

МОЛОДОЙ
УЧЁНЫЙ



VII Международная научная конференция

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Часть II



Москва

Главный редактор: *И. Г. Ахметов*

Редакционная коллегия сборника:

М. Н. Ахметова, Ю. В. Иванова, А. В. Каленский, В. А. Куташов, К. С. Лактионов, Н. М. Сараева, Т. К. Абдрасилов, О. А. Авдеюк, О. Т. Айдаров, Т. И. Алиева, В. В. Ахметова, В. С. Брезгин, О. Е. Данилов, А. В. Дёмин, К. В. Дядюн, К. В. Желнова, Т. П. Жуйкова, Х. О. Жураев, М. А. Игнатова, К. К. Калдыбай, А. А. Кенесов, В. В. Коварда, М. Г. Комогорцев, А. В. Котляров, В. М. Кузьмина, К. И. Курпаяниди, С. А. Кучерявенко, Е. В. Лескова, И. А. Макеева, Т. В. Матроскина, Е. В. Матвиенко, М. С. Матусевич, У. А. Мусаева, М. О. Насимов, Б. Ж. Паридинова, Г. Б. Прончев, А. М. Семахин, А. Э. Сенцов, Н. С. Сенюшкин, Е. И. Титова, И. Г. Ткаченко, С. Ф. Фозилов, А. С. Яхина, С. Н. Ячинова

Руководитель редакционного отдела: *Г. А. Кайнова*

Ответственный редактор: *Е. И. Осянина*

Международный редакционный совет:

З. Г. Айрян (Армения), П. Л. Арошидзе (Грузия), З. В. Атаев (Россия), К. М. Ахмеденов (Казахстан), Б. Б. Бидова (Россия), В. В. Борисов (Украина), Г. Ц. Велковска (Болгария), Т. Гайич (Сербия), А. Данатаров (Туркменистан), А. М. Данилов (Россия), А. А. Демидов (Россия), З. Р. Досманбетова (Казахстан), А. М. Ешиев (Кыргызстан), С. П. Жолдошев (Кыргызстан), Н. С. Игисинов (Казахстан), К. Б. Кадыров (Узбекистан), И. Б. Кайгородов (Бразилия), А. В. Каленский (Россия), О. А. Козырева (Россия), Е. П. Колпак (Россия), А. Н. Кошербаева (Казахстан), К. И. Курпаяниди (Узбекистан), В. А. Куташов (Россия), Кыят Э. Л. (Турция), Лю Цзюань (Китай), Л. В. Малес (Украина), М. А. Нагервадзе (Грузия), Ф. А. Нурмамедли (Азербайджан), Н. Я. Прокопьев (Россия), М. А. Прокофьева (Казахстан), Р. Ю. Рахматуллин (Россия), М. Б. Ребезов (Россия), Ю. Г. Сорока (Украина), Г. Н. Узаков (Узбекистан), Н. Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А. К. Шарипов (Казахстан), З. Н. Шуклина (Россия)

Т38 **Технические науки в России и за рубежом : материалы VII Междунар. науч. конф.** (г. Москва, ноябрь 2017 г.). — Москва : Издательский дом «Буки-Веди», 2017. — iv, 92 с.
ISBN 978-5-4465-0943-0

В сборнике представлены материалы VII Международной научной конференции «Технические науки в России и за рубежом».

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов технических специальностей, а также для широкого круга читателей.

УДК 62(01)
ББК 30

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬСТВО

Вишневский В.И., Шкред Е.А.

Супер- и гиперпластификаторы для бетонов нового поколения. 99

Гусева К.П., Азарова Т.Б.

Повышение тепловой защиты здания при использовании многослойных ограждающих конструкций. 102

Жилина Т.С., Вяткина С.Д., Вяткина Ю.С., Пересторонин В.С.

Работа систем вытяжной естественной вентиляции в жилом доме г. Тюмени. 106

Игнатова О.А., Бельский М.Д., Налесник А.А.

Архитектурный текстиль и его виды. Изучение свойств. 111

ТРАНСПОРТ

Бузенков И.И., Тюфанова А.А., Чернышева Е.М.

Применение метода многопараметрического распознавания образов для диагностики технического состояния радиорелейного оборудования системы управления движением судов. 115

Гришкова Д.Ю.

Перспективы развития транспорта в Дальневосточном регионе. 120

АРХИТЕКТУРА

Габай М.Ф., Нуянзина В.А.

Städtebauliche Eigenschaften und Entwicklung des Friedhofs. 123

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Павлова С.В., Батуева О.И., Баймеева Е.И.

Некоторые аспекты использования метода реконструкции в изучении народного костюма. 126

Павлова С.В., Борбоева Б.Ц., Батоцыренова С.Б.

Некоторые результаты изучения структуры костюма азиатских народов. 128

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Искаков Р.М., Рахманбердиева Г., Искакова А.М.

Рассмотрение технологий предварительного измельчения отходного мясокостного сырья. 132

Искаков Р.М., Турсынбекова И., Искакова А.М.

Акцентирование яичной скорлупы, как ценного источника в кормоприготовлении и лечебно-профилактических мероприятиях. 135

Хасанов А.Р., Матвеева Н.А.

Разработка инновационного функционального напитка-анксиолитика на основе растительного сырья. 138

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Куспанов А. Б., Тюрин А. Н., Чурикова Л. А.

Особенности транспортировки высоковязкой нефти в условиях эксплуатации «горячего» трубопровода. 141

Рузанов А. А., Чурикова Л. А.

Обоснование применения электрохимической защиты трубопроводов в условиях месторождений Западного Казахстана 144

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Бирюкова Е. Д.

Принципиальные вопросы горизонтальной и вертикальной интеграции конструктивных и технико-технологических решений в условиях комплексной неочевидности реальности конечного интегрированного решения 147

Гасанов И. Р.

Определение уравнений кривых бинодали и спинодали 155

Глебович С. А.

Анализ применения сильфонных компенсаторов 160

Дегтева П. В.

Изменение ширины координатной зоны проекции Гаусса-Крюгера для реализации гидрографических задач в морских акваториях 163

Есенбекова А. Э., Джумахметова Л. К., Дусталиева С. М.

Имитационное моделирование как главный инструмент конструирования сложных процессов и систем 165

Сельвесюк Н. Л., Смирнова Е. И.

Многоразовые космические корабли Спейс-Шаттл и Буран 167

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Азарова Т. Б., Буслаева Д. Г., Загорская А. А., Жилина Т. С., Афонин К. В.

Использование биогаза для теплоснабжения жилых домов 172

Баев О. А.

Конструктивно-технические решения для создания надежной противомембранной защиты каналов, водоемов и накопителей. 176

Гарбуз А. Ю.

Конструктивно-технические решения по ремонту бетонных облицовок длительно работающих каналов 179

Джусупкалиева Р. И., Таубаева А. У.

Исследования сорбентов, используемых для очистки нефтезагрязненных территорий 182

Рыжов С. С.

Дальнейшее развитие инновационных приложений, основанных на обратном пьезоэлектрическом эффекте. 184

СТРОИТЕЛЬСТВО

Супер- и гиперпластификаторы для бетонов нового поколения

Вишневский Владислав Игоревич, магистрант;

Шкред Евгений Александрович, магистрант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Строительная индустрия развивается невероятно быстрыми темпами. С развитием меняются требования по рациональному и эффективному использованию сырья и энергетических ресурсов. Особое и главенствующее место в этом развитии занимает изготовление сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций повышенной прочности, надежности и высокой долговечности. Для эффективного решения этой задачи необходимо широкое применение специальных химических добавок.

Добавки, применяемые для модифицирования свойств бетонов и растворов в зависимости от основного эффекта действия подразделяют на три группы:

— Добавки, которые регулируют свойства готовых к использованию бетонных и растворных смесей. К ним относятся: пластифицирующие, стабилизирующие, регулирующие сохранность подвижности, поризующие (т. е. создающие макро- и микропоры).

— Вторая группа представлена добавками, изменяющими свойства бетонов и растворов: регулирующие кинетику твердения (ускорители, замедлители), повышающие прочность, снижающие проницаемость, повышающие защитные свойства по отношению к стальной арматуре и т. п.

— К третьей группе относят добавки придающие бетонам и растворам специальные свойства: противоморозные; гидрофобизирующие; биоцидные; повышающие стойкость к высолообразованию [1, с. 23].

Специалисты прогнозируют, что уже в ближайшие годы в нашей стране доля бетонов с добавками будет составлять более 50%. При этом основными добавками будут пластификаторы, а также комплексные и противоморозные добавки.

В настоящее время наиболее широко используемыми в производстве бетона и железобетона являются пластифицирующие добавки. Это объясняется их высокой эффективностью, практическим отсутствием отрицательных действий на бетон и арматуру, а также их доступностью и относительно невысокой ценой.

Пластифицирующие добавки — это вещества, которые обладают поверхностно-активными свойствами, они увеличивают подвижность и/или удобоукладываемость бетонных смесей. Таким образом, используя пластифицирующий эффект добавок в технологии железобетонных

конструкций можно значительно упростить процедуру формирования изделий или, при сохранении неизменной подвижности смеси, значительно снизить ее водосодержание, и за счет этого уменьшить пористость, увеличить плотность, прочность, и другие характеристики бетона.

Сегодня на мировом рынке представлено огромное количество добавок пластифицирующего действия, которые могут кардинально отличаться как своим составом, так и воздействием на бетон.

Использование пластифицирующего эффекта добавок в технологии производства железобетонных изделий и конструкций позволяет существенно облегчить формирование бетонных изделий при сохранении неизменной подвижности смеси, уменьшить время нахождения изделий в формах и повысить тем самым производительность выпуска штучных изделий, снизить энергоемкость производства.

Пластификаторы бетонных смесей стали широко применяться на рубеже 40–50-х годов прошлого столетия. Сегодня они претерпели значительные изменения и занимают большую часть рынка химических добавок, применяемых в технологии бетона. В качестве пластифицирующих добавок обычно применяются поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые часто являются продуктами отходов химической промышленности. ПАВ обладают высокой физико-химической активностью на границе раздела фаз в дисперсных системах, что, безусловно, является их отличительной особенностью. Деление ПАВ представлено в виде двух групп:

— Первую группу представляют пластифицирующие добавки гидрофильного типа, которые способствуют диспергированию коллоидной системы цементного теста и, следовательно, улучшению его текучести.

