и подается в систему приточной вентиляции.

Нагретая охлаждающая вода, поступающая из производственных цехов от охлаждения оборудования, разделяется на два потока: первый поступает в водораспределитель 5, и отдавая тепло холодному воздуху в насадке 3, стекает в поддон 9, а второй — направляется в теплообменник 11, где подогревается обратной водой и направляется в водораспределитель 4.

Вода из поддона насосом 12 направляется по обратному трубопроводу в градирню.

Высокотемпературный теплоноситель из подающей магистрали системы теплоснабжения последовательно проходит калорифер 1 и промежуточный поверхностный теплообменник 11 циркуляционного контура агрегата и при 20...30°C поступает в обратную магистраль системы теплоснабжения.

Годовая экономия от его использования составляет 14 тыс. ГДж тепловой и 66 тыс. кВтч электрической энергии. Срок окупаемости затрат — 2 года. Применяется на предприятиях машиностроения и других отраслей промышленности.

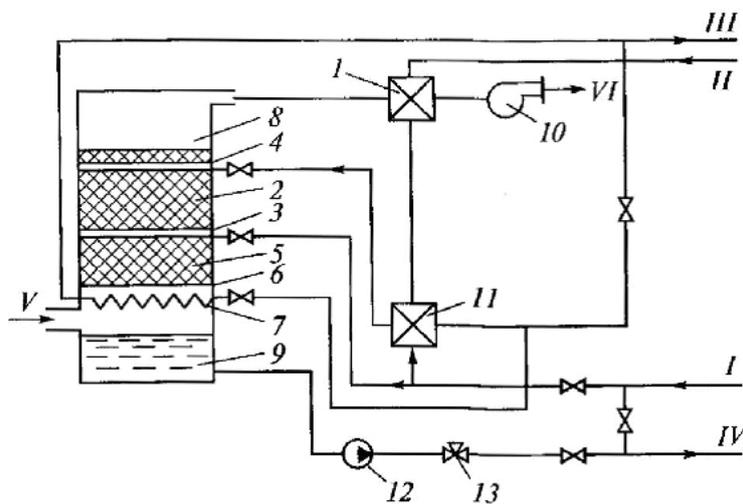


Рис. 1. Принципиальная схема отопительно-вентиляционного агрегата: 1 — калорифер; 2 — ступень промежуточного нагрева; 3 — ступень предварительного нагрева; 4 — водораспределитель; 5 — дополнительный водораспределитель; 6 — опорная решетка; 7 — греющая рубашка; 8 — каплеуловитель; 9 — поддон; 10 — вентилятор с электродвигателем; 11 — теплообменник; 12 — насос; 13 — клапан; I — линия оборотной воды от оборудования; II — линии высокотемпературного теплоносителя (горячая вода из теплосети); III — линия обратной воды в теплосеть; IV — линия воды на радиаторы; V — линия холодного воздуха; VI — линия нагретого воздуха

Теплоснабжение одного из цехов предприятий осуществляется от котельной, в которой установлены три паровых котла МЗК-7 производительностью 1 т/ч каждый. Котлы оснащены горелочными устройствами для работы на природном газе низкого давления (резервное топливо — мазут). Конструкция котлов предусматривает их работу под наддувом, осуществляемым индивидуальными дутьевыми вентиляторами. Удаление продуктов сгорания из котлов производится за счет давления наддува через индивидуальные металлические дымовые трубы.

С целью использования тепловой энергии уходящих газов для нужд горячего водоснабжения и нагрева воды

для котельной была спроектирована и смонтирована за одним из котлов теплоутилизационная установка с контактным экономайзером (рис. 1), расположенным над котлом на отметке 3 м. Для подачи газов через экономайзер на выходе их установлен отсасывающий вентилятор Ц13-50 № 3 ($n=1440$ об/мин). Предусмотрена возможность работы котла как с утилизационной установкой, так и без нее (с помощью переключающих заслонок). При отключенном экономайзере заслонка 3 закрыта, а заслонка 2 открыта. При подключении экономайзера заслонка 2 закрывается, открывается заслонка 3, включается отсасывающий вентилятор 5, и газы из котла 1 направляются в экономайзер 4.

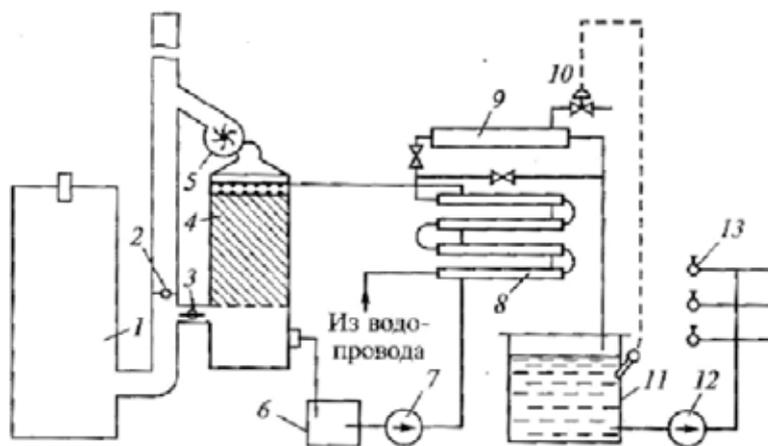


Рис. 1. Теплоутилизационная установка с контактным экономайзером: 1 — котел; 2, 3 — заслонки; 4 — экономайзер; 5 — вентилятор; 6 — бак; 7 — насос; 8 — теплообменник; 9 — пароводяной бойлер; 10 — регулирующий клапан; 11 — бак горячей воды; 12 — насос; 13 — дутьевые

Установка работает следующим образом. Уходящие газы из котла 1 поступают в нижнюю зону экономайзера 4, проходят через слой насадки и выбрасываются в дымовую трубу. Подлежащая нагреву вода из оросителя струями подается на слой насадки, стекает в поддон, из которого по переточной трубе сливается в промежуточный бак 6, откуда циркуляционным насосом 7 направляется в водо-водяной теплообменник 8, затем охлажденная вода через ороситель поступает в экономайзер. Холодная вода из водопровода направляется в теплообменник 8, нагревается в нем и сливается в бак горячей воды 11. Отсюда нагретая вода насосом 12 направляется в душевые 13.

Испытания показали, что при использовании контактного экономайзера КПД МЗК-7 увеличился с 82 до 93% (по высшей теплоте сгорания топлива). Наряду с этим был выявлен и существенный недостаток установки. При эксплуатации наблюдались крайне низкие скорости движения нагреваемой воды в трубках (0,05...0,09 м/с) и особенно греющей воды в межтрубном пространстве (0,01...0,014 м/с).

В связи с указанным недостатком теплоутилизационная установка была оборудована секционными водо-во-

дяными теплообменниками с требуемыми характеристиками: диаметр трубок секций 57/50 мм, длина — 4 м, площадь поверхности нагрева секций — 0,75 м, число секций — 7.

Согласно новой схеме предусмотрен двухступенчатый нагрев водопроводной воды в водо-водяных теплообменниках 8 и пароводяном бойлере 9. При испытании модернизированной схемы было установлено, что в водо-водяных теплообменниках водопроводная вода в количестве 2,4 м³/ч нагревалась до 44...45°C, КПД установки составил 95% (по высшей теплоте сгорания топлива). Догрев воды до более высокой температуры (50...60°C) должен производиться в пароводяном бойлере. Изменение подачи пара на бойлер производится регулирующим клапаном 10 по импульсному сигналу о температуре воды в баке-аккумуляторе. Для производственных душевых нормативная температура воды составляет 37°C, т.е. достаточен нагрев воды только в водо-водяных теплообменниках. Если же требуется более горячая вода, то после водо-водяных теплообменников ее следует догревать в пароводяном бойлере. Так, в случае нагрева воды до 50°C на пар приходится небольшая часть полезной теплопроизводительности.

Литература:

1. Олышанский, А. И. Основы энергосбережения. — Витебск, 2007. — 223 с.

Исследование рынка макаронных изделий в г. Челябинске

Кекк Владимир Валерьевич, студент;

Прохасько Любовь Савельевна, кандидат технических наук, доцент;

Аптрахимов Денис Рафаилович, аспирант

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Исследованиям рынка продуктов питания и разработке пищевых продуктов уделяется значительное внимание [3–6]. В продуктовом балансе России макаронные изделия занимают устойчивую позицию. С увеличением объема рынка продуктов здорового питания, новых технологий их производства и контроля качества необходимость исследования потребительских предпочтений макаронных изделий возрастает [1, 2].

Зимой 2015 г. среди студентов ЮУрГУ было проведено исследование поведения потребителей макаронных изделий. В ходе работы изучались предпочтения потребителей макаронных изделий к качеству, форме и другим параметрам макарон. Обобщив результаты опроса, были составлены диаграммы по каждому из заданных вопросов.

На вопрос «Макаронны, какой формы вы чаще покупаете?» респонденты ответили в следующем процентном соотношении (рисунок 1). Из диаграммы видно, что 42% предпочитают покупать рожки, 12% лапшу, 29% Ракушки, 12% — вермишель.

На вопрос «Сколько рублей вы, в среднем, тратите на макаронные изделия в месяц?» респонденты ответили в следующем процентном соотношении (рисунок 2).

Из диаграммы видно что, только 2% населения не тратятся на покупку макаронных изделий, Примерно половина населения — 49% расходует на приобретение макаронных изделий менее 100 руб. в месяц. Вторая половина, также 49% тратят от 100 до 500 руб. в месяц, и никто не приобретает макаронные изделия на сумму 500 и более руб. в месяц.

На вопрос «Как часто вы употребляете макароны в пищу?» респонденты ответили в следующем процентном соотношении (рисунок 3).

Из рисунка 3 видно, что основная часть населения — 51% употребляет макаронные изделия один раз в неделю, 2–3 раза в неделю 35%, и нет ни одного жителя, употребляющего макароны ежедневно.

На вопрос «Макаронны каких фирм-производителей вы предпочитаете?» респонденты ответили в следующем процентном соотношении (рисунок 4).

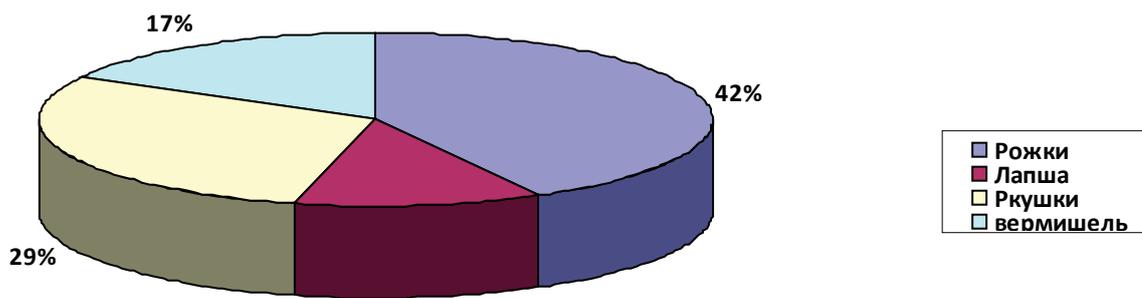


Рис. 1. Потребительские предпочтения по форме макаронных изделий

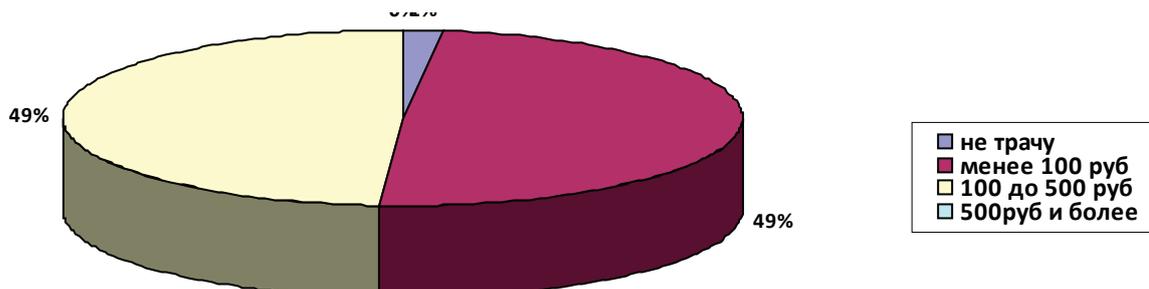


Рис. 2. Ежемесячные потребительские затраты на покупку макаронных изделий

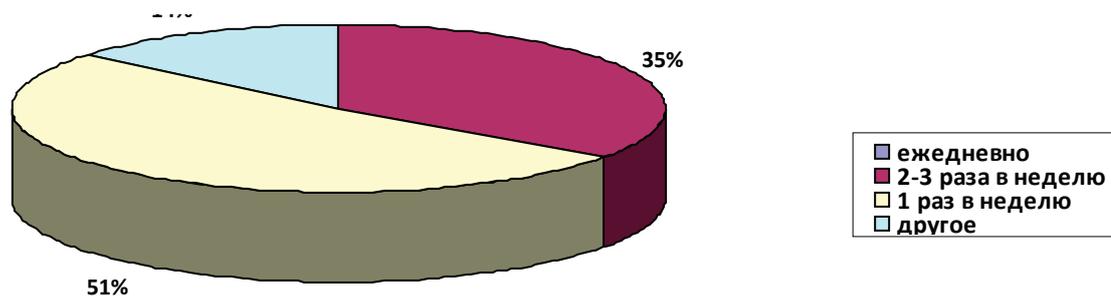


Рис. 3. Частота употребления макаронных изделий потребителями

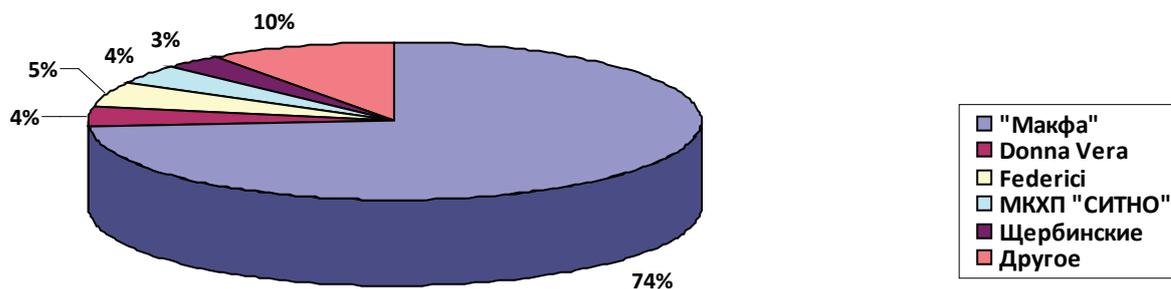


Рис. 4. Потребительские предпочтения по фирмам — производителям макаронных изделий

Из рисунка видно, что 74% предпочитают макаронные изделия фирмы Макфа, 3% Donna Vera, 5% Federici, 3% МКХП СИТНО, 3% Щербинские, и 10% предпочитают другие марки макаронных изделий. Несомненным лидером по производству самых востребованных макаронных изделий является предприятие «Макфа».