— Вторая группа — гидрофобизирующие добавки, вовлекающие в бетонную смесь мельчайшие пузырьки воздуха. Молекулы поверхностно-активных гидрофобных добавок, адсорбируясь на поверхности раздела воздух — вода, понижают поверхностное натяжение воды и стабилизируют мельчайшие пузырьки воздуха в цементном тесте. Добавки II группы, имея основным назначением регулирование структуры и повышение стойкости бетона, обладают при этом заметным пластифицирующим эффектом [4].

Чаще всего встречаются добавки ПАВ с четко выраженными пластифицирующими свойствами, которые являются добавками на основе отходов или остаточных продуктов целлюлозно-бумажной промышленности (СДБ, ССБ, ЛСТ) и суперпластификаторы (С-3, 10–03, МФАС-100П).

Первые суперпластификаторы появились в начале 70-х годов прошлого столетия, как результат исследований японских и немецких специалистов в области исследований и проектирования бетонов [1, с. 22]. Основная идея использования этих добавок заключалась в том, чтобы получить бетонные смеси, которые можно было бы укладывать в формы, совсем не применяя механических воздействий, либо применяя их при резком снижении уровня интенсивности воздействий.

Главным преимуществом СП является то, что, не смотря на сильное разжижающее действие, они практически не снижают прочности бетона, что позволяет применять значительно более высокие дозировки по сравнению с обычными пластификаторами и соответственно получать более высокий пластифицирующий эффект [2]. Применение суперпластификаторов и комплексов на их основе, в сочетании с повышением активности цементов позволило в разы увеличить среднюю и максимальную прочность бетона. Динамика роста максимальной прочности тяжелого бетона выглядит следующим образом (рисунок), также увеличились значения и среднестатистической прочности бетона [2].

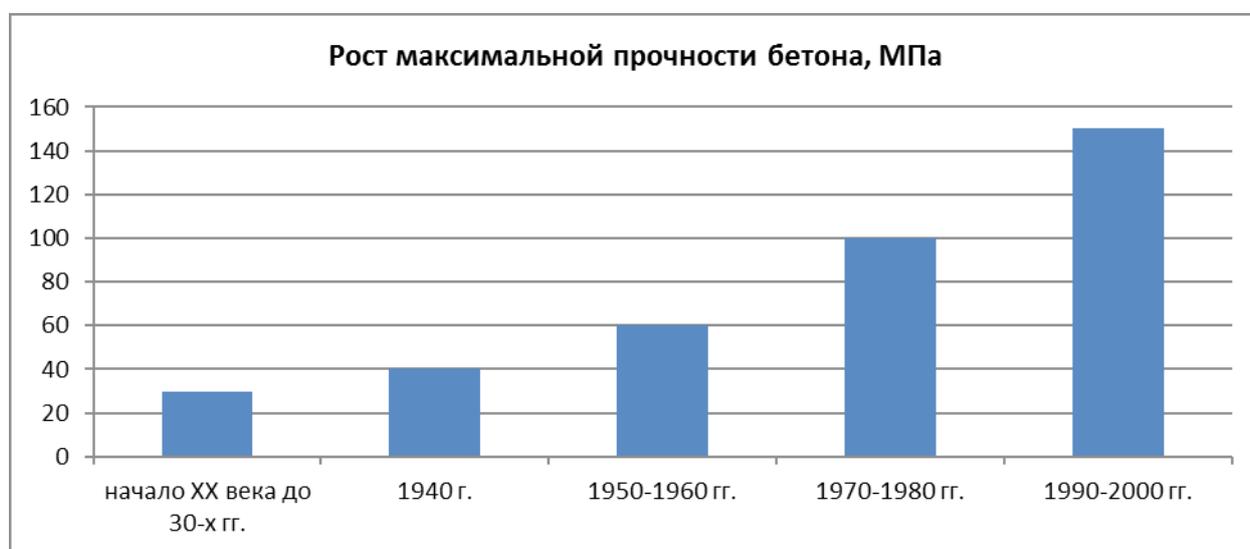


Рис. 1. Рост максимальной прочности бетона в XX веке в динамике по годам

Сегодня суперпластификаторы являются синтезируемыми органическими соединениями, применение которых в оптимальных дозировках позволяет получать из малоподвижных бетонных смесей ($ОК = 2-4$ см) литые или высокоподвижные смеси ($ОК = 18-24$ см), но главное, что при этом нет потери по прочности во все сроки твердения.

По своему химическому составу все суперпластификаторы (СП) можно условно разделить на четыре группы:

- к первой группе относят СП на основе сульфированной меламиноформальдегидной смолы (СП МФ);
- ко второй группе относят добавки на основе продуктов поликонденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида (СП НФ);
- третья группа объединяет продукты на основе поликарбоксилатов и полиакрилатов (СП П);
- в четвертую группу включены модифицированные лигносульфонаты (СП ЛСТ).

От известных пластифицирующих добавок, что применялись ранее, современные суперпластификаторы отличаются постоянством своего химического состава и наличием строгого регламентирования технических тре-

бований, которые содержатся в соответствующих технических условиях на продукцию.

Следует отметить, что в механизме действия СП типов НФ, МФ, ЛСТ преобладает эффект электростатического отталкивания частиц цемента и стабилизации, вызванный тем, что адсорбционные слои из молекул СП повышают величину (ζ -потенциала на поверхности цементных частиц. Величина ζ -потенциала зависит от адсорбционной способности СП (причем, чем выше величина адсорбции, тем больше абсолютная величина ζ -потенциала, имеющего отрицательный знак).

В механизме действия СП типа П роль ζ -потенциала меньше, а взаимное отталкивание частиц цемента и стабилизация суспензии обеспечивается за счет преобладающего стерического эффекта. Такое различие многие специалисты связывают со строением молекул СП разных типов: НФ, МФ, ЛСТ характеризуются линейной формой полимерной цепи; для СП типа П характерны поперечные связи и двух- или трехмерная форма. Именно поперечные звенья создают адсорбционную объемную защитную оболочку вокруг частиц твердой фазы, предотвращая слипание частиц и способствуя их взаимному отталкиванию.

Данные некоторых исследований содержат информацию, что силы взаимного отталкивания, вызываемые СП типа П, почти в два раза больше отталкивания, вызываемых МФ и НФ, и втрое больше сил, вызываемых ЛСТ.

Благодаря таким особенностям СП типа П более эффективны, что выражается в сравнительно низких оптимальных дозировках, низкой чувствительности к виду и составу цемента, в длительном сохранении бетонными смесями первоначальной консистенции и в их повышенной связности — нерасслаиваемости. В литературе СП этой группы получили название — «гиперпластификаторы».

Они отличаются от обычных СП высоким водоредуцирующим эффектом (30% и выше), способностью проявлять пластифицирующий эффект при низких и сверхнизких водоцементных отношениях (0,2 для цементных паст) и низкие рабочие дозировки (~0,2%). В то же время СП типа П — наиболее дорогие материалы, что приводит к идее совмещения их с другими СП, тем более что подобные комплексы по техническим эффектам превосходят распространенные типы СП.

На первый взгляд может показаться, что будущее однозначно за поликарбоксилатными пластификаторами. Но это поспешный вывод, если рассмотреть этот вопрос подробнее, то становится очевидным, что ведутся всесторонние работы, и какими пластификаторы будут в скором времени сказать сейчас невозможно. Бесспорным является лишь одно — все пластификаторы, доступные на мировом рынке, имеют как свои достоинства, так и недостатки. И, несмотря на большой ассортимент пластифицирующих добавок, потребности производства в них не удовлетворены. Поэтому поиск новых добавок разного строения и назначения — актуальная задача сегодняшних дней.

Наиболее распространёнными в России и в мире в настоящее время являются нафталинформальдегидные суперпластификаторы. Но, несмотря на то, что эффективность данных пластификаторов далека от желаемой, и помимо этого они обладают рядом других недостатков, данные пластифицирующие добавки не только не ушли в прошлое, но и активно используются сегодня. Так в работе А. И. Вовка [3] перечислены неоспоримые преимущества данной добавки и выражено мнение, что эти пластификаторы не только не устарели, но и могут проявить себя в будущем.

Но существует и другое мнение [4], что применение суперпластификаторов на основе сульфированных меламиноформальдегидных или нафталинформальдегидных полимеров нежелательно по экологической безопас-

ности, они являются опасными и высокотоксичными для организма человека, и, помимо этого, содержание в них сульфата натрия может повлечь за собой возникновение сульфатной коррозии бетона, что негативно повлияет на прочностные характеристики. В то же время, СП на основе полиэтиленгликоля не только лишены этих недостатков, но и показатели эффективности у них значительно выше.

Можно отметить и менее популярные точки зрения в этом вопросе. Например, российскими учеными проводятся работы по разработке пластификаторов на углеводной основе. Результаты испытаний этих добавок показали хорошие результаты по отношению к имеющимся на рынке аналогам, хотя работы по их исследованию еще не окончены [5].

Проводятся исследования по созданию пластифицирующих добавок на основе оксифенолфурфуольных олигомеров (СБ-ФФ и СБ-5), которые по результатам испытаний, представленным в работе [6], значительно превосходят имеющиеся на рынке аналоги. Эффективность олигомеров по степени их влияния на предельное динамическое напряжение сдвига уменьшается в ряду СБ-ФФ > СБ-5 > СБ-Ф > СБ-3 > С-3.

Для удовлетворения все возрастающих современных потребностей строительной отрасли существует большая необходимость в добавках высокой эффективности. Проблему можно попытаться решить наномодифицированием существующих добавок, однако, пока ещё широкого распространения этот метод не получил и находится на стадии исследований и апробации.

На строительных объектах Санкт-Петербурга уже применяются наномодифицированные бетоны. В СПбГАСУ были проведены исследования наномодифицированного бетона. Были выявлены следующие преимущества наномодифицированных полифункциональных добавок:

1. Значительное сокращение стоимости при повышении качества (20–25%);
2. Сокращение расхода портландцемента до 10–15%;
3. Повышение подвижности до 1,5 раз без потери первоначальных свойств наномодифицированных бетонных смесей по сравнению с немодифицированными составами;
4. Повышение морозостойкости на 1–3 марки;
5. Повышение долговечности;
6. Повышение водонепроницаемости на 2–3 ступени [7].

Дальнейшие исследования подтвердили перспективность применения наномодифицирования в подвижных и в малоподвижных бетонных смесях, к которым предъявляются повышенные требования по долговечности.

Литература:

1. Изотов, В. С. Химические добавки для модификации бетона: монография / В. С. Изотов, Ю. А. Соколова. — М.: Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Изд-во «Палеотип», 2006. — 244 с.
2. Батраков, В. Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы / В. Г. Батраков // Строительные материалы, 2006. — № 10. — с. 4–8.