На вопрос «Чем вы руководствуетесь при покупке макаронных изделий?» респонденты ответили в следующем процентном соотношении (рисунок 5).

Из рисунка 5 видно, что основная часть населения — 54% — отдаёт предпочтение качеству макаронных изделий. Для 23% населения важным фактором при покупке макарон является цена. Для 12% населения

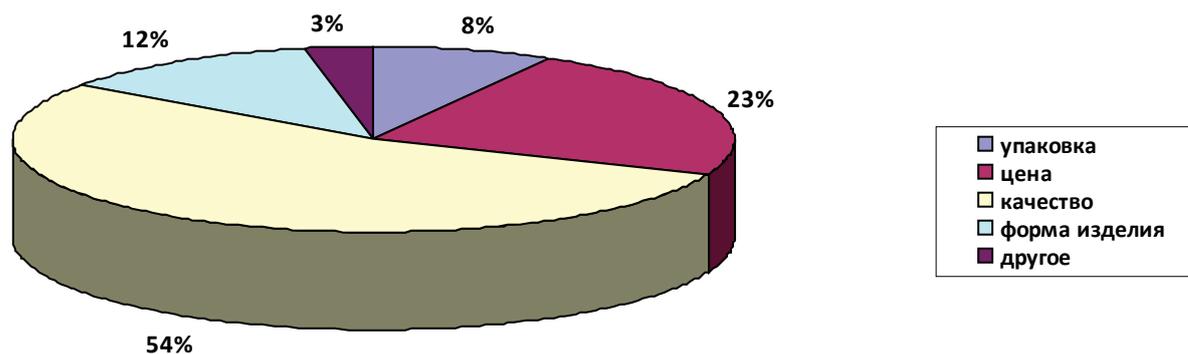


Рис. 5. Признак, располагающий потребителя к покупке макаронных изделий

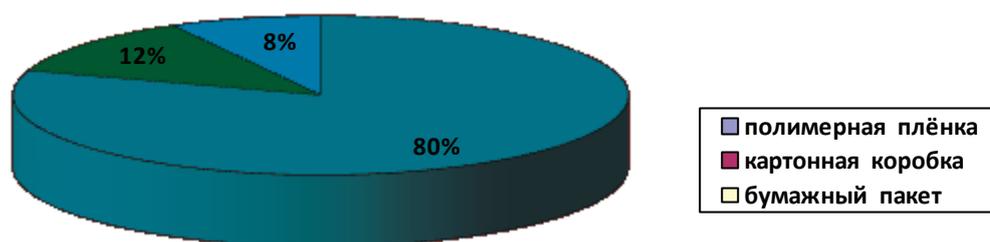


Рис. 6. Потребительские предпочтения по материалу упаковки макаронных изделий

преимущественным значением при выборе макарон является форма изделия, и только 8% обращают внимание на упаковку.

На вопрос «Какую упаковку макаронных изделий вы предпочитаете?» респонденты ответили в следующем процентном соотношении (рисунок 6).

Из рисунка 6 видно, что 80% предпочитают макаронные изделия, упакованные в полимерную плёнку, 12% в картонную коробку и 8% предпочитают в качестве упа-

ковки бумажный пакет. Можно сделать вывод о том, что упаковка имеет большое значение для потребителя и полимерная плёнка является самой удобной для большинства населения.

Таким образом, анализ потребительских предпочтений макаронных изделий в г. Челябинске показал, что основными признаками, влияющими на выбор покупателей, являются: форма макаронных изделий, частота употребления, цена, качество, материал упаковки.

Литература:

1. Аптрахимов, Д. Р., Ребезов М. Б. Обзор рынка макаронных изделий. Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы. 2014. № 2 (3). с. 116–118.
2. Рузанкин, Е. С., Прохасько Л. С., Аптрахимов Д. Р. Исследование полноты маркировки лапши быстрого приготовления. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 222–224.
3. Альхамова, Г. К., Мазаев А. Н., Ребезов Я. М., Шель И. А., Зинина О. В. Продукты функционального назначения. Молодой ученый. 2014. № 12 (71). с. 62–65.
4. Загирова, Л. Р., Ребезов М. Б., Альхамова Г. К., Асенова Б. К., Окусханова Э. К. О развитии производства халы в мире. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 143–146.
5. Прохасько, Л. С., Володина А. И., Кукина С. В., Асенова Б. К., Окусханова Э. К. Продукты питания функционального назначения. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 205–207.
6. Асенова, Б. К., Амирханов К. Ж., Ребезов М. Б. Технология производства функциональных продуктов питания для экологически неблагоприятных регионов. Торгово-экономические проблемы регионального бизнес-пространства. 2013. № 1. с. 313–316.

Оценка уровня качества и конкурентоспособности колбасных изделий

Киндрешов Евгений Александрович, студент;
 Губер Наталья Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
 Боган Владимир Иванович, старший преподаватель
 Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Бакирова Ляйла Сапарбаевна, старший преподаватель;
 Нургазезова Алмагуль Нургазезовна, кандидат технических наук, доцент
 Государственный университет имени Шакарима (г. Семей, Казахстан)

На фоне развития мясного рынка, проектирования функциональных и биопродуктов и их технологий остро возрастает необходимость в оценке их качества, конкурентоспособности и потребительских предпочтений и колбасные изделия в этом ряду занимают одну из главных рыночных позиций [1–15].

Для оценки уровня качества и конкурентоспособности были отобраны пять образцов популярных колбасных изделий, изготовленных региональными производителями: это торговые марки «Ромкор» (молочная), «Таврия» (телячья), «Ромкор» (докторская), «Таврия» (докторская), «Калинка» (докторская). Исследования проводили органолептическим, измерительным и экспертным методами. Оценка уровня качества и конкурентоспособности проводили дифференциальным и комплексным методом.

Для определения уровня качества необходимо обозначить номенклатуру показателей качества и разработать балльную шкалу оценки. Для оценки уровня качества была выбрана следующая номенклатура показателей: массовая доля влаги, содержание хлористого натрия, наличие в составе крахмала, внешний вид, цвет и вид на разрезе, консистенция, запах и вкус, маркировка. По мнению экспертной группы именно эти показатели наиболее полно отражают качественные характеристики колбасных изделий.

Для оценки органолептических показателей использовали балльную шкалу оценки со следующими характеристиками: «Отлично» — 5 баллов; «Хорошо» — 4 балла; «Удовлетворительно» — 3 балла; «Плохо» — 0 баллов. Физико-химические показатели колбасных изделий оценивались в фактическом выражении. Коэффициенты весомостей показателей определили экспертным путем.

В качестве базового образца приняли образец колбасы «Ромкор Молочная», так как он полностью соответствует требованиям стандарта, вся заявленная информация для потребителя соответствуют содержанию.

Интересными на наш взгляд оказались результаты оценки наличия в составе колбасных изделий крахмалопродуктов и маркировки. Так, некоторые образцы колбасных изделий получили 3 балла в виду того, что информация о крахмалопродуктах не была нанесена на этикетку.

Для определения конкурентоспособности используем

формулу: $K_c = \frac{I_m}{C_m}$, где I_m — комплексный показатель

качества для m -го образца; C_m — цена m -го образца в рублях.

Первый образец — «Ромкор Молочная», средняя цена данной колбасы в розничных сетях 399 руб. за 1 кг.

$$K_{c1} = \frac{1}{399} = 0,0025$$

Второй образец — «Таврия Телячья», средняя цена за 1 кг. составляет 384 руб.

$$K_{c2} = \frac{0,84}{384} = 0,0022$$

Третий образец — «Ромкор Докторская», средняя цена этой колбасы за 1 кг. 410 руб.

$$K_{c3} = \frac{0,97}{410} = 0,0024$$

Следующий образец — «Таврия Докторская», ее средняя цена в розничных сетях составляет 312 руб. за 1 кг.

$$K_{c4} = \frac{0,73}{312} = 0,0023$$

Пятый образец — «Калинка Докторская», средняя цена за 1 кг. составляет 319 руб.

$$K_{c5} = \frac{0,94}{319} = 0,0029$$

Сводные результаты оценки уровня качества и конкурентоспособности колбасных изделий приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, все образцы уступают базовому в качестве, но образцы торговых марок «Ромкор Докторская» и «Калинка Докторская» максимально приближены к базовому.

Таким образом, можно сделать вывод, что цена образцов соответствует уровню качества. Неожиданно себя проявил образец «Калинка Докторская», который практически не уступает базовому образцу в качестве, но цена его значительно ниже.

Таблица 1. Результаты оценки уровня качества и конкурентоспособности колбасных изделий

Показатели	Коэфф. весомости	Торговые марки предприятий, наименование колбасных изделий				
		Ромкор, молочная	Таврия, телячья	Ромкор, докторская	Таврия, докторская	Калинка, докторская
Массовая доля влаги, %	0,1	66	63	65	67	64
Содержание хлористого натрия, %	0,2	2,3	2,04	2,2	2,3	2,2
Наличие в составе крахмала (наличие — 0 баллов, отсутствие — 0,05)	0,05	отсутствие	наличие	отсутствие	наличие	наличие
Внешний вид, цвет и вид на разрезе, баллы	0,2	5	4	5	3	5
Консистенция, баллы	0,2	5	4	5	4	5
Запах и вкус, баллы	0,2	5	4	4	3	5
Маркировка, баллы	0,05	5	3	5	3	3
Комплексный показатель качества, %		100 (1)	84 (0,84)	97 (0,97)	73 (0,73)	94 (0,94)
Уровень качества		1	< 1	< 1	< 1	< 1
Средняя цена за кг, руб.		399	384	410	312	319
Отношение качество/ цена (конкурентоспособность)		0,0025	0,0022	0,0024	0,0023	0,0029

Литература:

- Белик, Е. М., Ребезов М. Б., Чупракова А. М., Максимюк Н. Н. О безопасности пищевых продуктов. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 94–97.
- Гаязова, А. О., Губер Н. Б., Попова М. А., Лукиных С. В., Гаврилова Е. В. Перспективы разработки функциональных продуктов питания. Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. № 3. с. 41–45.
- Губер, Н. Б. Современные направления исследований мяса и мясопродуктов. В сборнике: Наука ЮУрГУ. Материалы 66-й научной конференции. Южно-Уральский государственный университет. 2014. с. 285–288.
- Губер, Н. Б., Ребезов М. Б., Асенова Б. К. Перспективные способы разработки мясных биопродуктов. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2. № 1. с. 72–79.
- Губер, Н. Б., Ребезов М. Б., Топурия Г. М. Минимизация рисков при внедрении технологических инноваций в мясной промышленности (на примере Южного Урала). Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2014. Т. 8. № 2. с. 180–188.
- Догарева Н. Г., Стадникова С. В., Ребезов М. Б. Создание новых видов продуктов из сырья животного происхождения и безотходных технологий их производства. Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Оренбург, 2012. с. 945–953.
- Драпеко, Е. Е., Прохасько Л. С., Ребезов Я. М., Зубарева Е. К., Салимова Д. Ф. Применение пищевых ароматизаторов в новых видах мясопродуктов. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 122–125.
- Дуць, А. О., Полтавская Ю. А., Губер Н. Б., Хайруллин М. Ф., Асенова Б. К. Качество как основа конкурентоспособности мясопродуктов. Молодой ученый. 2013. № 10. с. 131–134.
- Загирова, Л. Р., Ребезов М. Б., Альхамова Г. К., Асенова Б. К., Окусханова Э. К. О развитии производства халляль в мире. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 143–146.
- Зинина, О. В., Ребезов М. Б., Соловьева А. А. Биотехнологическая обработка мясного сырья. Великий Новгород, 2013.
- Кукина, С. В., Ребезов М. Б., Асенова Б. К., Окусханова Э. К. Некоторые аспекты повышения экономической эффективности использования сырья в мясной промышленности. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 171–174.
- Окусханова, Э. К., Асенова Б. К., Игенбаев А. К., Ребезов М. Б. Тенденции производства функциональных мясных продуктов. Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры материалы всероссийской научно-методической конференции. Оренбург, 2014. с. 1273–1278.
- Прохасько, Л. С., Володина А. И., Кукина С. В., Асенова Б. К., Окусханова Э. К. Продукты питания функционального назначения. Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 205–207.

14. Ребезов, Я. М., Дуць А. О., Губер Н. Б., Зинина О. В. Основные требования к маркировке мясной продукции. Молодой ученый. 2014. № 12 (71). с. 100–104.
15. Хайруллин, М. Ф., Ребезов М. Б., Наумова Н. Л. и др. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов. Мясная индустрия. 2011. № 12. с. 15–17.