3. Вовк, А.И. Суперпластификаторы в бетоне: еще раз о сульфате натрия, наноструктурах и эффективности /А.И. Вовк //Технологии бетонов, 2009. — № 5. — с. 18–22.
4. Тарасов, В.Н. Отечественные поликарбоксилатные суперпластификаторы производства ООО «НПП «Макромер» для бетона, гипса и строительных смесей /В.Н. Тарасов //Технологии бетонов, 2015. — № 1–2. — с. 16–18.
5. Несветайло, В.М. Отечественный гиперпластификатор для бетона / В.М. Несветайло //Технологии бетонов, 2014. — № 9. — с. 9–11.
6. Слюсарь, А.А. Регулирование реологических свойств цементных смесей и бетонов добавками на основе оксифенолфурфуrolных олигомеров /А.А. Слюсарь, Н.А. Шаповалов, В.А. Полуэктова //Строительные материалы, 2008. — № 7. — с. 42–43.
7. Пухаренко, Ю.В. Наномодифицированные добавки в бетоны для транспортного строительства /Ю.В. Пухаренко, В.Д. Староверов, Д.И. Рыжов //Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, экономике и практике, 2014. — № 5 (54). — с. 26–30.

Повышение тепловой защиты здания при использовании многослойных ограждающих конструкций

Гусева Ксения Петровна, магистрант;
Азарова Татьяна Борисовна, магистрант
Тюменский индустриальный университет

В связи с утверждением 27 декабря 2010 года Государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» целью, которой является сокращение энергоёмкости валового внутреннего продукта за счет снижения доли энергетических издержек возросло внимание к проблеме рационального расходования тепловой энергии. Программа является важным приоритетом РФ, поэтому с выходом СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» требования к уровню теплоизоляции ограждающих конструкций были значительно увеличены [2].

Теплотехнические расчеты показывают, что новым требованиям удовлетворяют многослойные стены с эффективными утеплителями. В связи с тем, что соблюдение требования СП 50.13330.2012 является обязательным, увеличились объемы проектирования и строительства трехслойных ограждающих конструкций, которые удовлетворяли бы нормам энергосбережения. [1,3].

В статье рассмотрены элементы трехслойных стен и основные требования, предъявляемые к каждому элементу: несущий слой, теплоизоляция, вентилируемый зазор, облицовка и связи (рисунок 1).

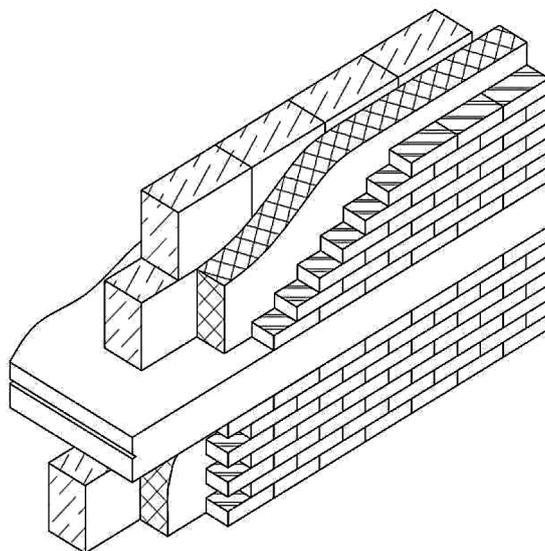


Рис. 1. Разрез трехслойной стены

Устройства трёхслойных стен можно разделить на два вида: с устройством воздушного зазора и без него. Устройство воздушного зазора позволяет эффективнее удалять влагу из конструкции, избыточная влага из несущей стены и утеплителя будет сразу уходить в атмосферу. В конструкциях без воздушного зазора пар проходит так же и через облицовочный кирпич. Поэтому, взаимное расположение отдельных слоев ограждающих конструкций должно способствовать высыханию конструкций и исключать возможное накопление влаги в ограждающей конструкции в процессе эксплуатации в соответствии с требованиями СП 23–101–2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» [3]. Ширина прослойки зависит от длины канала, разницы температур и плотностей воздуха у концов канала.

В связи с тем, что многие здания были построены без учета требований по энергосбережению, в настоящее время возросла популярность реконструкции таких строений с целью улучшения показателей микроклимата в помещениях и уменьшения расходов на отопление и присвоения зданию определенного класса энергоэффективности.

Рассмотрим вариант применения трехслойных ограждающих конструкций в реконструкции ограждающих конструкций детского сада в поселке Боровский Тюменской области (Рисунок 2).

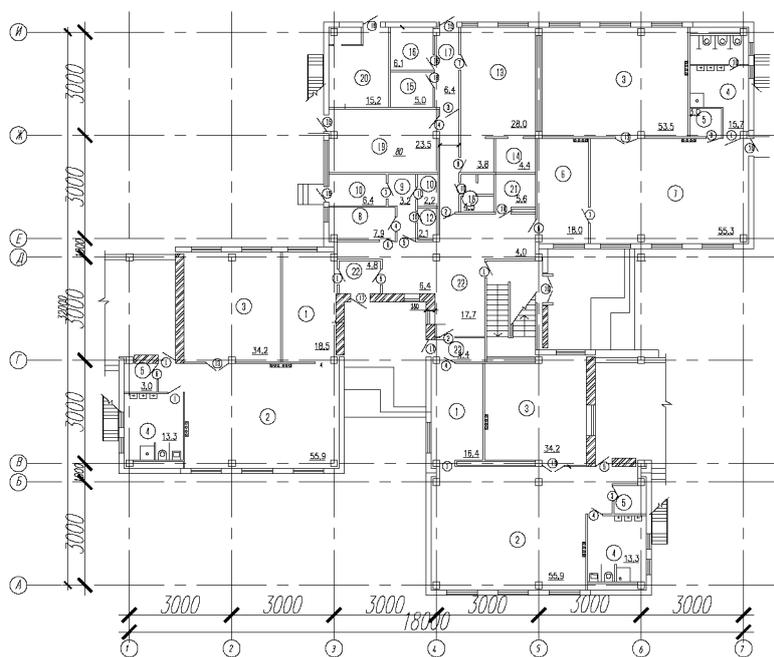


Рис. 2. План первого этажа здания детского сада

В качестве наружного стенового ограждения в детском саду были приняты легкобетонные панели. Панель представляет собой плоскую однослойную конструкцию, выполненную из легкого бетона, армированную пространственным каркасом.

Панели имеют наружный и внутренний фактурные слои, толщиной соответственно 20 и 15 мм. Фактурные слои запроектированы из цементно-песчаного раствора со средней плотностью 1800 кг/м^3 марки М-100.

Для реконструкции имеющихся ограждений предлагается применить трехслойную ограждающую конструкцию. Она состоит из газобетонных блоков (размеры: $650 \times 300 \times 250 \text{ мм}$, плотность 700 кг/м^3) уложенных на теплоизоляционном растворе, утеплителя из минераловатных плит (плотность 200 кг/м^3) и гипсоперлитовой штукатурки в качестве отделочного материала.

Расчет тепловых потерь через квадратный метр ограждающей конструкции легковесных панелей:

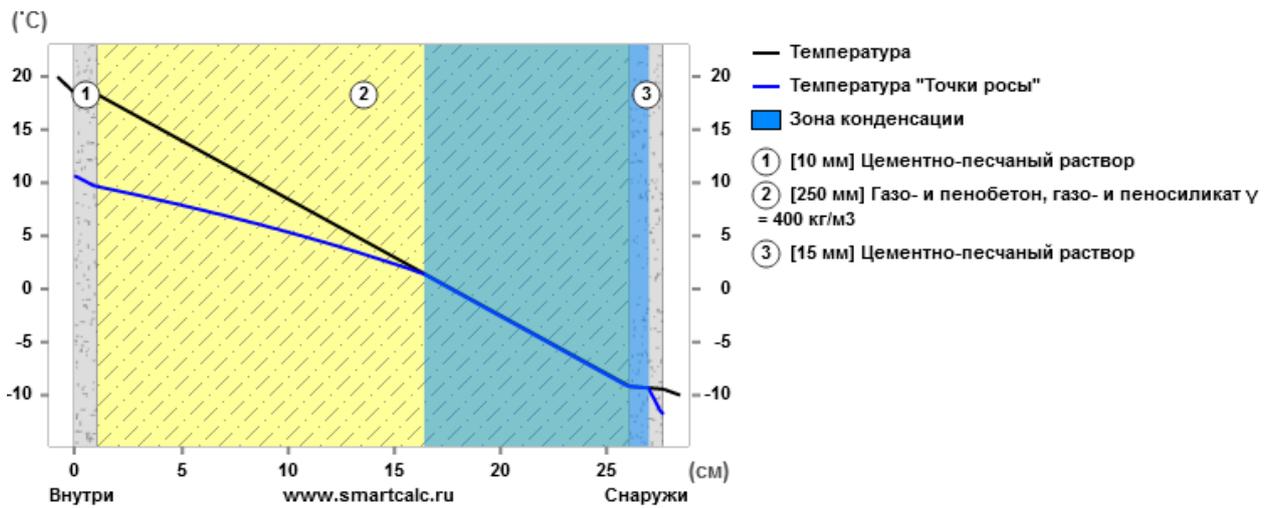


Рис. 3. Конструкция легковесной панели

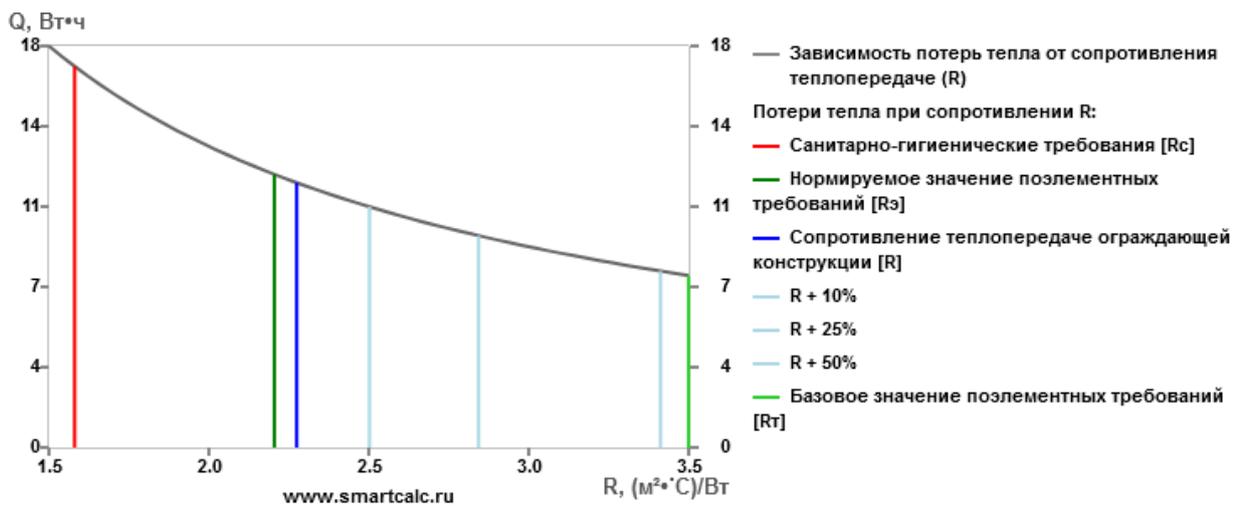


Рис. 4. Расчетный график легковесной панели

Расчет потерь тепла для легковесной панели

Таблица 1

Потери тепла в час при сопротивлении теплопередаче (Вт·ч)				
Сопротивление теплопередаче	R	$\pm R, \%$	Q	$\pm Q, \text{Вт} \cdot \text{ч}$
Санитарно-гигиенические требования [Rc]	1,58	-30,52	17,02	5,19
Нормируемое значение поэлементных требований [Re]	2,20	-3,07	12,20	0,38
Базовое значение поэлементных требований [Rt]	3,50	53,85	7,69	4,14
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции [R]	2,27	0,00	11,83	0,06
R + 10 %	2,50	10,00	10,75	-1,08
R + 25 %	2,84	25,00	9,46	-2,37
R + 50 %	3,41	50,00	7,88	-3,94
R + 100 %	4,55	100,00	5,91	-5,91

Потери тепла за отопительный сезон составят 63.29 кВт·ч.

Расчет теплопотерь через квадратный метр ограждающей конструкции трехслойной стены:

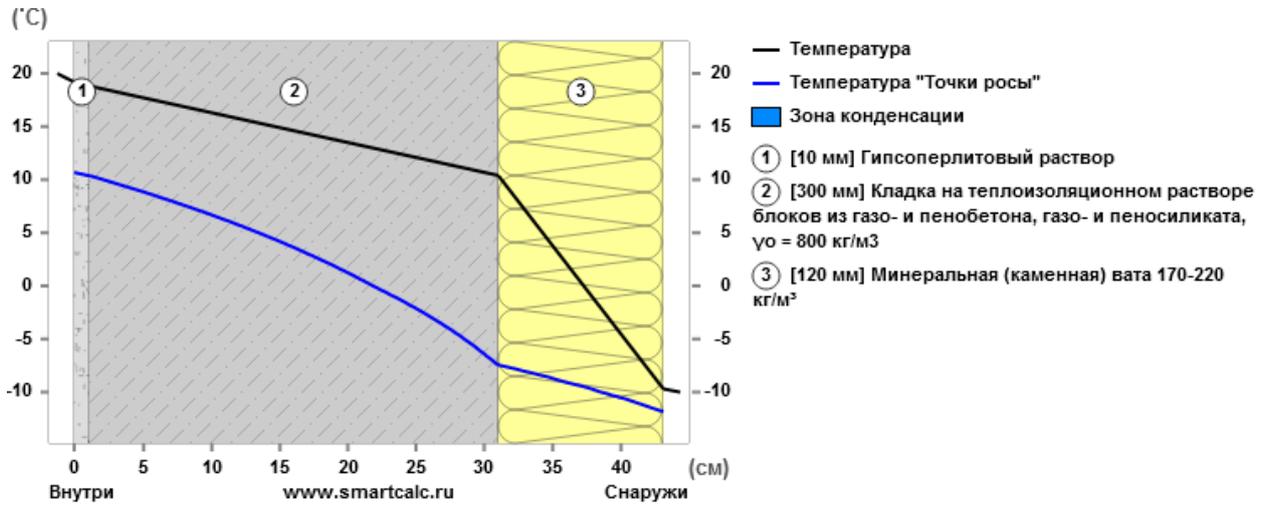


Рис. 5. Конструкция трехслойной стены

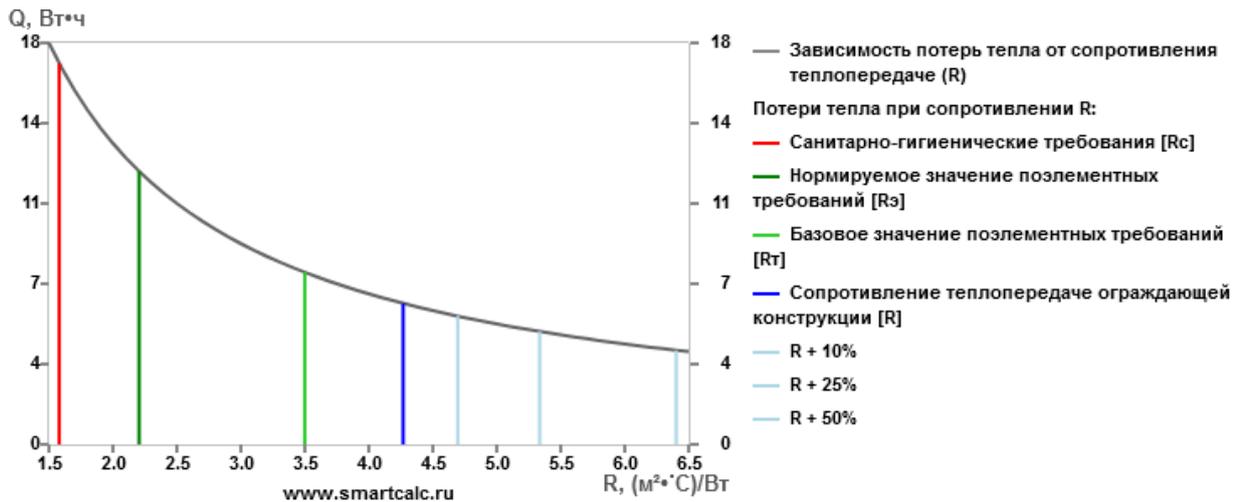


Рис. 6. Расчетный график трехслойной стены

Таблица 2

Расчет потерь тепла для трехслойной стены

Потери тепла в час при сопротивлении теплопередаче (Вт·ч)				
Сопротивление теплопередаче	R	±R, %	Q	±Q, Вт·ч
Санитарно-гигиенические требования [Rc]	1.58	-62.97	17.02	10.72
Нормируемое значение поэлементных требований [Rz]	2.20	-48.35	12.20	5.90
Базовое значение поэлементных требований [Rt]	3.50	-18.01	7.69	1.38
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции [R]	4.27	0.00	6.30	0.00
R + 10%	4.70	10.00	5.73	-0.57
R + 25%	5.34	25.00	5.04	-1.26
R + 50%	6.40	50.00	4.20	-2.10
R + 100%	8.54	100.00	3.15	-3.15

Потери тепла за отопительный сезон будут составлять 33.73 кВт·ч. Также авторами статьи был проведен оценочный расчет стоимости конструкций для двух вариантов. Расчет был выполнен без учета стоимости монтажных работ.

Таблица 3

Расчет стоимости 1 м² ограждающей конструкции

Наименование материала	Стоимость слоя на 1 м ² , руб/м ²	Итоговая стоимость 1 м ² стены
Трехслойная стена		
Гипсоперлитовый раствор (расход — 9 кг/м ²)	124,7	1388,3
Минераловатная плита	400	
Газобетонные блоки	792	
Раствор кладочный теплоизоляционный (расход 4 кг/м ²)	71,6	
Легкобетонная панель		
Цементно песчаный раствор (расход 25 л/м ²)	109	2342,3
Панель стеновая	2233,3	

Заключение

При применении в качестве наружных ограждений трехслойных конструкций стен уменьшаются потери тепла за отопительный сезон. Расчет стоимости 1 м² конструкции показывает, что трехслойная ограждающая конструкция экономичнее обычной.

Литература:

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.
3. СП 23–101–2004. Проектирование тепловой защиты зданий.

Работа систем вытяжной естественной вентиляции в жилом доме г. Тюмени

Жилина Татьяна Семеновна, кандидат технических наук, доцент;
Вяткина Светлана Дмитриевна, старший преподаватель
Тюменский индустриальный университет

Вяткина Юлия Сергеевна, заместитель генерального директора;
Пересторонин Владимир Сергеевич, генеральный директор
ООО «Штат» (г. Тюмень)

От эффективности работы систем вентиляции зависит качество воздуха, которым дышит человек. Недооценка влияния воздухообмена на состояние воздушной среды в квартирах жилых домов приводит к существенному ухудшению самочувствия проживающих в них людей.

Согласно требованиям нормативной литературы [1] в многоэтажных жилых зданиях современной застройки вытяжка из помещений санузлов (ванных комнат) должна происходить посредством естественной тяги, возникающей внутри вертикальной шахты, выходящей над кровлей. Свежий воздух, попадая в комнаты через окна, под воздействием тяги в шахте, устремляется к ее выходу на кухне или в санузле (ванной) через вытяжные вентиляционные каналы (расположенные в несущих стенах или пристроенные). Он проходит через всю квартиру, постепенно загрязняясь, после чего удаляется наружу через вентканалы. Таким образом, обеспечивается воздухообмен во всем объеме квартиры.

Если в каком-либо месте перекрыть путь этому воздушному потоку, то обновление воздуха в квартире прекратится.

Расчет естественной вентиляции и выбор сечения каналов проводится в соответствии с действующими нормативными документами для температуры наружного воздуха плюс 5 °С и температуры внутри помещения плюс 20–22 °С. Именно при таких показателях воздухообмен соответствует санитарным нормам.

При строительстве подавляющего числа многоквартирных жилых домов придерживаются традиционной схемы приточно-вытяжной вентиляции с естественным побуждением воздуха, требующих наименьших капитальных и эксплуатационных затрат. В то же время современная нормативная база в области расчетных параметров микроклимата помещений жилых зданий регламентирует поддержание постоянных значений воздухообмена в течение всего периода эксплуатации.

В данной статье авторами проводится исследование работы систем естественной вентиляции в жилом многоквартирном здании, расположенном в г. Тюмени.