Исследование адсорбционного устройства для осушки попутного нефтяного газа на месторождении Кенлык

Койшыбаев Адилет Дауренович, докторант PhD;

Баймаханов Галымбек Акбергенович, кандидат химических наук, старший преподаватель

Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева (г. Алма-Ата)

Добытый попутный нефтяной газ (ПНГ) Кенлыкского месторождения Кызылординской области после предварительной подготовки в сепарационных установках, которая включает в себя процесс отделения газа от нефти, поступает на Установку подготовки газа (УПГ) [4].

Наиболее эффективными процессами осушки газа сложного химического состава являются адсорбционные процессы. Процесс адсорбции известен и широко применяется в нефтегазовой промышленности. Можно рассчитать скорость адсорбции, время насыщения, однако в случае, когда газ, такой как ПНГ, имеет сложный химический состав, который меняется во времени и в зависимости от температуры окружающей среды, достоверными могут быть лишь данные, полученные непосредственно в ходе эксперимента в натуральных условиях. Молекулярные

ситы представляют собой кристаллические алюмосиликаты, известные как цеолиты. Их уникальная структура позволяет легко удалять кристаллизационную воду, сохраняя при этом пористую кристаллическую структуру вещества. Эти поры или «ячейки» обладают высокой способностью повторно адсорбировать воду или другие полярные молекулы. Другим свойством молекулярных сит является их способность разделять газы или жидкости в зависимости от размера и полярности молекул. Степень раскрытости пор или «ячеек» соответствует размеру различных молекул. Так например, в случае парафинов, обычные молекулы с прямой цепью могут проникать в поры и адсорбироваться, в то время как молекулы с разветвленной цепью не могут войти в поры, и, следовательно, проходят через слой молекулярных сит без адсорбции [2].

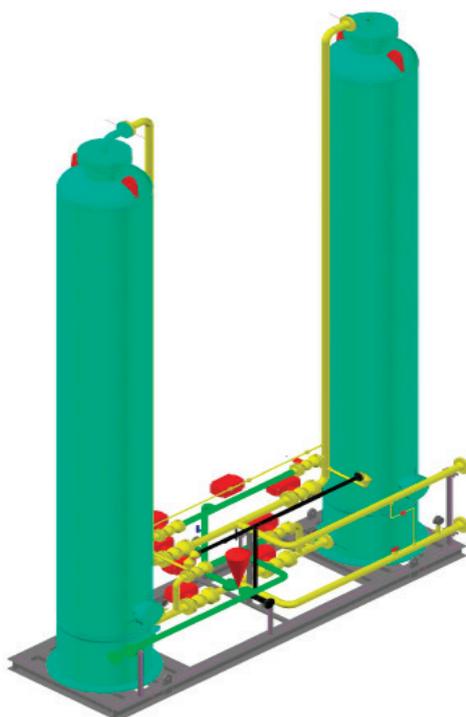


Рис. 1. Молекулярно-ситовой осушитель газа

Несмотря на многолетнюю эксплуатацию адсорбционных установок, следует отметить её «минусы» — неэффективная глубина осушки газа, «чувствительность» к примесям, небольшой срок службы адсорбента, что вызывает необходимость его частой замены. Постепенное необратимое снижение адсорбционной ёмкости цеолита с каждым циклом «адсорбция-регенерация» вызвано образованием в нем нерегенерируемых отложений, образующихся за счет деструкции различных примесей осушаемого газа. Неравномерное распределение потока газа приводит к неодинаковой выработке адсорбента и избыточной нагрузке определенных зон в адсорбере.

Были рассмотрены объекты исследования: Молекулярно-ситовой осушитель газа установки утилизации попутного нефтяного газа на месторождении Кенлык. Для оценки состояния адсорбента и определения факторов, влияющих на равномерную работу цеолита по высоте и поперечному сечению адсорбера, пробы отработанного цеолита отбирали во время планового ремонта с разных слоёв и глубины. Физико-химические и механические характеристики цеолита исследованы стандартными методами, пробы газов технологического процесса анализировали на хроматографе.

Изучение эффективности адсорбционного процесса проводили на пилотной установке, моделирующей условия процесса осушки газа в промышленности, позволяющая оценивать влияние примесей на свойства адсорбентов и равномерность распределения газового потока. Распределительные устройства для пилотной установки изготовили в соответствии с критериями подобия промышленного устройства и согласно расчётам по делению потока для достижения его равномерности.

Для оценки равномерности распределения потока газа применяли показатель интенсивности окраски гранул, зависящий от количества окрашивающего реагента, адсорбирующегося на гранулах цеолита в соответствии с интенсивностью прохождения газовой смеси. По траектории движения окраски адсорбента судили о распределении газового потока. Критерием оценки равномерности распределения газового потока служило количество сильноокрашенных, средне-окрашенных и неокрашенных гранул адсорбента.

Было проведено изучение состояния адсорбента по высоте и поперечному сечению адсорбера.

Большое содержание крошки и пыли в среднем слое объясняется следующим: так как в верхнем слое создается наибольшая гидродинамическая нагрузка и он в большей степени подвержен разрушению, то количество крошки и пыли в цикле адсорбции уносится потоком газа в низшие слои. А затем газ регенерации поднимает её вверх, а именно в средний слой цеолита.

Анализируя характеристики выработки цеолита можно отметить наличие взаимосвязи между показателями, то есть прирост насыпной плотности может быть вызван увеличением массовой доли крошки и пыли, а снижение адсорбционной способности — уменьшением объёма

пор, измельчение гранул к росту показателей ППП (потери при прокаливании). Анализы адсорбционной способности и ППП показали, что пробы, отобранные по осевой части адсорбера в среднем и нижнем слое имеют настолько низкие значения, что практически на момент отбора не способны адсорбировать влагу.

Результаты характеристик отработанного цеолита выявили неравномерность распределения газового потока и свидетельствуют о наибольшей загруженности в процессе работы центральной части слоя. Поток газа в среднем и нижнем сечении проходит ассиметрично по отношению к оси адсорбера и близко к его стенкам. На основании показателей характеристик цеолита нами был рассчитан остаточный ресурс выработки адсорбента. В результате, примерно третья часть цеолита имеет высокий остаточный ресурс выработки (менее 50%) по адсорбционной ёмкости, около 30% цеолита с остаточным ресурсом 50–60%. Около 40% загрузки цеолита характеризуется достаточно низким ресурсом — выработка до 80%.

Таким образом, исследования показали, что используемое на промышленной установке распределительное устройство способствует образованию вихревого движения потока, что приводит к неравномерному распределению газового потока и неэффективному использованию цеолита [1].

В лабораторных условиях сравнительные эксперименты проводили с распределительным устройством, используемым на промышленной установке и с усовершенствованным кольцевым распределительным устройством.

Кольцевое устройство имеет два соосных металлических кольца разных диаметров и поперечную по отношению к потоку газа круглую перегородку, расположенных в адсорбере последовательно по ходу движения газа, а диаметры колец и перегородки рассчитаны так, что обеспечивают разделение потока газа на три равные части.

При использовании усовершенствованного кольцевого распределительного устройства движение фронта газа выравнивается на всем протяжении цикла.

Таким образом, применение усовершенствованного распределительного кольцевого устройства позволяет практически исключить «мёртвые» зоны в слое цеолита и, тем самым увеличить срок службы цеолита, продлить межремонтный пробег оборудования и межрегенерационный период адсорбента на блоке осушки.

Усовершенствование технологии адсорбционной осушки газа позволяет получить экономический эффект за счет экономии, получаемой от снижения затрат на приобретение цеолита за счет увеличения ресурса его работы, а также за счет увеличения продолжительности межремонтного периода. Это достигается модернизацией адсорбера (внедрение распределительного устройства), что позволяет более полно использовать адсорбент и даёт возможность повысить непрерывный ресурс работы цеолита с 4 до лет.

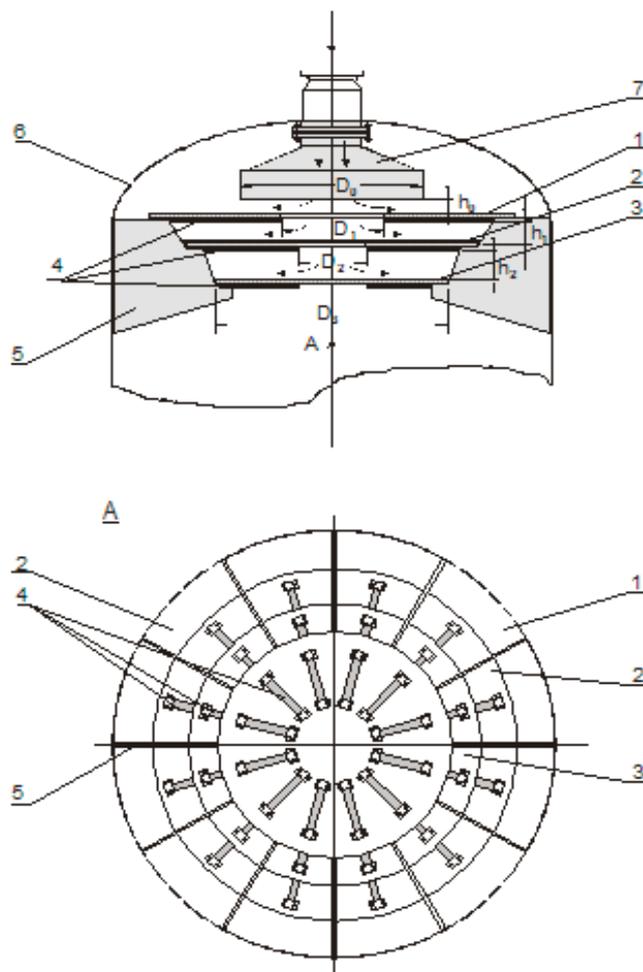


Рис. 2. Кольцевое распределительное устройство: 1 — верхнее кольцо, 2 — внутреннее кольцо, 3 — круглая перегородка, 4 — постоянные магниты с креплениями, установленными на нижней стороне колец и круглой перегородки, 5 — радиальная крепёжная опора, 6 — адсорбер, 7 — входной патрубков для газа

Литература:

1. Искалиева, С. К., Пивоварова Н. А. Усовершенствование технологии процесса адсорбционной осушки обесесеренного газа. — Технологии нефти и газа, 2010, № 3. Стр. 13–18.
2. С. А. Ахметов. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа — СПб, Недра 2006, Стр. 531;
3. С. Ф. Гудков. Переработка углеводородных попутных и природных газов. — М.: Гостоптехиздат, 2000, Стр. 236;
4. Технологический регламент УПГ месторождений «Кенлык», ТОО «KazFrac».

Повышение безопасной эксплуатации винтовых соединений

Кузьмишкин Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Гарькин Игорь Николаевич, кандидат исторических наук, доцент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Научный руководитель: Нежданов Кирилл Константинович, доктор технических наук, профессор

Крупнейшая авария, произошедшая 17 августа 2009 на Саяно-Шушенской ГЭС, привела к гибели 75 человек и полному выходу из строя мощнейшей в России ГЭС и огромным убыткам.

Главнейшая причина аварии — отсутствие мониторинга и систематического наблюдения за состоянием машиностроительных и строительных конструкций гидроэлектростанции первой категории по ответствен-

ности (коэффициент надёжности по ответственности $\gamma_n = 1,2$) [1..3].

Правительством была создана комиссия, а в начале октября 2009 г в интернете были опубликованные выводы комиссии о причинах крупнейшей аварии.

Комиссия установила, что крупнейшая авария развивалась от турбины № 2, вибрация которой была **недопустимой**. Высота плотины — 240 м, и в турбине создаётся давление 24 атмосферы.

Крышка турбины № 2 имеет фланец, который по проекту прикреплен восьмьюдесятью анкерными шпильками М 80 [4] из углеродистой стали Ст 35 [5] с термообработкой к анкерному стальному кольцу, неподвижно замонтированному в теле плотины.

Комиссия установила факт отсутствия крепёжных гаек на шести шпильках! То есть в работе участвовали 74 шпильки, а не 80. Из 74 шпилек гайки на многих **не были затянуты** должным образом, так как из выводов комиссии и по опубликованным снимкам следует, что первоначально из щели под крышкой выбивала (фонтанировала) вода. Крышка же **вибрировала**, колебалась до полного её отрыва!

Плохая затяжка шпилек стимулировала циклические колебания напряжений в шпильках [6]. В акте обследования опубликовано, что в найденных обломках разрушенных шпилек наблюдается большая глубина развития усталостных трещин. Следовательно, шпильки разрушились от усталости стали.

В отдельных шпильках площадь характерного усталостного развития трещины (поверхность гладкая) достигала 95% от всей площади сечения шпильки.

Произведённый анализ катастрофы позволяет сделать следующие выводы:

1. Надёжность крепления крышек турбин шпильками должна быть гарантирована.
2. Ресурс шпилек должен быть повышен, а выносливость узла крепления крышек турбин — гарантирована.
3. Для исключения одновременного выхода из строя всех турбин, турбинный зал должен быть разделён на отдельные отсеки по числу турбин.
4. Аварийная система должна быть снабжена автономной системой электрического питания, например от аккумуляторов.
5. Высоковольтные трансформаторы должны быть установлены на высотных отметках исключаящих затопление их водой.

На рисунке [6] произведено сравнение выносливости шпилек с нарезанной и накатанной резьбой. Шпильки с накатанной резьбой примерно в **два раза выносливее** шпилек, у которых резьба образована с использованием резца!

Хейвуд Р. Б. отмечает, что [6] «для нарезанной резьбы во всех случаях установлено некоторое уменьшение усталостной прочности болта с увеличением его диаметра». В нашем случае диаметр велик ($\varnothing 80$ мм). Масштабный

фактор всегда **влияет отрицательно**. Увеличение жёсткости болта или шпильки всегда **влияет отрицательно** на выносливость соединения. Особенно опасен переход от нарезки к стержню шпильки.

«Резьба с углом профиля 90° в 10 и более раз» повышает выносливость по сравнению со стандартной резьбой! [6] Хейвуд Р. Б. рекомендует применять «резьбу с углом профиля 90° в случаях, когда необходима особо высокая усталостная прочность как для нарезанной, так и накатанной резьбы». Следует отметить, что накатывать резьбу с углом профиля 90° проще, чем стандартную. Ни один из этих приёмов в рассматриваемом случае применён не был.

Очевидно, что при реконструкции или плановом ремонте аналогичных сооружений необходимо повысить ресурс, выносливость винтовых соединений, а так же технологичности формирования винтовых шпилек прокатом их в горячем ($600..900^\circ\text{C}$) пластическом состоянии поперечно-винтовой (косой) накаткой на прокатном стане.

Способ реализован в следующей технологической последовательности:

Цилиндрическую заготовку непрерывно обрабатывают, обжимают податливую заготовку в клети сдавливанием несколькими валками, деформируют и превращают её в периодический винтовой, зубчатый профиль.

Причём его внешние гребни накатывают (обкатывают) в горячем, пластическом состоянии поперечно-винтовой (косой) накаткой на прокатном стане, пластически выдавливают непрерывные гребни (рифты) с профилем синусоиды трубной цилиндрической накатки (резьбы) по правой или левой винтовой спирали однозаходной или многозаходной.

Непрерывные гребни (рифты) прокатывают с плавными, закруглёнными по синусоиде впадинами и выступами [7], получают винтовую спиральную арматуру.

Непрерывно закалывают её охлаждением по известной технологии с прокатного нагрева [8], а после закалывания, повторно обкатывают и упрочняют впадины и выступы синусоидального профиля гребней в холодном состоянии валками на прокатном стане и создают на их поверхности остаточные сжимающие напряжения, повышающие на выносливость винтовой спиральной арматуры. Этим упрочняют закруглённые по синусоиде впадины и выступы синусоидального профиля рифов винтовой спиральной арматуры, получают высоко ресурсную винтовую арматуру, с гарантией высокой выносливости.

Автоматизировано режут её на мерные длины, получают высоко ресурсные винтовые шпильки, снабжают их тарельчатыми, упругими шайбами и гайками и отправляют готовые изделия с высокой выносливостью и эксплуатационным ресурсом потребителю для применения в высоко ресурсных винтовых соединениях.

В настоящее время на данный способ улучшения винтовых соединений подана заявка на изобретение.

Литература:

1. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (дата обращения: 19.05.2014).
2. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Анализ причин обрушения строительных конструкций промышленных зданий с позиций системного подхода // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2014. № 5–6 (84) С.48–51
3. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений: характерные проблемы [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — с. 285–286.
4. Справочник техника конструктора, Изд. 3-е. Самохвалов Я. А., Левицкий М. Я., Григораш В. Д. Киев, «Техніка», 1978. 592 с.
5. Справочник по кранам: В 2т. Т. I. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчёта кранов, их приводов и металлических конструкций // В. И. Брауде, М. М. Гохберг, И. Е. Звягин и др.: Ред. М. М. Гохберг — М.: Машиностроение, 1988—536 с.
6. Хейвуд, Р. Б. (Heuwood R. B.) Проектирование с учётом усталости (designing against fatigue. london. 1962). Перевод с английского докторов техн. наук В. П. Григорьева и В. А. Марьина, кандидатов техн. наук Б. В. Заславского и Э. Д. Скурлатова, инж. И. Н. Землянских. Под редакцией чл. корр. АН СССР И. Ф. Образцова. Издательство «Машиностроение», Москва, 1969. 504 с.
7. Резьбы. Государственные стандарты. Сборник. Резьба трубная цилиндрическая. ГОСТ 6357–52. Введён 01.07.1954.
8. Соколовский, П. И. Малоуглеродистые и низколегированные стали. Издательство «Металлургия», М. 1956, с.216.

Программные средства выбора источника питания ЭВМ

Куйшибаев Тимур Зарлыкович, магистр;

Трусов Василий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;

Горячев Николай Владимирович, доцент.

Пензенский государственный университет

При сборке ПК главенствующей задачей является выбор подходящего блока питания (БП). Недостаточная мощность БП может привести к нестабильной работе системы. Длительная эксплуатация маломощного блока может привести к постоянным перезагрузкам, «синим экранам смерти», проблемам с видеокартой и оперативной памятью. Вы можете заметить, что проблему можно решить, купив БП с избыточной мощностью. Обладатели высокопроизводительных ПК так и делают. Но для обычного компьютера этот выбор не будет оптимальным. Стоить такой блок питания будет значительно дороже, большая часть мощности будет расходоваться впустую, возрастёт нагрузка на бытовую сеть. В этой статье мы рассмотрим 3 программы (калькуляторы) для расчета мощности блока питания. Сразу оговоримся, что измерить непосредственно напряжение, выдаваемое блоком питания, с помощью этих программ невозможно. Для этого следует использовать специальные приборы, например, мультиметр или ваттметр.

Быстродействие компьютеров растёт, процессоры и видеокарты становятся более прожорливыми. Найти точные данные по требованиям мощности зачастую

просто невозможно: производители видеокарт и процессоров перестраховываются, указывая заведомо завышенные значения. Если раньше было достаточно БП на 300 Вт, то сейчас в домашний компьютер ставят 500 Вт, а для мощного ПК рекомендуется уже «киловаттник».

Выделим две категории компьютеров: средне статический и высокопроизводительный. Обычный компьютер, который стоит у вас дома или в офисе, не стал потреблять больше электроэнергии. Благодаря более совершенному техпроцессу новые процессоры и видеокарты стали более производительными, при этом оставив потребление тока на прежнем уровне. Все комплектующие, вроде DVD-привода, винчестера или материнской платы особо на ситуацию не повлияли.

Рассмотрим высокопроизводительный компьютер. Если 8 лет назад на вершине рейтинга были *Pentium* и *Athlon*, с потреблением 90Вт, то современным процессорам нужно уже 150Вт. Видеокарты тех времён — *Radeon X800GT* и *GeForce 6600*, с потреблением 50Вт, отстали не только по производительности и нагреву. Современные видеокарты легко преодолели планку в 250 Вт, мы уже не говорим про потребление разо-

гнанных моделей. А тут уже нужен не просто мощный, но и надежный блок питания с высоким КПД. В Сети кроме программ для расчета мощности есть онлайн-калькуляторы. Отличаются они только более частым обновлением базы данных. Для эксперимента мы выбрали две конфигурации. Первая: *Intel Core i3-2100, GeForce 650 Ti*. Во второй установлены *Intel Core i7-4960X, GeForce 980* (2 шт.). Перейдём непосредственно к обзору программ.

Программа *KSA Power Supply Calculator* предназначена для расчёта мощности компьютерного блока питания и ИБП. Зная названия компонентов компьютера, можно в режиме онлайн рассчитать необходимую мощность блока. Обновление баз — приблизительно 1–3 раза в 2 месяца. Программа имеет русский интерфейс и бесплатна.

Онлайн-калькулятор *eXtreme Power Supply Calculator*. Содержит огромное количество комплектующих, есть учет водяного охлаждения, многопроцессорных конфигураций, *bitcoin mining*-модулей и даже ленточных накопителей. Калькулятор рекомендован производителями блоков питания и компьютерными энтузиастами. Среди минусов можно отметить английский сервис

и необходимость выхода в интернет. Некоторые опции доступны только в платной версии. Кроме обычных опций есть продвинутые. *CPU Utilization (TDP)* — загрузка процессора. Рекомендуется 90%, т.к. вряд ли процессор будет использовать 100% *TDP*. *System Load* — нагрузка на систему, 100% это пиковая нагрузка. Рекомендуется 90%. В платной версии можно измерить силу тока по линиям +12 В, +5 В и +3.3 В, выбрать рекомендуемый ИБП для данной конфигурации.

Программа для расчета мощности БП *Power Watts PC* имеет 2 версии: онлайн-калькулятор и, непосредственно, сама программа. Не требует установки, необходим *NET Framework 3.5*. База данных программы не обновлялась с 14.09.2014. Это означает отсутствие процессоров архитектуры *Ivy Bridge-E* и видеокарты *Nvidia GeForce 980*. Учитывая это, мы подобрали ближайшую по энергопотреблению модель *GeForce 780 Ti*. Процессор заменили на *Intel Core i7-3960X*. Он отличается по производительности, но потребляет столько же энергии. Возможности онлайн-калькулятора в целом ничем не отличаются. К плюсам можно отнести простой и удобный интерфейс.

Таблица 1. Сравнение программ для расчета мощности БП

	Тип конфигурации (1 — обычная, 2 — «топовая»)	Общее энергопотребление, Вт	Особенности
KSA Power Supply Calculator	1	405	Русский интерфейс, расчет мощности ИБП, актуальная БД.
	2	826	
eXtreme Power Supply Calculator	1	353	Огромное кол-во опций, высокая репутация, 1800+ процессоров в базе данных.
	2	751	
Power Watts PC	1	328	2 версии программы, простой интерфейс.
	2	809	

Сравнив эти программы, мы пришли к выводу, что *eXtreme Power Supply Calculator* предпочтительнее при выборе блока питания. Высокая репутация, большое количество опций и комплектующих в базе данных дали возможность получить более точный результат выходной мощности.

Среднестатистическому ПК оказалось достаточно блока питания на 450 Вт. Для рабочих станций, игровых

ПК требования к БП возрастают. При покупке обращайте внимание на фирму. Производители с высокой репутацией, такие как *FSP, Chieftec, Zalman* с большей вероятностью будут соответствовать заявленной нагрузочной способности, чем безымянные БП. Как правило, на сайте таких производителей есть собственная программа расчета мощности.

Литература:

1. Воробьев, Д. В. Характеристики и источники механических воздействий на радиоэлектронные средства / Д. В. Воробьев, Н. С. Реута, Н. В. Горячев // Молодой ученый. — 2014. — № 19. — с. 182–185.
2. Бростилов, С. А. Метрологический анализ измерительной подсистемы информационно-измерительной системы для исследования средств воздушного охлаждения / С. А. Бростилов, Н. В. Горячев, Т. Ю. Бростилова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 2. с. 127–129.
3. Трифоненко, И. М. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств / И. М. Трифоненко, Н. В. Горячев, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. с. 396–399.
4. Меркульев, А. Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий / А. Ю. Меркульев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — с. 143–145.

5. Петрянин, Д.Л. Анализ систем защиты информации в базах данных / Д.Л. Петрянин, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 115–122.
6. Граб, И.Д. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплоотводов / И.Д. Граб, Н.В. Горячев, А.В. Лысенко, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. с. 244–246.
7. Белов, А.Г. Обзор современных датчиков утечки воды / А.Г. Белов, Н.В. Горячев, В.А. Трусов, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. с. 34–36.
8. Подложенов, К.А. Разработка энергосберегающих технологий для теплиц / К.А. Подложёнов, Н.В. Горячев Н.К. Юрков // Современные информационные технологии. 2012. № 15. с. 193–194.
9. Шуваев, П.В. Формирование структуры сложных многослойных печатных плат / П.В. Шуваев, В.А. Трусов, В.Я. Баннов, И.И. Кочегаров, В.Ф. Селиванов, Н.В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 364–373.
10. Grab, I.D., Sivagina U.A., Goryachev N.V., Yurkov N.K. Research methods of cooling systems. Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific — practical conference. Part 2. — М.: HSE, 2014, 443–446 pp.
11. Горячев, Н.В. Уточнение тепловой модели сменного блока исследуемого объекта / Н.В. Горячев, И.Д. Граб, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 169–171.
12. Сивагина, Ю.А. Обзор современных симплексных ретрансляторов радиосигналов / Ю.А. Сивагина, И.Д. Граб, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. с. 74–76.
13. Прошин, А.А. Базовая структура системы выбора радиатора электрорадиоизделия / А.А. Прошин, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — № 20. — с. 206–209.
14. Сивагина, Ю.А. Разработка ретранслятора радиосигналов и его компьютерной модели / Ю.А. Сивагина, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков, И.Д. Граб, В.Я. Баннов // Современные информационные технологии. 2013. № 17. с. 207–213.
15. Горячев, Н.В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные перемычки / Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. с. 122–124.
16. Воробьев, Д.В. Шумы осциллографа при исследовании электронных средств / Д.В. Воробьев, Н.С. Реута, Н.В. Горячев // Молодой ученый. — 2014. — № 19. — с. 185–187.
17. Горячев, Н.В. Концептуальная схема разработки систем охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники / Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Проектирование и технология электронных средств. 2009. № 2. с. 66–70.
18. Граб, И.Д. Совершенствование метода термокомпенсации синтезатора частоты с использованием бесконтактного датчика температуры / И.Д. Граб, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. с. 129–130.
19. Горячев, Н.В. Исследование и разработка средств и методик анализа и автоматизированного выбора систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры / Горячев Н.В., Танатов М.К., Юрков Н.К. // Надежность и качество сложных систем. 2013. № 3. с. 70–75.
20. Стрельцов, Н.А. SDR-трансиверы и их применение / Н.А. Стрельцов, Н.В. Горячев, В.А. Трусов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 281–282.
21. Воробьев, Д.В. Применение унифицированных электронных модулей при создании генератора гармонических колебаний / Д.В. Воробьев, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — № 20. — с. 114–117.
22. Прошин, А.А. Разработка цифрового секундомера / А.А. Прошин, С.А. Бростилов, Н.В. Горячев // Молодой ученый. 2015. № 2. с. 187–190.
23. Реута, Н.С. Технология и области применения программируемых логических интегральных схем / Н.С. Реута, Н.В. Горячев, В.А. Трусов // Молодой ученый. 2015. № 2. с. 190–192.
24. Емашкина, Т.С. Подводные камни импортозамещения в электронике / Т.С. Емашкина, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. — 2015. — № 3. — с. 132–135.
25. Одноканальное управление шаговым двигателем / Д.В. Воробьев и др. // Молодой ученый. — 2015. — № 3. — с. 110–113.