Обследуемое 16-этажное здание с теплым чердаком, вентиляционные каналы на кухне и в ванной комнате — пристроенные, обшиты гипсокартоном. Поэтажные отводы систем естественной вентиляции выполнены на каждом этаже. Окна пластиковые. На кровле здания расположены утепленные вытяжные вентиляционные шахты.

Исследования параметров работы систем естественной вентиляции были проведены в марте 2017 г. Замеры скорости движения воздуха, температуры воздуха проводились в квартирах на 11, 13, 15 этажах в ванных комнатах и в вытяжной вентиляционной шахте здания при температуре наружного воздуха минус 10°C в безветренную погоду.

При определении наличия перемещения воздушных потоков в каналах системы естественной вентиляции применен цифровой анемометр — термометр TESTO 480.

Размеры сечения вентиляционного канала-спутника — 100x100 мм (рисунок 1).

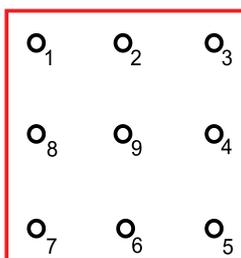


Рис. 1. Точки замера параметров воздуха в сечении вентиляционного канала

Произведены замеры параметров воздушного потока в следующих условиях:

1. при закрытых окнах; оконные клапаны не установлены;

Таблица 1

Замеры параметров вытяжного воздуха в вентиляционном канале квартиры на 11 этаже

№ точки замера	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
1	0,22	29,1
2	0,40	29,3
3	0,05	28,0
4	0,15	29,4
5	0,70	29,5
6	0,68	29,6
7	0,60	29,4
8	0,50	29,3
9	0,62	29,7

Скорость движения воздуха на выходе из решетки на 11 этаже — в диапазоне от 0,05 до 0,70 м/с (средняя скорость — 0,44 м/с).

Таблица 2

Замеры параметров вытяжного воздуха в вентиляционном канале квартиры на 13 этаже

№ точки замера	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
1	0,25	27,8
2	0,50	27,6
3	0,16	26,4
4	0,45	26,5
5	0,69	27,6
6	0,67	27,5
7	0,50	27,7
8	0,59	26,9
9	0,63	26,4

Скорость движения воздуха на выходе из решетки на 13 этаже — в диапазоне от 0,16 до 0,69 м/с (средняя скорость — 0,49 м/с).

Таблица 3

Замеры параметров вытяжного воздуха в вентиляционном канале квартиры на 15 этаже

№ точки замера	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
1	0,37	26,5
2	0,33	26,9
3	0,40	27,1
4	0,10	27,5
5	0,14	27,6
6	0,29	27,8
7	0,30	27,9
8	0,20	28,1
9	0,30	28,2

Скорость движения воздуха на выходе из решетки на 15 этаже — в диапазоне от 0,10 до 0,40 м/с (средняя скорость — 0,27 м/с).

Таблица 4

Замеры параметров воздуха на выходе из вытяжной вентиляционной шахты

№ точки замера	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
1	1,05	23,8
2	0,85	24,7
3	0,93	24,1
4	0,95	24,1
5	1,01	23,3
6	0,88	24,8
7	0,87	24,7
8	0,95	24,0
9	1,08	24,5

Скорость движения воздуха на выходе из вытяжной вентиляционной шахты на кровле здания — в диапазоне от 0,87 до 1,01 м/с (средняя скорость — 0,95 м/с).

2. при закрытых окнах; оконные клапаны установлены:

Таблица 5

Замеры параметров вытяжного воздуха в вентиляционном канале квартиры на 11 этаже

№ точки замера	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
1	0,62	25,3
2	0,70	25,3
3	0,68	26,0
4	0,75	26,4
5	0,70	25,5
6	0,98	26,6
7	0,94	27,2
8	0,83	26,8
9	1,02	26,7

Скорость движения воздуха на выходе из решетки на 11 этаже — в диапазоне от 0,6 до 0,1,08 м/с (средняя скорость — 0,80 м/с).

Таблица 6

Замеры параметров вытяжного воздуха в вентиляционном канале квартиры на 13 этаже

№ точки замера	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
1	0,65	22,8
2	0,60	23,6
3	0,76	24,4
4	0,83	25,5
5	0,8	25,6
6	0,78	25,5
7	0,80	24,7
8	0,84	24,6
9	0,88	24,4

Скорость движения воздуха на выходе из решетки на 13 этаже — в диапазоне от 0,6 до 0,88 м/с (средняя скорость — 0,77 м/с).

Таблица 7

Замеры параметров вытяжного воздуха в вентиляционном канале квартиры на 15 этаже

№ точки замера	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
1	1,01	26,5
2	0,93	26,3
3	0,90	26,1
4	0,92	26,5
5	0,94	25,6
6	0,89	25,8
7	0,80	25,7
8	1,07	26,1
9	0,93	26,2

Скорость движения воздуха на выходе из решетки на 15 этаже — в диапазоне от 0,89 до 1,07 м/с (средняя скорость — 0,93 м/с).

Таблица 8

Замеры параметров воздуха на выходе из вытяжной вентиляционной шахты

№ точки замера	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С
1	1,40	23,1
2	1,50	23,3
3	1,50	24,1
4	0,95	24,0
5	1,21	22,7
6	1,18	21,8
7	0,87	19,7
8	1,05	20,0
9	1,38	22,5

Скорость движения воздуха на выходе из вентиляционной шахты — в диапазоне от 0,87 до 1,50 м/с (средняя скорость — 1,23 м/с).

Результаты проведенных экспериментов 1 свидетельствуют о том, что система естественной вентиляции, удаляющая воздух из помещений ванных комнат, при закрытых окнах в комнатах без установки оконных клапанов практически не удаляет воздух из обслуживаемых помещений. В свою очередь, из результатов экспериментов 2 видно, что система естественной вентиляции при закрытых окнах в комнатах с установленными оконными клапанами работает на вытяжку в проектном режиме

Полученные результаты замеров были сопоставлены с действующими нормативными документами в области строительства многоэтажных зданий [3].

Таблица 9

Рекомендуемые скорости движения воздуха в воздуховодах и каналах систем естественной вентиляции

№ п/п	Тип и место расположения воздуховода	Рекомендуемая скорость движения воздуха, V, м/с
1	Вытяжные вентиляционные решетки	0,5–1,0*
2	Вертикальные вытяжные каналы	0,5–1,0*
3	Вытяжные каналы-спутники	1,0–1,5**
4	Сборные каналы	1,0–2,0*
5	Вытяжные шахты	1,0–1,5*

* принято по данным [6];

** Принято по данным [5].

Допустимая скорость движения воздуха в каналах верхнего этажа — 0,5...0,8 м/с, в каналах нижнего этажа и сборных каналах верхнего этажа 1,0 м/с [6];

Для организации притока в оконных блоках должны предусматриваться форточки или открывающиеся фрамуги, подающие воздух в верхнюю зону помещения.

Согласно [4] можно порекомендовать:

— установить приточные устройства — оконные регулирующие клапаны. Принцип работы подобных клапанов построен на законах физики о расширении твердых металлов за счет температурных изменений;

— рекомендуется выполнять приточные устройства в виде горизонтальной щели шириной 15 мм в верхней части оконной коробки с клапаном на нижнем подвесе. При этом поток наружного воздуха с помощью клапана и под действием конвективного потока от отопительного прибора под окном отклоняется на потолок помещения, опускаясь в зону обитания, как правило, на некотором расстоянии от окна, с параметрами, близкими к параметрам внутреннего воздуха. Длина приточного устройства на 200 мм меньше длины оконного блока (по 100 мм с каждой стороны). Приточные устройства должны давать возможность регулирования расхода приточного воздуха.

Таким образом, для обеспечения устойчивого функционирования систем естественной вентиляции жилых многоквартирных зданий необходимо:

— обязательное применение приточных устройств, обеспечивающих регулируемый приток свежего воздуха в помещения квартир;

— проведение на стадии проектирования систем вентиляции увязки вытяжных каналов с приточными вентиляционными устройствами и между собой.

Литература:

1. СП 54.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 31–01–2003 Здания жилые многоквартирные. — М., Минрегион России, 2011, 42 с.
2. Вяткина, Ю.С. Исследование работы систем естественной вентиляции в жилом здании / Ю.С. Вяткина, С.Д. Вяткина, Т.С. Жилина // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы архитектуры, строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири». — Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015, с. 152–157.
3. СТО НОСТРОЙ 34–2012 Устройство систем теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения, 2011.
4. ТР АВОК 5.2–2012. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pro.tion.ru/wp-content/uploads/2014/09/Н-НП-АВОК-5.2-2012>
5. Ливчак, В.И. Решения по вентиляции многоэтажных жилых зданий (из опыта Германии, Франции, Финляндии и Москвы) / В.И. Ливчак // АВОК. — 1999. — № 6, с. 24–31.
6. Малахов, М.А. Системы естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками / М.А. Малахов // АВОК. — 2006. — № 7. с. 8–19.

Архитектурный текстиль и его виды. Изучение свойств

Игнатова Ольга Арнольдовна, кандидат технических наук, доцент;

Бельский Михаил Денисович, студент;

Налесник Александр Антонович, студент

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Приведены характеристики архитектурного текстиля. Выполнены испытания образцов текстиля для фасадов на разрыв, химическую стойкость, гибкость и деформации при отрицательных температурах. Исследования показывают перспективность применения архитектурного текстиля для условий Сибири.

Ключевые слова: архитектурный текстиль, ПВХ-мембрана, испытание полотен

Архитектурный текстиль преимущественно применяется для отделки фасадов и покрытия кровли. В виду малой плотности (0,590–0,830г/м²), способности защищать конструкцию от воздействия окружающей среды, лёгкости в монтаже и эксплуатации, а также уникальных эстетических свойств активно используется в строительстве большепролетных зданий и сооружений [1].

Архитектурный текстиль делится на два вида: «умный» текстиль и технический текстиль [4].