Алгоритм отработки навыков управления автомобилем на автотренажере

Лянденбургский Владимир Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Ильина Ирина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент;

Пылайкин Сергей Александрович, аспирант;

Евстратова Светлана Александровна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Повышение качества подготовки водителей в автошколах возможно путем выработки и тренировки определенных навыков профессионального управления транспортным средством. Такое возможно при использовании в процессе обучения автотренажеров с соответствующей программой.

Современные автотренажеры позволяют выбрать тип местности (город, загородная дорога, автомагистраль, автодром), формировать базовые и первоначальные навыки управления автомобилем во многих ситуациях (сложных, экстремальных, аварийных). Кроме этого они позволяют провести контроль и оценку качества сформированных практических навыков и теоретических знаний, фиксирование ошибок, допущенных курсантом при вождении и возможность их разбора.

Проведя анализ имеющихся автотренажеров и программных обеспечений, основываясь на собственных иссле-

дованиях, установлено, что программа обучения на автотренажере кроме вышеперечисленных, должна содержать еще возможность отработки до автоматизма первоначальных (и не только) навыков управления автомобилем, с целью исключения совершения типичных ошибок. [1, 10, 11]

В связи с этим предлагается дополнить программное обеспечение автотренажера ОТКВ-2 или разработать тренажер и программное обеспечение соответствующей программой обучения. Выбор автотренажера обусловлен его наличием и достаточно недорогой стоимостью.

В соответствии с ранее проведенными исследованиями все ошибки, совершаемые курсантом автошколы, разделены на грубые, средние и мелкие. Кроме этого установлено, что возраст курсанта автошколы также влияет на результат тестирования на автотренажере. [1–9] Выявлены вид, количество наиболее часто совершаемых ошибок и время их совершения (таблица 1).

Таблица 1. Распределение ошибок совершаемых при тестировании на автотренажере

Типичные ошибки	Женщины		Мужчины	
	Количество ошибок	Среднее время, с	Количество ошибок	Среднее время, с
А. Грубые				
1.1 Не уступил дорогу (создал помеху) ТС, имеющим преимущество	7	250	6	159
1.2 Не уступил дорогу (создал помеху) пешеходам, имеющим преимущество	6	223	4	234
1.3 Выехал на дорогу встречного	1	356	6	144
1.4 Проехал на запрещающий сигнал светофора или регулировщика	3	215	1	212
1.5 Не выполнил требования знаков приоритета, запрещающих и предписывающих знаков, дорожной разметки 1.1, 1.3	2	266	1	233
1.6 Пересек стоп-линию (разметка 1.12) при остановке при наличии знака 2.5 или при запрещающем знаке светофора (регулирующего)	3	272	5	132
1.7 Нарушил правила выполнения обгона			6	111
1.8 Нарушил правила выполнения поворота	3	164		
1.9 Нарушил правила выполнения разворота	2	168	1	188
1.10 Нарушил правила движения задним ходом				
1.11 Нарушил правила проезда железнодорожных переездов	4	239	1	193
1.12 Превысил установленную скорость движения			6	222
1.13 Не принял возможных мер к снижению скорости вплоть до остановки ТС при возникновении опасности для движения			2	245
Б. Средние	4	176	3	132
В. Мелкие	5	102	3	76

Для создания данного алгоритма использован полный набор исходных данных (пол, возраст курсанта и совершаемые им типичные ошибки), определена цель создания алгоритма — выявление типичных ошибок и отработка навыков, использована система команд для программирования.

Алгоритм программы выглядит следующим образом (рис. 1). После запуска алгоритма начинается опрос курсанта. На первом этапе происходит отбор по полу опрашиваемого. Психофизиологические особенности восприятия окружающей среды различны для мужчин и женщин. В связи с этим женщины и мужчины совершают неодинаковые ошибки при управлении транспортным средством. [3,4,8]

Возраст обучающегося также влияет на результат прохождения теста. [3,4,8] Общеизвестно, что обучение управлению транспортным средством курсантов в возрасте старше 40—45 лет требует более длительного времени. В связи с этим стоит разделить курсантов по возрастным группам.

Программа по сформированной матрице в зависимости от пола и возраста тестируемого определяет количество прохождения не полного цикла теста, а определенной совершенной типичной ошибки. Что позволяет при определенных заданных условиях отработать действия до автоматизма.

Программа начинает свои действия с проверки наличия навыков управления транспортным средством. В программу вводятся начальные данные. Программа по результатам прохождения теста выводит на экран в текстовом режиме наличие типичных ошибок. Далее система переходит к части отработки типичных ошибок. Курсанту автошколы предлагается выбор — закончить программу сейчас или продолжить работу с автотренажером. При продолжении работы происходит многократный повтор (отработка) определенной части теста — тех типичных ошибок, совершенных курсантом при прохождении теста.

Результаты тестирования автоматически записываются в базу данных программы, затем, на основании этих данных, дается оценка знаниям и навыкам курсанта автошколы.

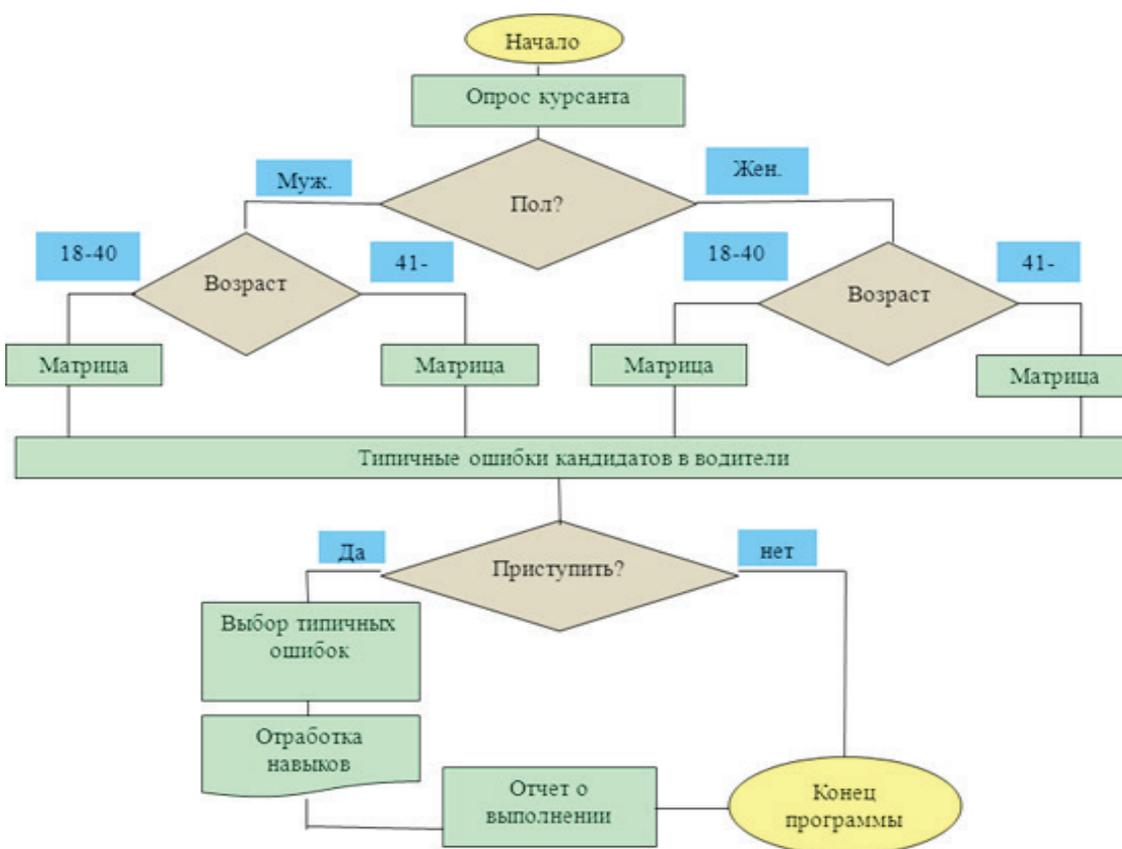


Рис. 1. Алгоритм работы автотренажера

Предлагаемый алгоритм обладает следующими свойствами:

- дискретность (алгоритм разбит на отдельные шаги — команды);
- однозначность (каждая команда определяет единственно возможное действие исполнителя);

- понятность (все команды алгоритма входят в систему команд исполнителя);
- результативность (исполнитель решает задачу за конечное число шагов).
- массовость (решение множества однотипных задач с помощью одного алгоритма).

Литература:

1. Ильина, И. Е., Лянденбургский В. В., Звижинский А. И., Евстратова С. А. Использование автотренажеров в обучении водителей категории «В». — Мир транспорта и технологических машин, № 1. — Орел. — 2013. — с. 105–111
2. Ильина, И. Е., Лянденбургский В. В., Пылайкин С. А., Евстратова С. А. Анализ аварийности и причины нарушения водителями правил дорожного движения по Пензенской области. — Науковедение. — № 1. — 2013. — с. 1–12.
3. Ильина, И. Е., Лянденбургский В. В., Пылайкин С. А., Евстратова С. А. Применение тренажеров для повышения квалификации инструкторов вождения. — Науковедение. — № 1. — 2013. — с. 1–12.
4. Ильина, И. Е., Богаткина М. Г., Евстратова С. А. Исследование психофизиологических особенностей кандидатов в водители на тренажере ТА2. — Мир транспорта и технологических машин, № 1. — Орел. — 2014. — с. 119–125
5. Ильина, И. Е., Евстратова С. А., Сергеева Ю. М. Применение экспертных методов при оценке факторов влияющих на безопасность дорожного движения — сборник статей XI Международной научно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных и социальных системах». — ОГУ. — 2013
6. Ильина, И. Е., Лянденбургский В. В., С. А. Пылайкин, С. А. Евстратова Методика экспериментальных исследований надежности кандидатов в водители. — Науковедение. — № 2. — 2014. — с. 1–12.
7. Лянденбургский, В. В., Шаронов Г. И., Ильина И. Е., Бреева Ю. Д. Тренажер для обучения курсантов вождению автомобиля и контроля корректирующих действий инструктора. — Науковедение. — № 4. — 2014. — с. 1–12.
8. Ильина, И. Е., Куприянова Е. С., Кротова Д. А. Применение тренажера ТА-2 для оценки психофизиологических особенностей кандидатов в водители. — Мир транспорта и технологических машин, № 3. — Орел. — 2014. — с. 128–136.
9. Родионов, Ю. В., Ветохин А. С. Динамический автотренажер. — Мир транспорта и технологических машин, № 4. — Орел. — 2011. — с. 9–93
10. Родионов, Ю. В., Ветохин А. С. Современная концепция обучения и повышения квалификации водителей на автомобильном транспорте. — Автотранспортное предприятие. 2008. № 6. с. 20–26.
11. Родионов, Ю. В., Ветохин А. С. Определение и нормирование риска водителей при обеспечении безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте. — Автотранспортное предприятие. 2010. № 1. с. 49–51.

Алгоритм поиска неисправностей дизелей

Лянденбургский Владимир Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Тарасов Александр Иванович, кандидат технических наук;

Судьев Владимир Владимирович, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Для контроля технического состояния подвижного состава в отрыве от производственной базы автотранспортного предприятия предлагается разработать встроенную систему диагностирования, работа которой основана на фиксации и анализе показателей автомобиля при использовании диагностирования.

Программа прибора включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведениям по работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются с помощью расчётно-анализирующего блока. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. На основе данной информации принимаются решения по проведению операций технического обслуживания транспортного средства.

В первой части программы, определяется наличие и вид неисправностей в топливной системе высокого давления дизеля, вторая часть, рассчитана на остальные системы двигателя, в которой выполняется опрос оператора о признаках неисправностей.

Алгоритм программы выглядит следующим образом (рис.1).

При запуске программа проверяет работоспособность датчика давления топлива (рис.2). Если контакт на экран прибора (рис.3) выводится надпись «Датчик недоступен», а программа прекращает свою работу, до определения причины неисправности датчика давления топлива.

Если установлен контакт с датчиком, тогда вводятся начальные данные с панели прибора встроенного диагностирования. Затем программа при работающем дви-

гателе выводит по показаниям датчика графики на холостых и номинальных оборотах и если есть неисправность выводит на экран прибора в текстовом режиме и в графическом виде. Если неисправность с помощью датчика давления не установлена, в тоже время встроенная система диагностирования сигнализирует о наличии неисправности, то в алгоритме заложен переход к опросной

части. Оператору (водителю) необходимо продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует логический метод поиска неисправностей. Водитель выбирает признаки работы систем двигателя. Последовательное исключение признаков приводит к определению неисправности.

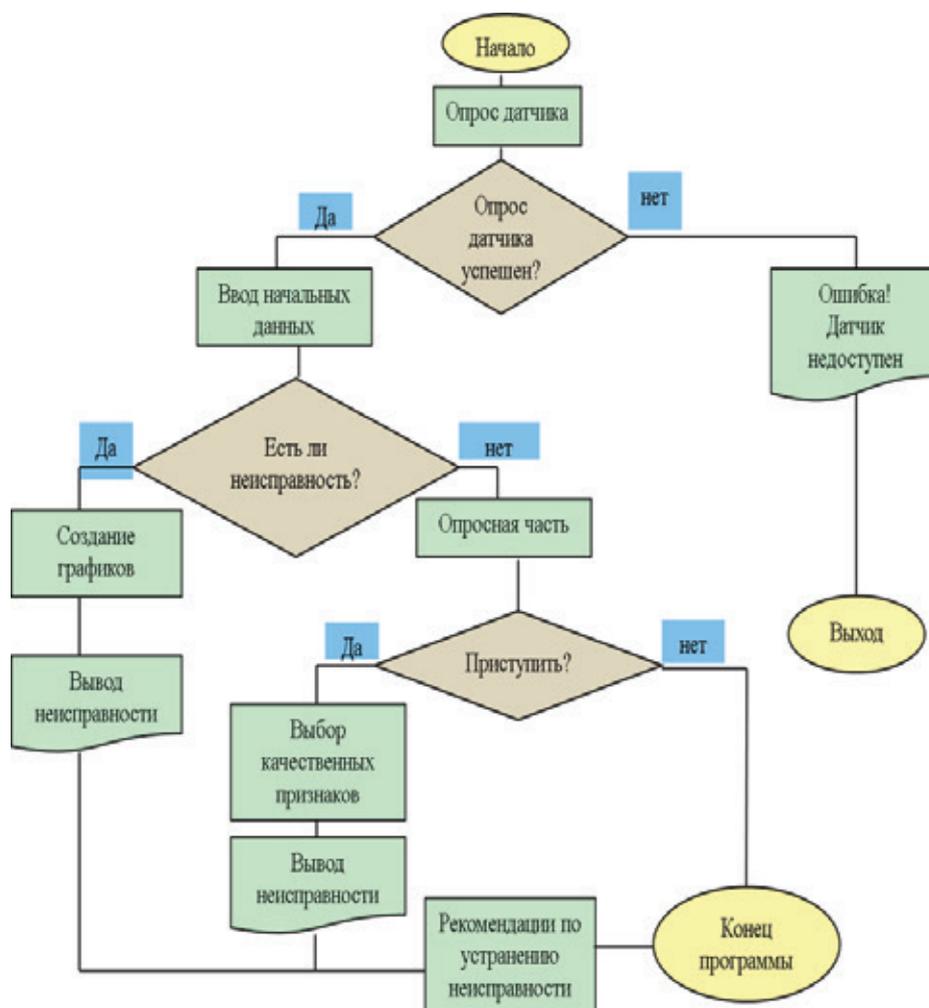


Рис. 1 Алгоритм работы системы диагностирования

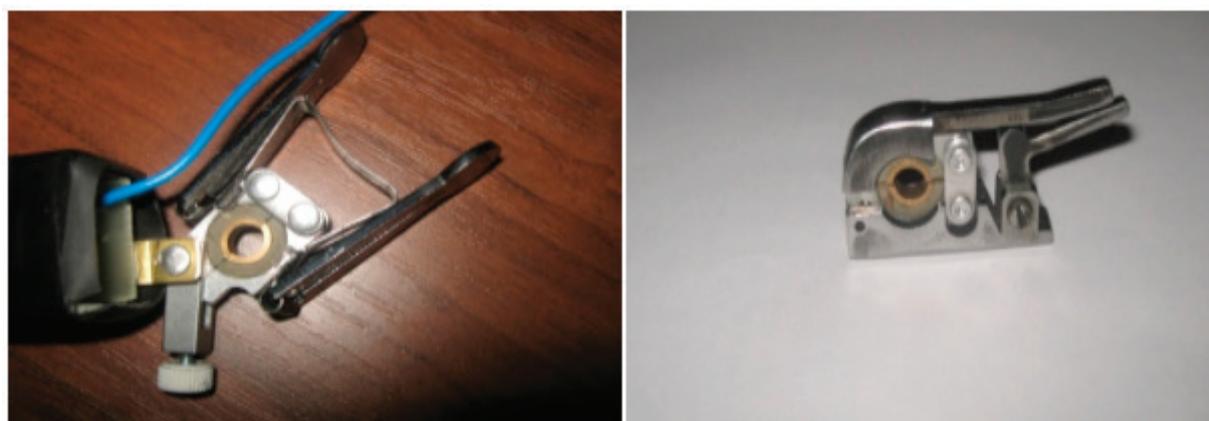


Рис. 2. Датчики давления топлива с пружинным и эксцентриковым зажимом



Рис. 3. Встроенная система диагностирования

Последовательность вопросов определяется с помощью вероятностного появления неисправностей.

Разработанный алгоритм программы встроенного диагностирования на основе вероятностно-логической мо-

дели поиска неисправности, позволит снизить временные затраты на поиск неисправности, при этом минимизировать количество датчиков необходимых для выявления неисправности.

Литература:

1. Борщенко, Я. А. Разработка метода диагностирования автомобильных дизелей по неравномерности вращения коленчатого вала: дис... канд. техн. наук: 05.22.10 / Я. А. Борщенко. — Тюмень, 2003. — 175 с.
2. Кудрин, А. И. К вопросу о диагностировании топливной аппаратуры дизелей. / А. И. Кудрин. — Челябинск: ЧПИ, 1974. — 106 с.
3. Ложкин, В. Н., Николаенко А. В., Занько В. М. Оптимизация регулировочных параметров топливной аппаратуры дизеля КАМАЗ-740 по экологическим показателям применительно к условиям эксплуатации. / Сборник научных трудов ЦНИТА, Л. 1990 с. 197–206.
4. Лянденбургский, В. В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей / Лянденбургский В. В., Тарасов А. И., Федосков А. В., Кривобок С. А. // Мир транспорта и технологических машин. — 2011. — № 4. — с. 3–9.
5. Лянденбургский, В. В. Эффективность применения систем диагностирования и саморегулирования при эксплуатации автомобилей / Лянденбургский В. В., Тарасов А. И., Федосков А. В. // Мир транспорта и технологических машин. — 2011. — № 1. — с. 51–56.
6. Лянденбургский, В. В. Анализ неисправностей топливных систем дизельных автомобилей. / Кривобок С. А., Лянденбургский В. В., Тарасов А. А., Федосков А. В. // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 3. — с. 3–11.
7. Лянденбургский, В. В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей. / В. В. Лянденбургский, А. И. Тарасов, А. В. Федосков, С. А. Кривобок // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 4. — с. 3–9.
8. Лянденбургский, В. В. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем / В. В. Лянденбургский, Ю. В. Родионов, С. А. Кривобок // Автотранспортное предприятие. 2012. № 11. — с. 45–48.
9. Лянденбургский, В. В. Совершенствование процесса диагностирования топливной системы дизельного двигателя / В. В. Лянденбургский, А. С. Иванов, Е. В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 3. — с. 57–61.
10. Лянденбургский, В. В. Виртуальное диагностирование топливной системы дизельного двигателя / В. В. Лянденбургский, А. С. Иванов, Ю. В. Родионов, Е. В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 4 (39). — с. 3–8.
11. Лянденбургский, В. В. морфологический анализ методов поиска неисправностей транспортных средств / В. В. Лянденбургский, Ю. В. Родионов, С. А. Кривобок, П. А. Мнекин // Интернет-журнал Науковедение. 2012. № 4 (13). — с. 84.
12. Лянденбургский, В. В. Программа поиска неисправностей дизельных двигателей. / В. В. Лянденбургский, А. И. Тарасов, С. А. Кривобок // Контроль. Диагностика. 2012. № 8. — с. 28–33.
13. Лянденбургский, В. В. Вероятностный подход к определению вероятностно-логического коэффициента поиска неисправностей автомобилей / В. В. Лянденбургский, Ю. В. Родионов, А. И. Тарасов, И. Е. Долганов // Вестник Таджикского технического университета. 2013. № 1 (21). — с. 57–60.

14. Лянденбургский, В. В. Анализ удельных затрат и эффективности применения вероятностно-логического метода поиска неисправностей для автомобилей КАМАЗ / В. В. Лянденбургский, Л. А. Долганов // Мир транспорта и технологических машин, № 3, Орел., 2013,
15. Лянденбургский, В. В. Коэффициент издержек вероятностно-логического метода поиска неисправностей / В. В. Лянденбургский, А. И. Проскурин, Л. А. Рыбакова, // Науковедение, № 3. М., 2013
16. Лянденбургский, В. В. Вероятностный подход к определению вероятностно-логического коэффициента поиска неисправностей автомобилей / В. В. Лянденбургский, Ю. В. Родионов, А. И. Тарасов, И. Е. Долганов // Вестник Таджикского технического университета 2013. № 1. — с. 26–33.
17. Лянденбургский, В. В. Логический подход к определению вероятностно-логического коэффициента поиска неисправностей автомобилей / В. В. Лянденбургский, А. И. Тарасов, Р. Р. Сейфетдинов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 5. — с. 194–198.
18. Лянденбургский, В. В. Средства для диагностирования топливной аппаратуры автомобилей с дизельными двигателями: монография / В. В. Лянденбургский — Пенза, ПГУАС 2012. 298 с.
19. Лянденбургский, В. В. Совершенствование комплекса КАД-300 для диагностирования двигателей автомобилей / В. В. Лянденбургский — Пенза, ПГУАС 2012. 196 с.
20. Лянденбургский, В. В. Совершенствование компьютерного обеспечения технической эксплуатации автомобилей: монография / В. В. Лянденбургский, А. С. Иванов — Пенза, ПГУАС 2012. 398 с.
21. Лянденбургский, В. В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей: монография / В. В. Лянденбургский, А. И. Тарасов — Пенза, ПГУАС 2013. 220 с.
22. Лянденбургский, В. В. Основы научных исследований: учебное пособие / В. В. Лянденбургский, А. В. Баженов, В. В. Коновалов. Пенза: ПГУАС, 2013., — 388 с.
23. Лянденбургский, В. В. Основы научных исследований: учебное пособие / В. В. Лянденбургский, В. В. Коновалов, А. В. Баженов. Пенза: ПГУАС, 2011., — 248 с.
24. Захаров, Ю. А. Анализ оборудования, применяемого для диагностики, испытания и проверки форсунок дизельных ДВС автомобилей [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. А. Кульков // Молодой ученый. — 2015. — № 2. — с. 154–157. [ISSN 2072–0297]

Виды экстракторов для получения серы из нефтепродуктов

Мирзаев Санжар Саиджонович, старший преподаватель;

Содиков Дилмурод Дусмуродович, магистрант

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В тех случаях, когда плотность растворителя выше плотности исходного сырья, повышение уровня раздела фаз связано с увеличением количества растворителя в аппарате. Вместе с тем вязкость экстракционного раствора (тяжелая фаза) обычно меньше вязкости рафинированного раствора. Поэтому, когда тяжелая фаза является сплошной, то диспергирование и контактирование более вязкой легкой фазы облегчаются. В этом случае желателен более высокий уровень раздела фаз. Аппараты ротационного типа.

Процесс экстракции эффективно осуществляется также в аппаратах ротационного типа, в которых для контактирования и разделения фаз используются центробежные силы.

На рис. 2 изображен колонный дисковый экстрактор, применяемый при очистке масел. Аппарат состоит из ряда секций, образованных в вертикальном цилиндрическом корпусе с помощью серии колец статора 2.

Между кольцами статора размещены плоские диски 3, укрепленные на вращающемся валу 4. При вращении

дисков обеспечивается хорошее контактирование фаз. В целом по аппарату создается противоточное движение легкой и тяжелой фаз.

Для повышения эффективности взаимодействия контактирующих фаз вращающиеся плоские диски могут быть оснащены лопатками. Вращение такой турбинной мешалки осуществляется между двумя горизонтальными кольцевыми отбойниками 7. При этом жидкость, отбрасываемая лопатками, проходит через слой сетки 8. На рис. 2 приведен центробежный экстрактор, ротор которого имеет насадку той или иной конструкции, обеспечивающую контактирование тяжелой и легкой фаз в противотоке. Легкая фаза поступает на периферию ротора 4, а тяжелая — ближе к оси вращения. Под действием центробежных сил тяжелая фаза перемещается в каналах насадки к периферии ротора, а легкая — от периферии к оси вращения. Ввод и вывод обеих фаз осуществляется через специальные каналы во вращающемся валу 2. Оптимальная величина частоты вращения обычно составляет 600–1200 об/мин.

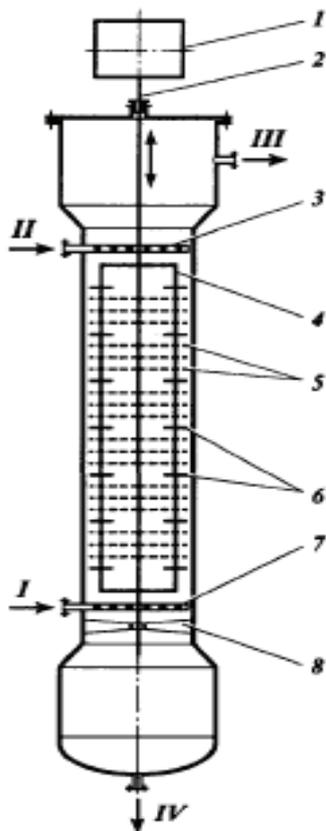


Рис. 1. Вибрационный экстрактор: 1 — вариатор частоты колебаний; 2 — штанга; 3, 7 — распределители; 4 — стержень; 5 — перфорированные пластины; 6 — отбойные перегородки; 8 — нижняя опора штанги. Потoki: сырье: I — легкая фаза; IV — тяжелая фаза; продукты разделения: II — тяжелый; III — легкий

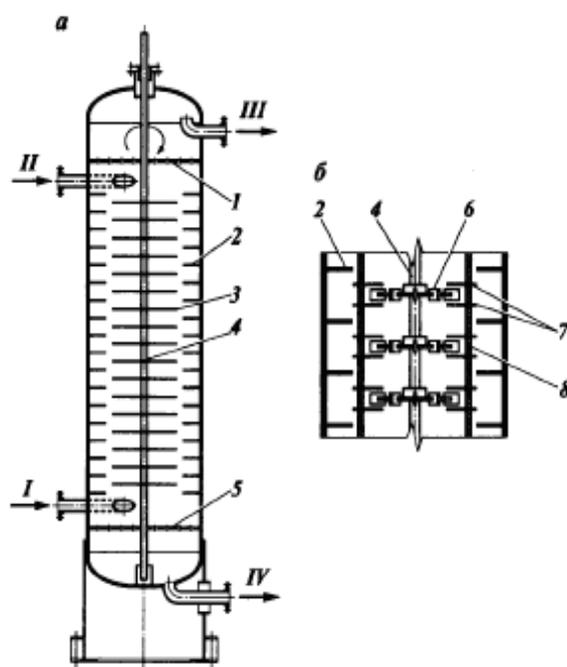


Рис. 2. Ротационный дисковый экстрактор: а — схема ротационного дискового экстрактора; б — схема контактной зоны ротационного дискового экстрактора; 1, 5 — распределительные решетки; 2 — кольцо статора; 3 — диск ротора; 4 — вал ротора; 6 — лопатки; 7 — горизонтальные кольцевые отбойники; 8 — сетка. Потoki: сырье: I — легкая фаза; II — растворитель; III — легкая фаза; IV — тяжелая фаза

В ранних моделях таких экстракторов применяли ленту, навитую в виде спирали (около 30 витков) и образующую каналы прямоугольного сечения для прохода жидкостей. В этих каналах жидкости движутся противотоком и приходят в тесный контакт друг с другом. В экстракторах последних моделей установлены перфорированные концентрические цилиндры с отверстиями или щелями, служащими для прохода обеих жидкостей.