«Умный» текстиль является концептуальным материалом. Его получают путем наложения нескольких слоев с добавлением различных покрытий, обладающих специальными свойствами, которые могут различно менять свойства основного материала. Примером «умного» текстиля являются покрытия, способные аккумулировать солнечную энергию. Умный текстиль делится на три группы, различных по взаимодействию с окружающей средой:

Таблица 1

Вид «умного» текстиля	Взаимодействие с окружающей средой
Пассивный	Ощущает
Активный	Ощущает, реагирует
Разумный (англ. very smart)	Ощущает, реагирует, адаптируется

Технический текстиль представляет собой материал, произведенный с помощью специального оборудования, также к нему могут быть добавлены различные химические присадки, которые влияют на его физические свойства. Нити, из которых производится текстильный материал, бывают трех типов:

— *натуральные*: производят из природных волокон, таких как шерсть, хлопок, джут;

— *синтетические* — на основе обычных полимерных волокон. В строительстве используют полипропилен, полиэстер, полиэтилен, поливинилхлорид, полиамид, арамиды;

— *высокоэффективные*: дорогие полимерные материалы (кевлар, тефлон и пр.) и неорганические (углеродные, стеклянные и керамические нити). Они обладают высокими прочностью, модулем упругости, устойчивостью к температурным и химическим воздействиям. [4]

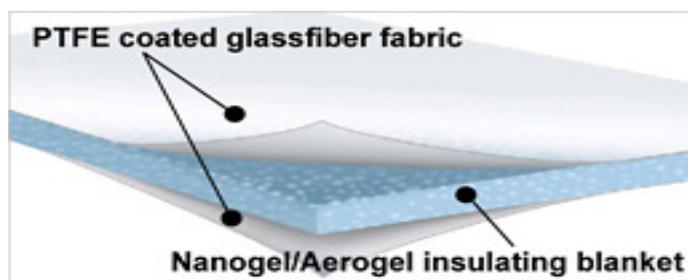


Рис. 1. Tensotherm™ with Nanogel®

Полотно может быть тканым, вязаным и нетканым.

В способе *ткачества* нити расположены либо перпендикулярно друг другу, либо под углом, значение которого варьируется от 45 до 60 градусов. Данный способ

является наиболее популярным в строительстве, так как полотно, произведенное данным способом, способно выдерживать большие нагрузки.

В способе *вязания* полотно изготавливается из одной или нескольких нитей путем изгибания их в петли и соединения петель друг с другом.

Нетканый текстиль отличается тем, что у него формируется плоская, гладкая поверхность химическим, механическим или термальным способами. Текстиль, произведенный данным способом, преимущественно используется в дренажных системах. [16]

Для расширения функциональных возможностей материала и защиты его от воздействия окружающей среды проводят *ламинирование* нитяного каркаса основы, ориентируясь на назначение материала: кровельный, фасадный и другие виды текстиля. Но технология производства, в целом, одинакова: в процессе нанесения покрытия методом экструзии нитяную ос-

нову растягивают на определенную величину в разных направлениях для придания текстилю прочной механической стойкости, крайней поверхностной плоскостности, что в целом обеспечивает стабильность размеров при эксплуатации.

Слои, как правило, состоят из композитных материалов, из которых в строительстве наиболее популярным является поливинилхлорид (ПВХ), текстиль, созданный с применением данного покрытия, называется ПВХ-мембраной [4]. Существует два типа ПВХ-мембраны: сплошная и перфорированная. Они обладают схожими характеристиками, которые меняются в зависимости от модели. [Façade//SergeFerrari. URL: http://www.sergeferrari.com/wp-content/uploads/2014/04/GB_Stamisol_Bookfacade.pdf].

Таблица 2

Характеристики ПВХ-мембран

Плотность, г/м ²	590–1000
Ширина полотна, м	1,80–3,00
Жёсткость (основа, ткань), Н/см	300–800
Прочность на разрыв (основа/ткань), Н	200–700
Горючесть	Г1
Срок эксплуатации, год	15–30
Светопропускаемость, %	10–17

В лаборатории кафедры Строительных материалов НГАСУ (Сибстрин) были проведены испытания двух видов мембран: преднатяженной ПВХ-мембраны Serge Ferrari Precontraint 602S2 и перфорированной Serge Ferrari Stamisol FT381.

Первая мембрана предназначена для устройства покрытий, тентов, навесов [Garcia M. // Architextiles. — 2006. — № 76. — С.]. Она представляет собой преднатяженную в обоих направлениях основу из нитей

полиэстера, покрытую для свариваемости и самоочистки покрытия слоями ПВХ с добавкой поливинилиденфторида (ПВДФ) [8]. Мембрана является светопрозрачной, но не пропускает ультрафиолетовое излучение. Мембрана Stamisol FT381 представляет собой перфорированную ПВХ-пленку для фасадных конструкций. Она состоит из преднатяженной основы из полиэстера, покрытой поливинилхлоридом.

Таблица 3

Заявляемые характеристики исследуемых мембран

Характеристики	Serge Ferrari Precontraint 602S2	Serge Ferrari Stamisol FT381
Плотность, г/м ²	620	600
Толщина, мм	0,62	1,1
Прочность на разрыв (основа/уток), Н/5см	2300/2300	3300/3300
Прочность на раздираение, Н	200/200	650/650
Удлинение под нагрузкой, %	<1	<1
Огнестойкость	Г1	Г1

1. Определение разрывной нагрузки.

Было испытано 5 образцов текстиля Serge Ferrari Precontraint 602S2. Средняя разрывная нагрузка составила 910 Н/5см. Полученное значение превосходит прочность на разрыв таких материалов как полипропилен (применяется в лёгких тентовых конструкциях), различных мембран, применяющихся в баннерных конструкциях.

Перфорированную мембрану не удалось испытать на разрыв, т. к. невозможно было зафиксировать пленку так,

чтобы тонкие и толстые нити были зажаты с одинаковым усилием. При работе машины в определенный момент времени, соединения нитей в мембране начинали разрушаться, и сама мембрана «расходилась» на отдельные составляющие. Следует отметить, что соединения нитей в перфорированной мембране, можно сказать, являются «слабым местом». Прочность на раздираение по основе составила в среднем 630 Н, по утку 540 Н. Разрывная нагрузка для отдельной нити — 70Н.

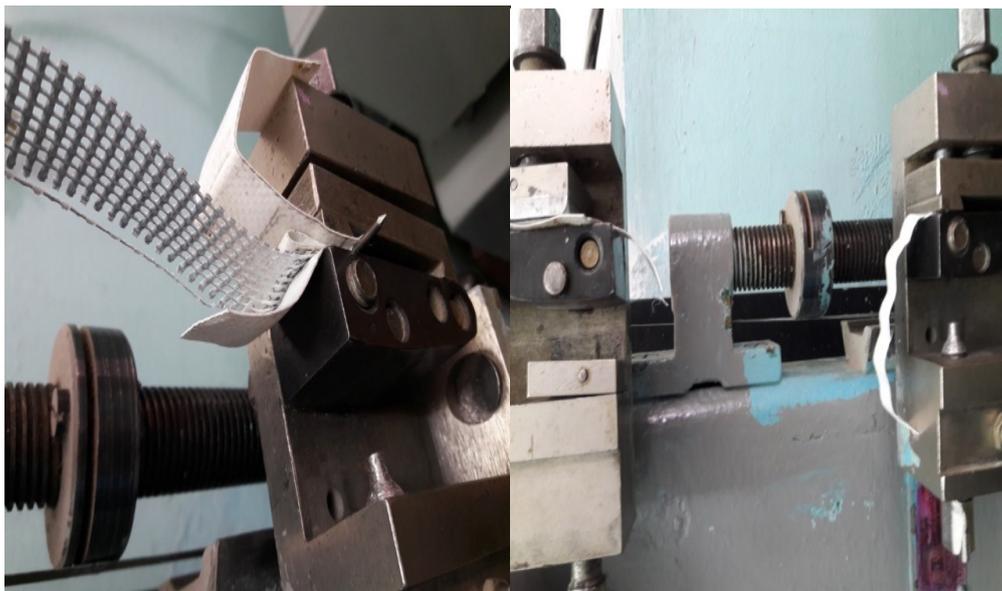


Рис. 2. Испытание полотен на разрыв

2. Определение гибкости



Рис. 3. Определение гибкости полотна при минус 20°С

При проведении испытаний необходимо было убедиться, что на лицевой стороне мембран не появляется трещин при воздействии на них отрицательных температур (минус 20°С) и огибании стержней с различным радиусом закругления — от 25 до 3мм. Испытание проводилось 3 раза для каждой мембраны. Все образцы успешно прошли испытание — трещин не отмечено.

3. Деформации при отрицательной температуре

В испытании проверялось, на сколько изменится длина мембраны, при помещении ее в среду с низкой температурой (минус 25°С). Было испытано по 3 образца для каждой мембраны. Мембрана Stamisol FT 381 не претерпела деформаций. Мембрана Preconstraint 602S2 укоротилась на 0,2 мм, т. е. деформации составили — 0,2%.

4. Испытания на химическую стойкость

В данном испытании по 2 образца мембран были помещены в растворы с кислотой, нейтральной и щелочной

средой соответственно: в 5%-й раствор серной кислоты (H_2SO_4), 10%-й раствор хлорида калия (KCl) и 10%-й гидроксида натрия (NaOH) на 20 дней. По истечении 20 дней извлекли образцы и визуально сравнили их с эталоном, из того же полотна и тех же размеров, что и исследуемые образцы.

Оба образца, помещенных в кислую среду, потеряли свой первоначальный вид. Образец под номером один приобрел желтый оттенок и стал более матовым, в то время как покрытие на лицевой стороне стало рыхлым, потеряло блеск. Образец под номером 2 потерял покрытие цвета «металлик» на лицевой стороне.

Образцы мембран, помещенных в щелочную среду, потеряли свой первоначальный вид. Первый образец ПВХ-мембраны потерял блеск. Образец перфорированной мембраны, помещенный в едкий натр, полностью потерял покрытие цвета металлик на лицевой стороне.

Образцы мембран, выдержанные в солевой среде, не изменились по сравнению с эталонными. Кроме изменений внешнего вида, других отклонений замечено не было.

Проведенные исследования мембран Serge Ferrari показывают пригодность архитектурного текстиля для условий Сибири, а также для покрытий помещений с коррозионными средами — строительства ангаров, складов, навесов.

Литература:

1. Garcia, M. Architextiles. — Academy Press, 2006. — №. 76.
2. Flüeler Polymer Consulting GmbH — Zurich, Switzerland, 2005
3. Horrocks, A. R., Anand S. C. (ed.). Handbook of technical textiles. — Elsevier, 2000.
4. Kuusisto, T. K. et al. Textile in Architecture. — 2010.
5. Peter, H. Flüeler. ETFE Membrane Structures: and What About Hail Impact Resistance — Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research
6. Textile facade. Bioclimatic, 2015
7. http://www.fabricten.co.uk/pdf_download/technical/ferrari502-fabricten.pdf
8. http://www.sergeferrari.com/wp-content/uploads/2014/04/GB_Stamisol_Bookfacade.pdf
9. <http://www.baytex.co.nz/vdb/document/141>
10. <http://www.svitapcz.ru/cd36255fc92c9a169a6fcb77e56c8e246cbe3eb6/>
11. <http://rustm.net/catalog/article/2165.html>
12. <http://www.pronatindustries.com/wp-content/uploads/2015/03/Norton-ETFE.pdf>
13. <https://www.etfe-film.com/files/etfe/pdf/Product-Information-NOWOFLON-ET-6235-Z-IR.pdf>
14. <http://en.giuliobarbieri.it/products/archive/pvc-top-cover/precontraint-502/ferrari-precontraint-502-pvc-top-cover>
15. http://www.archi.ru/tech/news_44322.html
16. Textiles in civil engineering. Part 1 — geotextiles. Rankilor P.R. // Handbook of technical textiles. — Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 2000. — с. 358—372.

ТРАНСПОРТ

Применение метода многопараметрического распознавания образов для диагностики технического состояния радиорелейного оборудования системы управления движением судов

Бузенков Игорь Иванович, кандидат технических наук, доцент;

Тюфанова Анастасия Александровна, кандидат технических наук, доцент;

Чернышева Елена Михайловна, преподаватель

Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (г. Новороссийск, Краснодарский край)

Рассмотрено применение метода многопараметрического распознавания образов для диагностики технического состояния радиорелейного оборудования «Ericsson MiniLink-7E» системы управления движением судов.

Ключевые слова: радиорелейное оборудование, диагностика, техническое состояние, система управления движением судов

Сущность метода многопараметрического распознавания образов заключается в отнесении исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные из общей массы несущественных данных, т. е. необходимо определить порог, характеризуемый определенной комбинацией показателей функционирования радиоэлектронного оборудования, определяющей его критическое состояние.

Основные задачи теории распознавания образов заключаются в следующем [1]:

1. Математическое описание образов — векторное, когда каждому образу x ставится в соответствие некоторый вектор $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)^T$ признаков x этого образа — элемент векторного пространства X , называемого пространством признаков.

2. Выбор наиболее информативных признаков, описывающих данный образ — нахождение минимального количества признаков, которые наиболее информативно описывают образы в рассматриваемой задаче распознавания.

3. Описание классов распознаваемых образов — определение границ классов, которые могут быть заданы на этапе разработки системы распознавания или система сама должна их найти в процессе своей работы.

4. Нахождение оптимальных решающих процедур (методов классификации) — соотнесение вектора признаков образа некоторому классу.

5. Оценка достоверности классификации образов, которая необходима, чтобы лицо (или техническая система), принимающее решение, связанное с отнесением образа тому или иному классу, могло оценить величину потерь, связанных с неправильной классификацией.

Выделим три основных типа характеристик-признаков:

1. Физические характеристики (например, показания, снятые с датчиков) могут быть детерминированными и вероятностными. Их необходимо описывать с помощью векторов и обрабатывать как элементы векторного пространства.

2. Качественные характеристики — эти характеристики можно описывать с помощью лингвистических переменных методами теории нечетких множеств.

3. Структурные характеристики применяют для описания изображений сложных объектов. При описании структурных характеристик применяется некоторый формальный язык (например, теория графов).

Рассмотрим суть метода диагностики с помощью теории многомерного распознавания образов. Сформируем эталонные оценки многомерных условных плотностей вероятности, которые содержат всю информацию, присутствующую в наблюдениях $x_1^1, \dots, x_m^1, \dots, x_1^p, \dots, x_m^p$ и обо всех взаимосвязях между признаками X_1, \dots, X_p . Оценка $\hat{w}(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_m)$ является случайной величиной. Для принятия решения применяется статистика отношения правдоподобия, представляющая неотрицательную случайную величину, которая получается функциональным преобразованием $F = \hat{L}(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$, которое отображает точки n -мерного пространства выборок на действительную полуось [2]:

$$\hat{L}(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n) = \frac{\hat{w}\left(\bar{x}_1, \dots, \frac{\bar{x}_m}{S_1}\right)}{\hat{w}\left(\bar{x}_1, \dots, \frac{\bar{x}_m}{S_2}\right)}. \quad (1)$$

Для принятия решения достаточно использовать значение одной случайной величины — статистики отношения правдоподобия $\hat{L}(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$, а не значения каждого элемента выборки (x_1, x_2, \dots, x_n) по отдельности, т. е. отношение правдоподобия несет всю статистическую информацию о классах, содержащуюся в данной выборке.

Пусть на вход распознающей системы поступают многомерные (векторные) наблюдения, принадлежащие одному из двух состояний S_1 и S_2 , которые отличаются своими неизвестными векторами средних a_1 и a_2 и ковариационными матрицами A_1 и A_2 . Оценки неизвестных векторов средних \hat{a}_1 и \hat{a}_2 определяются с помощью выражений [2]:

$$\hat{a}_1 = \frac{1}{m_1} \sum_{i=1}^{m_1} \bar{x}_i^{(1)}, \quad (2)$$

$$\hat{a}_2 = \frac{1}{m_2} \sum_{i=1}^{m_2} \bar{x}_i^{(2)}. \quad (3)$$

Оценки \hat{A}_1 и \hat{A}_2 неизвестных ковариационных матриц определяются с помощью выражений [1]:

$$\hat{A}_1 = \frac{1}{m_1 - 1} \sum_{i=1}^{m_1} (\bar{x}_i^{(1)} - \hat{a}_1)(\bar{x}_i^{(1)} - \hat{a}_1)^T, \quad (4)$$

$$\hat{A}_2 = \frac{1}{m_2 - 1} \sum_{i=1}^{m_2} (\bar{x}_i^{(2)} - \hat{a}_2)(\bar{x}_i^{(2)} - \hat{a}_2)^T. \quad (5)$$

Решающее правило будет определяться выражением:

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left[(\bar{x}_i - \hat{a}_2)^T \hat{A}_2^{-1} (\bar{x}_i - \hat{a}_2) - (\bar{x}_i - \hat{a}_1)^T \hat{A}_1^{-1} (\bar{x}_i - \hat{a}_1) \right] + \frac{n}{2} \ln \frac{\det \hat{A}_2 > \gamma_1}{\det \hat{A}_1 < \gamma_2} \ln C, \quad (6)$$

где порог $\ln C = 0$, т. к. $C=1$ (в связи с использованием алгоритма максимального правдоподобия) [3].

Вероятности ошибок многомерного распознавания состояний определяются с помощью выражения:

$$\alpha = \beta = F\left(\frac{d}{\sigma_1}\right) F\left(-\frac{d}{\sigma_2}\right) + F\left(-\frac{d}{\sigma_1}\right) F\left(\frac{d}{\sigma_2}\right) + \left[\frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sqrt{2\pi d(\sigma_1^2 - \sigma_2^2)}} \right] \times \\ \times \left[\sigma_2 \exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma_1^2}\right) \left[F\left(\frac{d}{\sigma_2}\right) - F\left(-\frac{d}{\sigma_2}\right) \right] - \sigma_1 \exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma_2^2}\right) \left[F\left(\frac{d}{\sigma_1}\right) - F\left(-\frac{d}{\sigma_1}\right) \right] \right], \quad (7)$$

где $F(x)$ — табулированный интеграл Лапласа; σ_1^2 и σ_2^2 выражаются через объемы контрольных n и обучающих m выборок по формулам:

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}; \quad (8)$$

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{4}{n}. \quad (9)$$

Рассмотрим применение данного метода на примере радиорелейного оборудования «Ericsson MiniLink-7E», эксплуатируемого в системе управления движением судов (СУДС) порта Новороссийск.

В качестве основных параметров, характеризующих работу радиорелейного оборудования, выберем следующие показатели: рабочая частота, чувствительность приемника и мощность излучения.

Параметры надежно функционирующего радиооборудования обозначим X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 . Реальные параметры исследуемого оборудования – x . Значения параметров приведены в таблице 1. Значения параметров, при которых наступает отказ оборудования Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5 приведены в таблице 2 [3].

Таблица 1

Параметры надежно функционирующего и исследуемого оборудования

Параметры	Параметры надежно функционирующего оборудования					Параметры исследуемого оборудования x
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	
Рабочая частота, ГГц	7,1	7,3	7,4	7,5	7,6	7,3
Мощность излучения, дБВт	-2	-5	-10	-17	-20	-5
Чувствительность приемника, дБВт	-78	-79	-80	-78	-79	-78

Таблица 2

Параметры, при которых наступает отказ системы

Параметры	Параметры оборудования, в котором произошел отказ				
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
Рабочая частота, ГГц	8,1	7,8	7,7	7,9	7,8
Мощность излучения, дБВт	-28	-29	-28	-29	-28
Чувствительность приемника, дБВт	-82	-83	-84	-82	-84

Для решения задачи диагностики технического состояния радиорелейного оборудования «Ericsson MiniLink-7E» составим программу в математическом редакторе MathCAD (рисунок 1).

ORIGIN := 1

Данные о текущем состоянии оборудования:

$$x := (7.3 \quad -5 \quad -78)^T$$

Параметры надежно функционирующего оборудования:

$$X := \begin{pmatrix} 7.1 & 7.3 & 7.4 & 7.5 & 7.6 \\ -2 & -5 & -10 & -17 & -20 \\ -78 & -79 & -80 & -78 & -79 \end{pmatrix}$$

Параметры оборудования, в котором произошел отказ:

$$Y := \begin{pmatrix} 8.1 & 7.8 & 7.7 & 7.9 & 7.8 \\ -28 & -29 & -28 & -29 & -28 \\ -82 & -83 & -84 & -82 & -84 \end{pmatrix}$$

Зададим количество строк и столбцов в матрицах:

$$m1 := 5 \quad m2 := 5$$

$$r1 := 3 \quad r2 := 3$$

Рис. 1. Программа диагностики технического состояния радиорелейного оборудования методом многопараметрического распознавания образов

Найдем параметр L , идентифицирующий принадлежность исследуемого оборудования к статистике правдоподобия (рисунок 2).

```

L := n ← 1
    for i ∈ 1..r1
        a1i ←  $\frac{1}{m1} \cdot \sum_{j=1}^{m1} X_{i,j}$ 
        for i ∈ 1..r1
            for j ∈ 1..m1
                h1i,j ←  $X_{i,j} - a1_i$ 
        R1 ←  $\frac{1}{m1} \cdot h1 \cdot h1^T$ 
        for i ∈ 1..r2
            a2i ←  $\frac{1}{m2} \cdot \sum_{j=1}^{m2} Y_{i,j}$ 
            for i ∈ 1..r2
                for j ∈ 1..m2
                    h2i,j ←  $Y_{i,j} - a2_i$ 
            R2 ←  $\frac{1}{m2} \cdot h2 \cdot h2^T$ 
        A ←  $\frac{m1}{m1 + m2 - 2} \cdot R1 + \frac{m2}{m1 + m2 - 2} \cdot R2$ 
        L ←  $\frac{n}{2} \cdot (a1 - a2)^T \cdot A^{-1} \cdot \begin{bmatrix} 2 \\ n \end{bmatrix} \cdot x - (a1 + a2)$ 
    L