В последние годы в центробежных экстракторах нашла применение насадка со струйным истечением фаз, которая характеризуется лучшими показателями по производительности и разделительной способности. Эта насадка состоит из элементов, обеспечивающих сбор

и истечение обеих фаз навстречу одна другой. После контактирования фаз они расслаиваются. Легкая фаза собирается в вершинах конусообразных элементов и вытекает через отверстия в противоток тяжелой фазе, истекающей через отверстия в основании конусообразных элементов. Основным преимуществом центробежных экстракторов является возможность разделения систем, имеющих малую разность плотностей, и жидкостей, склонных к образованию эмульсий. Вследствие очень малой удерживающей способности эти машины применяются в процессах очистки нефтепродуктов, отделения фенола от аммиачных вод коксохимической промышленности, при экстракции урана, очистке растительных масел.

Литература:

1. А.И. Скобло, Ю.К. Молоканов, А.И. Владимиров, В.А. Щелкунов. Процессы аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии 3-е издание, переработанное и дополненное-М., Недра 2000
2. Берд, В.Л., Кузин А.В. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах. М.: Химия, 1984. — 284 с.
3. Богомолов, А.И., Гайле А.А., Громова В.В., Химия нефти и газа. Ленинград: Химия, 1989.423 с.
4. Вигдергауз, М.С. Некоторые проблемы аналитической химии нефти //Успехи газовой хроматографии. Казань. Изд-во ИОХФ, им. Е.А. Арбузова КФАН СССР.1982. Вып.6.С.3-11
5. Гуревич, А.Л., Русинов Л.А., Сягаев Н.А. Автоматический хроматографический анализ. — Л.: Химия, 1980—192с, ил — (серия «Автоматизация химических производств»)

Выбор и изучение эффективности экстракторов в производстве серы из нефтепродуктов

Мирзаев Санжар Саиджонович, старший преподаватель;
Содиков Дилмурод Дусмуродович, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Для эффективного осуществления процесса экстракции должно быть обеспечено интенсивное взаимодействие контактирующих фаз. Эффект их взаимодействия зависит от гидродинамических факторов, конструкции аппарата, способа контактирования фаз. В промышленности применяется большое число различных конструкций экстракционных аппаратов; их можно подразделить на две основные группы: по способу смешения фаз и способу разделения фаз.

I. По способу смешения фаз экстракторы делятся на подгруппы:

1) аппараты ступенчатого типа, имеющие определенное число ступеней (типа смеситель-отстойник), в каждой из которых происходит контактирование и последующее разделение фаз. В целом в системе осуществляется противоточное движение фаз за счет соответствующего соединения ступеней по потокам рафинадных и экстрактивных растворов;

2) аппараты колонного типа с непрерывно изменяющимся составом фаз. Колонные аппараты могут быть пу-

стотельными, насадочными и тарельчатыми. Противоточное движение фаз в аппаратах колонного типа осуществляется главным образом за счет разности плотностей сырья и растворителя или соответственно рафинадных и экстрактивных растворов.

II. По способу разделения фаз экстракторы делятся на подгруппы:

- 1) аппараты отстойного типа;
- 2) центробежные аппараты.

В свою очередь в каждой группе аппаратов процессы смешения и разделения фаз могут быть реализованы либо за счет энергии самих потоков фаз, либо за счет подвода ее извне с помощью специальных устройств (сообщение вибрации, ультразвука и т.д.). Наибольшее применение в нефтегазопереработке нашли аппараты колонного типа. Ниже рассмотрены некоторые конструкции экстракционных аппаратов, получивших распространение в нефтегазоперерабатывающей промышленности.

Для смешения контактирующих фаз применяют смесители различных типов, в том числе пропеллерные на-

сосы, которые одновременно с перемешиванием обеспечивают транспортирование взаимодействующих легкой и тяжелой фаз. Из контактной зоны образовавшаяся смесь выводится в отстойную зону, где происходит разделение легкой и тяжелой фаз, поступающих затем в соответствующие ступени аппарата.

Аппараты колонного типа. Колонные экстракторы различаются по типу применяемых контактных устройств: насадок или тарелок различных конструкций. В настоящее время в нефтегазопереработке наиболее часто применяют насадочные экстракционные колонны.

В промышленности используют колонные аппараты диаметром свыше 5 м и высотой до 40 м при атмосферном или более высоком давлении. Так, в колоннах деасфальтизации масел жидким пропаном давление составляет около 5 МПа. Сравнительно высокое давление обуславливается необходимостью поддержания пропана при температуре 70–90 °С в жидкой фазе. На рис. 1 представлена экстракционная колонна для очистки масел фурфуролом, в которой контактирование фаз осуществляется в объеме насадки из колец Рашига размером 25 x 25 мм. Насадка укладывается секциями 2 высотой от 1,2 до 3 м, число секций 8–10. Между секциями насадки имеются распределительные тарелки 1, способствующие более равномерному распределению потоков по сечению колонны. Распределительная тарелка имеет основание с па-

трубками диаметром до 100 мм для прохода легкой фазы и отверстия или патрубки диаметром до 10 мм для прохода тяжелой фазы.

Вывод экстракционного раствора на охлаждение осуществляют с глухих тарелок 3. Растворитель и охлажденный раствор вводятся в колонну на распределительные тарелки 1 или через специальные маточники. Большое распространение получили также тарельчатые экстракционные колонны с ситчатыми, жалюзийными тарелками и тарелками других типов.

В колонных экстракторах с ситчатыми тарелками может быть обеспечено диспергирование как легкой, так и тяжелой фазы. В последнем случае переливные патрубки 2 направлены вверх, а подпорные слои тяжелой фазы образуются над тарелками.

На рис. 2 показаны схема нижней части такой колонны. Жалюзийная тарелка состоит из пластин 4, угол наклона которых задается направляющей стойкой 7. Благодаря дистанционным ребрам 5 между пластинами образуются каналы для прохода легкой и тяжелой фаз. Наклонные пластины установлены на опорных балках 8 и закреплены сверху уголком 6. Образующиеся при экстракции тяжелая фаза (раствор асфальтовых веществ в пропане) опускается, а легкая фаза (рафинадный раствор, состоящий в основном из жидкого пропана и масляной части) поднимается. Тяжелая и легкая фазы движутся в противо-

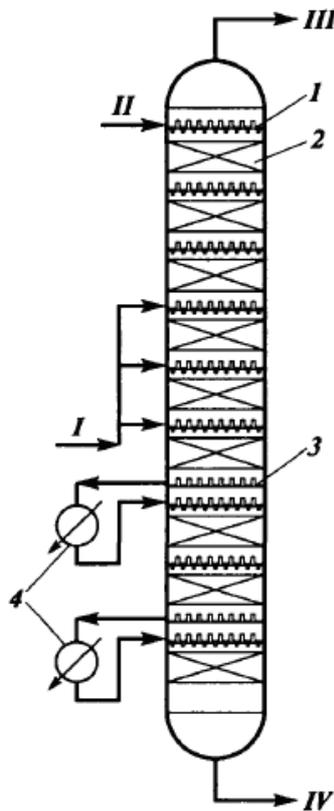


Рис. 1. Схема насадочной экстракционной колонны: 1 — распределительная тарелка; 2 — слой насадки из колец Рашига; 3 — глухая тарелка; 4 — промежуточные холодильники. Потоки: I — сырье; II — растворитель; III — рафинадный раствор; IV — экстракционный раствор

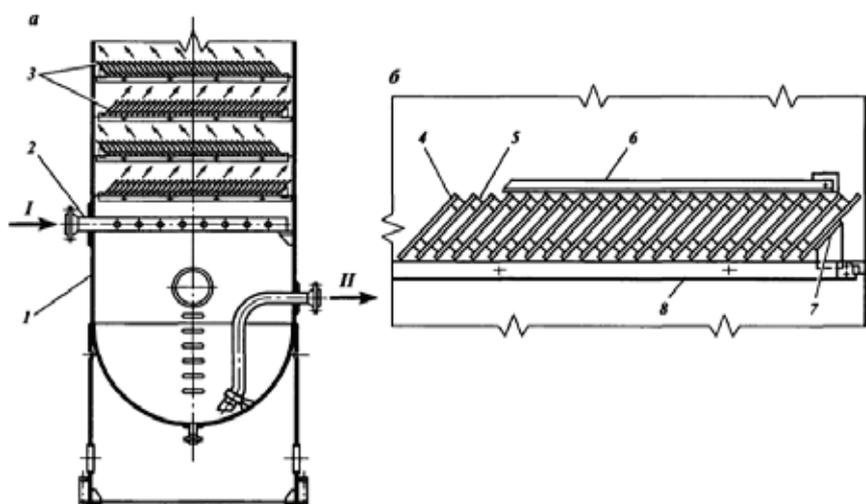


Рис. 2. Схема экстракционной колонны для деасфальтизации пропаном: а — нижняя часть колонны; б — жалюзийная тарелка; 1 — корпус колонны; 2 — коллектор; 3 — жалюзийные тарелки; 4 — пластины (жалюзи); 5 — дистанционные ребра; 6 — уголок; 7 — направляющая стойка; 8 — балка опорного каркаса. Поток: I — сырье; II —тяжелая фаза (раствор асфальтовых веществ в пропане)

токе в каналах тарелки, а при входе в каналы следующей тарелки меняют направление движения. Эффективность подобных тарелок недостаточно высока и уступает эффективности тарелок и насадок других типов, однако конструкция их сравнительно проста. Эффективность насадочных и тарельчатых колонн во многих случаях может быть повышена за счет применения пульсирующих по-

токов. Существует два способа введения низкочастотных колебаний в массообменные аппараты: первый основан на создании возвратно-поступательного движения контактирующих фаз, такие аппараты называются пульсационными; второй предусматривает низкочастотные колебания контактных устройств внутри аппаратов, которые называются вибрационными.

Литература:

1. А.И. Скобло, Ю.К. Молоканов, А.И. Владимиров, В.А. Щелкунов. Процессы аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии 3-е издание, переработанное и дополненное-М., Недра 2000

Изучение физико-химических свойств адсорбентов, использующихся в газоадсорбционной хроматографии

Мирзаев Санжар Саиджонович, старший преподаватель;
 Хожиева Рухсора Бахтиёровна, магистрант;
 Зияев Жонибек Худойкулович, магистрант
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Любую разновидность хроматографии можно определить как физико-химический метод разделения веществ, основанный на распределении разделяемых компонентов между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых является неподвижной, а другая — подвижной.

Неподвижная фаза — твердый адсорбент, или суспензия адсорбента в жидкости, или жидкость, наносимая на поверхность твердого носителя. Подвижная фаза (газ или жидкость) протекает (продувается) вдоль слоя неподвижной фазы. Понятие газовая хроматография объ-

единяет все методические варианты хроматографии, в которых подвижная фаза газообразна (находится в состоянии пара или газа). Это универсальный метод разделения смесей разнообразных веществ, испаряющихся без разложения. При этом компоненты разделяемой смеси перемещаются по хроматографической колонке с потоком газаносителя.

Газоадсорбционная хроматография (ГАХ) включает все методические варианты газовой хроматографии, в которых неподвижной фазой является активное дисперсное тело (адсорбент): древесный уголь, силикагель, цеолит.

К газожидкостной хроматографии (ГЖХ) относятся все методические варианты газовой хроматографии, в которых в качестве неподвижной фазы используется слой жидкости, нанесенный на поверхность твердого носителя.

Принцип разделения — неодинаковое сродство веществ к летучей подвижной фазе и стационарной фазе в колонке. Компоненты смеси селективно задерживаются последней, поскольку растворимость их в этой фазе различна, и таким образом разделяются (компонентам с большей растворимостью требуется большее время для выхода из жидкой фазы, чем компонентам с меньшей растворимостью). Затем вещества выходят из колонки и регистрируются детектором. Сигнал детектора записывается компьютером в виде хроматограммы.

Хроматография один из наиболее распространенных физико-химических методов исследования газов и легкокипящих жидкостей. Хроматографические методы широко используются в химии и биохимии, находят применение в химической, нефтехимической, металлургической, фармацевтической, пищевой и других отраслях промышленности.

Цель работы — определение компонентного состава сухого газа, содержащего углеводороды C_1-C_8 , а также неуглеводородные компоненты (водород, азот, кислород, гелий и двуокись углерода) и определение физико-химических показателей качества природного газа: вычисление значения высшей теплоты сгорания, низшей теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе газовой смеси.

Определение состава газа осуществляется методом газожидкостной и газоадсорбционной хроматографии газа с использованием детектора по теплопроводности. Углеводороды C_1-C_8 и двуокись углерода разделяют методом газожидкостной хроматографии. Неуглеводородные компоненты водород, гелий, кислород и азот разделяют методом газоадсорбционной хроматографии.

На основании расчета физико-химических показателей устанавливается соответствие природного газа ГОСТ 5542—87 «Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия» требованиям по низшей теплоте сгорания, области значений числа Воббе и допустимому отклонению числа Воббе от номинального значения.

Все значимые компоненты или группы компонентов, подлежащие определению в газовой пробе, физически разделяются методом газовой хроматографии, и их молярная доля измеряется посредством сличения с данными градуировки, полученными при тех же условиях. Поэтому градуировочные газы и газовую пробу следует анализировать с помощью той же самой системы измерений и при тех же условиях.

Пробоотборник подсоединяют к пробоотборному устройству и открывают входной вентиль пробоотборника. Открывают запорную арматуру пробоотборного устройства и продувают пробоотборник отбираемым газом в течение 1—2 мин 3—4 раза для удаления остаточного количества воздуха, затем закрывают вентиль и запорную арматуру пробоотборного устройства. Отсоединяют пробоотборник и его штуцер закрывают заглушками.

Компонентный состав сухого газа определяют на двух хроматографических колонках. В качестве сорбента первой колонки для разделения углеводородов C_1-C_8 и двуокиси углерода применяют РогаракQ (дивинилбензол/этилвинилбензол). Неуглеводородные компоненты (водород, гелий, кислород, азот) разделяют на второй колонке, заполненной цеолитами NaX.

Условия анализа (для хроматографа Кристалл-5000.2)
 Длина колонки РогаракQ, м 2
 Внутренний диаметр колонки РогаракQ, мм 2
 Длина колонки NaX, м 3
 Внутренний диаметр колонки NaX, мм 2
 Температура термостата, °C 70
 Температура испарителя, °C 120
 Температура детектора 1, °C 230
 Температура детектора 2, °C 250
 Газ-носитель 1 гелий
 Расход газа-носителя 1, мл/мин 20
 Газ-носитель 2 аргон
 Расход газа-носителя 2, мл/мин 20
 Объем пробы, см³. 1

Литература:

Литература:

1. ГОСТ 31371.1—2008 «Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 1. Руководство по проведению анализа»
2. ГОСТ 31371.3—2008 «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 3. Определение водорода, гелия, кислорода, азота, диоксида углерода и углеводородов до C_8 с использованием двух насадочных колонок».
3. ГОСТ 31371.7—2008 «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 7. Методика выполнения измерений молярной доли компонентов»

Использования газоадсорбционной хроматографии в нефтегазовой промышленности

Мирзаев Санжар Саиджонович, старший преподаватель;
 Хожиева Рухсора Бахтиёровна, магистрант;
 Зияев Жонибек Худойкулович, магистрант
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Пробу газа из пробоотборника через термостатируемый кран-дозатор вводят в испаритель хроматографа, откуда он поступает в первую и вторую колонки. Скорость продувки визуально определяют по пузырькам газа в колбе с водой.

После продувки петли дождаться выравнивания давления в системе и нажать кнопку «Старт» на передней панели хроматографа. В открывшемся окне паспорта хроматограммы в поле «Название» ввести номер группы и фамилию оператора. По завершении анализа обработать полученную хроматограмму. Определяют компонентный состав газа согласно ГОСТ 31371.3–2008 «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности».

Комплексе межгосударственных стандартов ГОСТ 31371.1–2008 (ИСО 6974–1:2000) — ГОСТ 31371.6–2008 (ИСО 6974–6:2002) и ГОСТ 31371.7–2008 под общим наименованием «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности» состоит из нескольких частей.

Части 1–6 являются модифицированными по отношению к соответствующим международным стандартам ИСО 6974–1 — ИСО 6974–8.

В этой части приведена методика выполнения измерений молярной доли компонентов природного газа, адаптирующая положения международных стандартов ИСО 6974–1 — ИСО 6974–6 с учетом потребностей национальной экономики стран СНГ и особенностей межгосударственной стандартизации.

В настоящем стандарте описан прецизионный метод анализа, который позволяет проводить определение состава природного газа. Полученные данные по составу используют для вычисления теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе.

Обработка хроматограмм градуировочной смеси

Проводится расчет градуировочных коэффициентов $K_j^{град}$ для каждого j -го компонента по формуле (1).

$$K_j^{град} = \frac{x_j^{град}}{A_j^{град}} \text{ где } x_j^{град} \text{ — молярная доля } j\text{-го компонента в градуировочной газовой смеси,}$$

$A_j^{град}$ — значение отклика детектора от j -го компонента в градуировочной смеси, выраженное в единицах счета.

Рассчитывается среднеарифметическое значение градуировочных коэффициентов $K_{jcp}^{град}$ по формуле (2):

$$K_{jcp}^{град} = \frac{\sum K_j^{град}}{n} \text{ где } n \text{ — число измерений.}$$

Расчет компонентного состава сухого газа

Значение молярной доли компонента x_j в пробе вычисляется в соответствии с формулой (3):

$$x_j^{ан} = \overline{K}_j^{град} \cdot A_j^{ан}, \text{ где } x_j^{ан} \text{ — молярная доля } j\text{-го компонента в анализируемой газовой смеси;}$$

$\overline{K}_j^{град}$ — значение градуировочного коэффициента j -го компонента;

$A_j^{ан}$ — значение сигнала детектора j -го компонента в анализируемой газовой смеси, выраженное в единицах счета.

Молярную долю метана x_{CH_4} , %, в пробе газа рассчитывают как разность между 100% и суммой молярных долей

$$\text{компонентов по формуле (4): } x_{CH_4} = 100 - \sum_{j=2}^q x_j - x_{oc}.$$

При расчете молярной доли метана должна быть учтена молярная доля всех компонентов (измеренных и неанализируемых).

Обычно природный газ не содержит кислорода. Однако если обнаружено, что пробы природного газа содержат кислород из-за неправильного отбора газовой пробы, следует исправить значение молярной доли азота и всех других компонентов в соответствии с методикой приведенной в п.7.1.2 ГОСТ 31371.3–2008 (ИСО 6974–3:2001) «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 3. Определение водорода, гелия, кислорода, азота, диоксида углерода и углеводов до C8 с использованием двух насадочных колонок»

После вычисления расчета состава газовой смеси производят определение физико-химических показателей качества природного газа и вычисляют значения высшей теплоты сгорания, низшей теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе газовой смеси по известному компонентному составу газа при стандартных условиях измерений в соответствии с ГОСТ 31369–2008 (ИСО 6976:1995) «Газ природный. Вычисление теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе на основе компонентного состава».

Свойства газа являются аддитивными; при расчете «суммарного значения» свойства моля идеального при-

родного газа значения термодинамических свойств индивидуальных компонентов берут с весами в соответствии со значениями их молярной доли. Значения теплоты сгорания, рассчитанные на основе значений объемной доли

компонентов, затем пересчитывают в значения для реального газа, используя поправочный коэффициент, учитывающий неидеальность газовой смеси (коэффициент сжимаемости смеси).

Литература:

1. ГОСТ 31369—2008 (ИСО 6976:1995) «Газ природный. Вычисление теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе на основе компонентного состава».
2. Н. И. Царев, В. И. Царев, И. Б. Катраков Практическая газовая хроматография. Издательство АГУ, Барнаул, 2000.

Газохроматографическое исследование нефтяных продуктов

Мирзаев Санжар Саиджонович, старший преподаватель;
Хожиева Рухсора Бахтиёровна, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Нефть является основным сырьем для производства энергоносителей, которые играют ведущую роль в современной экономике. Масштабы потребления энергоносителей, главным образом, определяют уровень развития производительных сил. [1]

Нефть, как источник энергии имеет для многих стран неоспоримые преимущества: невысокая стоимость добычи, возможность безотходной переработки с получением многообразных видов топлива и химического сырья.

В связи с этим важное значение имеет классификация нефтей. Правильная классификация может оказать помощь в решении вопросов генезиса нефтей, поиске и разведке нефтяных месторождений, а также в выборе путей переработки нефтей. Основными видами классификации нефтей являются химическая и технологическая. [4]

В основу химической классификации положен химический состав нефтей, т.е. преимущественное содержание в нефти какого-либо одного или нескольких классов углеводородов. Согласно этой классификации различают нефти: парафиновые, нафтеновые, ароматические. При отнесении нефти к одному из этих типов исходят из того, что представители данного класса углеводородов содержатся в данной нефти в количестве более 50%. Большинство перерабатываемых в промышленности нефтей относятся к нефтям смешанного типа, т.е. когда представители другого класса углеводородов содержатся в нефти в количестве не менее 25% (парафино-нафтеновые, нафтено-ароматические). Например, многие Волго-Уральские нефти парафино-нафтеновые. [3]

Одной из основных задач анализа нефтяного сырья является определение легкокипящих компонентов. Целью настоящей работы являлось газохроматографическое определение углеводородов C_1 - C_6 , сероводорода и меркаптанов в нефти.

Работа выполнена на базе лаборатории «БухИТИ», Хроматограф Кристалл 5000.2; Компьютер; Аналитическая программа для сбора и расчета хроматограмм Хроматек Аналитик 2.5.

Назначение прибора: Хроматограф предназначен для анализа жидких, газообразных и твердых проб различных органических и некоторых неорганических соединений в составе комплекса программно — аппаратного для медицинских исследований на базе хроматографа «Хроматек — Кристалл 5000».

Эксплуатация хроматографа осуществляется в закрытых взрыво — и пожаробезопасных лабораторных помещениях при:

- температуре окружающего воздуха от 10 до 35°C;
- относительной влажности не более 80%;
- атмосферном давлении от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм. рт. ст.);
- содержании примесей в окружающем воздухе в пределах санитарных норм, регламентированных ГОСТ 12.1.005.

Техническое описание прибора: Хроматограф «Кристалл 5000.2» конструктивно представляет собой настольный прибор, состоящий из функциональных узлов, размещенных в корпусе. Исключение составляет масс-спектрометрический детектор, который не входит в состав хроматографа и является самостоятельным прибором, способным работать как совместно с хроматографом, так и без него.

Хроматограф обеспечивает газохроматографическое разделение и детектирование:

- жидких проб, вводимых микрошприцем типа МШ-10М или дозатором автоматическим жидкостным ДАЖ-2М;
- газообразных проб, вводимых дозатором автоматическим газовым ДАГ-1М, или другим дозатором газовых проб из состава сервисных устройств;

— сжиженных газов, вводимых краном-дозатором сжиженных газов;

— твердых проб, вводимых с помощью дозатора твердых проб или испарителя пиролитического.

Программное обеспечение «Хроматек Аналитик» обеспечивает задание программы проведения анализов, обработку и вывод результатов анализа, а также выполнение поверки и диагностики хроматографа.

Некоторые технические характеристики:

Размеры термостата колонок: ширина 250 мм; высота 290 мм; глубина 170 мм;

Рабочая температура. От температуры окружающей среды +5°C до 400°C с дискретностью задания 0,1°C.

Скорость программирования — от 1 до 120°C\мин. Дискретность задания 0,1°C\мин.

Количество изотерм — 5

Время охлаждения — от 400 до 50°C за 5,5 мин. Электронные регуляторы расхода и давления Входное давление — от 0,36 до 0,44МПа

Количество регуляторов — от 4 до 6 в зависимости от конфигурации прибора

Расход газа-носителя — от 5 до 500 мл\мин

Расход водорода — от 5 до 500 ил\мин, Расход воздуха — от 5 до 800 мл\мин, Детекторы и испарители, Количество детекторов — до трех, Количество испарителей — до двух. Две термостатируемые зоны для испарителей и две термостатируемые зоны для детекторов.

Частота опроса сигналов детекторов — от 10 до 250Гц. Краны 4-, 6–10 — портовые поворотные ручные или автоматические Термостатируемые или необогреваемые.

Передача данных. Интерфейс RS-232C или USB Аналоговая с программируемым электронным аттенуатором (выходной сигнал 0.ЛОмВ)

ширина 410 мм, высота 470 мм, глубина 590 мм, масса 43 кг Потребляемая мощность в режиме разогрева — 2300Вт в изотерме 300°C — 650Вт

Таблица 1. Характеристика термостатов колонок

Температурный диапазон термостата колонок, °C	От температуры окружающей среды +5 до +400
количество изотерм	5
Пределы детектирования:	
Пламенно-ионизационный (ПИД), г\с	2,5 x 10»12 по н-углеводородам
Пламенно-фотометрический (ПФД)	
Объем термостат колонок, л	12,3
Питание	220В, 50Гц
Максимальная потребляемая мощность, кВт	1
Влажность, %	до 80

Газовое питание комплекса:

Азот особой чистоты по ГОСТ 9293 (объемная доля азота не менее 99,996%; объемная доля кислорода не более 0,001%; концентрация водяных паров не более 0,005гW; содержание оксида и диоксида углерода не нормируется);

Гелий газообразный марки А по ТУ51–940 (объемная доля гелия не менее 99,995%; объемная доля азота не более 0,005%, объемная доля кислорода не более 0,0001%, объемная доля двуокиси углерода не более 0,0002%, объемная доля углеводородов не более 0,0001%, объемная доля водяных паров не более 0,0005%);

Литература:

1. Берд, В.Л., Кузин А.В. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах. М.: Химия, 1984. — 284 с.
2. Богомолов, А.И., Гайле А.А., Громова В.В., Химия нефти и газа. Ленинград: Химия, 1989.423 с.
3. Вигдергауз, М.С. Некоторые проблемы аналитической химии нефти \\Успехи газовой хроматографии. Казань. Изд-во ИОХФ, им. Е.А. Арбузова КФАН СССР.1982. Вып.6.С.3-11
4. Гуревич, А.Л., Русинов Л.А., Сягаев Н.А. Автоматический хроматографический анализ. — Л.: Химия, 1980—192с, ил — (серия «Автоматизация химических производств»)

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 4 (84) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Игнатова М. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матроскина Т. В.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенюшкин Н. С.
Ткаченко И. Г.
Яхина А. С.

Ответственные редакторы:

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Голубцов М. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

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

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4