```

$L = (25.32)$

Рис. 2. Программа нахождения параметра L , идентифицирующего принадлежность исследуемого оборудования к статистике правдоподобия

Определим вероятность достоверности результатов (D) проведенной диагностики технического состояния радиорелейного оборудования (рисунок 3).

```

D :=
  n ← 1
  for i ∈ 1..r1
    a1_i ← 1/m1 · ∑_{j=1}^{m1} X_{i,j}
  for i ∈ 1..r2
    a2_i ← 1/m2 · ∑_{j=1}^{m2} Y_{i,j}
  A ← ( 0.03  -0.71  0.04
        -0.71  29.5   0.1
         0.04   0.1   0.85 )
  d ← √((a1 - a2)ᵀ · A⁻¹ · (a1 - a2))
  σ1 ← √(1/m1 + 1/m2)
  σ2 ← √(1/m1 + 1/m2 + 4/n)
  D1 ← pnorm(d/σ1, 0, 1) · pnorm(-d/σ2, 0, 1) + pnorm(-d/σ1, 0, 1) · pnorm(d/σ2, 0, 1)
  D2 ← [σ1 · exp(-d²/(2·σ2²)) · (pnorm(d/σ1, 0, 1) - pnorm(-d/σ1, 0, 1))]
  D3 ← [σ1·σ2 / (√(2·π·d·(σ1² - σ2²)) · (σ2 · exp(-d²/(2·σ1²)) · pnorm(d/σ2, 0, 1) - pnorm(-d/σ2, 0, 1) - D2)]
  D ← 1 - (D1 + D3)

```

D = (1)

Рис. 3. Программа определения вероятности достоверности результатов (D) проведенной диагностики технического состояния радиорелейного оборудования

Результаты проведенных расчетов (параметр принадлежности $L = 25,32 > 0$) показывают, что исследуемое радиорелейное оборудование «Ericsson MiniLink-7E» относится к надежно функционирующим. При этом полученный результат справедлив с достоверностью $D = 1$.

Т.о., метод многопараметрического распознавания образов можно использовать для диагностики технического состояния радиорелейного оборудования СУДС и на основании полученных результатов планировать сроки проведения технического обслуживания для корректировки параметров оборудования, достигших критических значений, что позволит предотвращать его отказы и повысить эксплуатационную надежность системы.

Литература:

1. Стецюк, А. Е. Основы технической диагностики. Теория распознавания: учеб. пособие / А. Е. Стецюк, Я. Ю. Бобровников. — Хабаровск: ДВГУПС, 2012. — 69 с.
2. Тюфанова, А. А. Составные состояния коэффициента готовности как количественного показателя эксплуатационной надежности технических средств системы управления движением судов // Транспортное дело России № 4 (125). — М: Морские вести России, 2016.
3. Тюфанова, А. А. Методика анализа эксплуатационной надежности технических средств системы управления движением судов на примере порта Новороссийск / А. А. Тюфанова. — Казань: Изд-во «Бук», 2015. — 104 с.

Перспективы развития транспорта в Дальневосточном регионе

Гришкова Диана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент
Сибирский государственный университет путей сообщения (г. Новосибирск)

Железные дороги играют ведущую роль в транспортной системе любой страны. К России это относится в полной мере, учитывая размер нашей территории.

Сегодня железнодорожный транспорт обеспечивает перевозками практически все секторы экономики, однако, стоит отметить, что иногда это удается сделать за счет снижения качества перевозок. Примерно 10% от всей протяженности сети составляют «узкие» места, пропускная способность которых практически исчерпана. Значительная часть узких мест расположена на направлениях, выполняющих около 80 процентов всего грузооборота, реализуя транспортировку грузов в направлении восток-запад.

Неравномерное развитие сети дорог приводит к проблемам с перевозками и снижению конкурентоспособной на рынках Азиатско-Тихоокеанского региона.

В настоящее время доля России в евразийском транзите незначительна, несмотря на ее выгодное географическое положение между Европой и Азией. При этом уже сейчас важные железнодорожные магистрали России — Байкало-Амурская магистраль и Транссибирская — работают на пределе. Модернизировать и увеличить пропускную способность магистралей и раскрыть потенциал восточных территорий России был призван проект «Восточный полигон».

Развитие Дальнего Востока невозможно представить без современной портовой инфраструктуры. На начало текущего года мощность морских портов округа превысила 200 миллионов тонн, по итогам года планируется увеличить ее еще на 8 миллионов тонн. По предварительной оценке, к концу года будет осуществлена перевалка в 200 миллионов тонн. Динамика грузооборота морских портов региона дает основания предполагать, что потребность в наращивании их мощностей будет и дальше расти, особенно это относится к мощностям для перевалки угля, доля которого в общем объеме перевалки составляет около 45% и других массовых грузов таких как руды черных и цветных металлов, нефтепродукты, лесные грузы.

На Дальневосточном бассейне расположены двадцать два российских морских порта. Порты заняты, в основном, перевалкой внешнеторговых и каботажных грузов. Каботажные грузы при этом составляют 12,1% в их грузообороте.

Более 75% грузооборота выполняют основные порты, расположенные в Хабаровском и Приморском краях — это Восточный, Находка, Владивосток, Ванино и Де-Кастри.

Порты Дальневосточного бассейна обеспечивают перевалку грузов, необходимых населению обширных территорий, в том числе и труднодоступных, российского Дальнего Востока, а также вывоз товаров из этого региона и поступающих из других регионов России на внутренний и внешний рынки.

Особенности в работе и развитии портов Тихоокеанского бассейна обусловлены их удаленностью от центральных областей России. В то же время эти порты находятся вблизи быстро развивающихся стран Азиатско-Тихоокеанского региона (Китая, Японии, Южной Кореи), с которыми Россия стремится укрепить внешне-торговые и другие связи.

Порты Приморья являются конечными пунктами Международного транспортного коридора «Восток-Запад». А это существенно усложняет управление производственным процессом, в частности, взаимодействие с железной дорогой.

Железнодорожные подходы к морским портам практически на всех бассейнах действительно отстают от развития производственных мощностей портовых перегрузочных комплексов. В целях синхронизации работы железнодорожной, автомобильной и портовой инфраструктуры необходимо предусматривать сопряженное развитие морских портов и железнодорожных и автомобильных подходов к ним.

В связи с развитием дальневосточных регионов и потенциальным увеличением размеров перевозимых грузов с новых месторождений ресурсодобывающей промышленности, остро встает вопрос обеспечения погрузки вагонным парком, в большей степени представленным полувагонами.

На сегодняшнем этапе российский рынок железнодорожных перевозок находится в сложной ситуации: профицит подвижного состава привел к значительному сокращению доходности перевозок грузов по железной дороге. По мнению всех участников рынка, такая ситуация не может продлиться долго, качественные изменения на рынке неизбежны.

С 2016 года окончательно отменена возможность продления установленного срока службы грузовых вагонов, даже через систему модернизации с последующей сертификацией, которая действовала в рамках техрегламента Таможенного союза. Это решение, направленное на активизацию списания старого подвижного состава, станет предпосылкой формирования спроса на продукцию отечественного транспортного машиностроения.

В перспективе ожидается массовое списание экономически неэффективного подвижного состава с истекшим сроком службы — более 100 тыс. вагонов ежегодно и выход на долгосрочно стабильный уровень в 20–30 тыс. вагонов в год к 2019 году.

При этом, списанный подвижной состав будет замещаться в основном экономически более эффективными инновационными вагонами, в результате чего более 80% производства будет обеспечено вагонами нового поколения. Динамика парка инновационных вагонов в РФ приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Динамика парка инновационных вагонов в РФ в 2008–2017 гг., тыс. ед.

Российская Федерация, обладая 20% доказанных мировых запасов угля, входит в пятерку мировых лидеров.

В перспективе до 2030 г. Россия будет наращивать добычу и экспорт угля, оставаясь одним из главных его поставщиков на внешний рынок. К 2030 г. объем российского угля, отправляемого на экспорт морским путем, составит 166,6 млн. тонн, в том числе через порты России — 149,1 млн. тонн.

Несмотря на потенциал портов Российской Федерации в первую очередь в обеспечении экспортно-импортных потоков, российские порты зачастую проигрывают конкуренцию за собственный трафик портам стран соседей. При этом следует отметить, что российские порты обладают существенно лучшим расположением относительно российских центров производства и потребления грузов, что при существенно меньших издержках транспортировки грузов морем по сравнению с сухопутными участками, должно ориентировать российские экспортно-импортные потоки на российские порты.

Наряду с географическим положением относительно потребителей и производителей, одними из важнейших факторов выбора порта разгрузки является скорость и качество обработки грузов.

Однако первоочередным сдерживающим фактором развития портов является сухопутная инфраструктура, в первую очередь — железнодорожные подходы.

Как известно, значительная часть грузопотоков доставляется в порты железнодорожным транспортом. В этой связи, налаженная работа портовиков и железнодорожников, а также возможности инфраструктуры — являются основополагающими факторами интеграции этих видов транспорта.

Основным барьером, ограничивающим перспективные грузопотоки на Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, является практически весь восточный участок БАМа — от станции Хани до Комсомольска-на-Амуре и далее до Советской Гавани, включая Кузнецовский тун-

нель на участке Комсомольск-на-Амуре — Ванино. В свете текущего состояния транспортной инфраструктуры региона приоритетными направлениями развития транспорта в Дальневосточном федеральном округе являются усиления Транссибирской магистрали и БАМа во взаимодействии с развитием перегрузочных мощностей базовых материковых портов и портов на острове Сахалин.

Реализация планов по освоению месторождений полезных ископаемых в Дальневосточном, Сибирском федеральных округах, строительству портовых экспортных мощностей на Ванинском транспортном узле и портах Приморского края вызовет наибольший прирост объемов грузопотоков на участках БАМа и Транссиба.

При транспортировке угля на экспорт необходимо четко расставлять акценты. Перевозка угля с месторождений, которые находятся рядом с портами, является очень конкурентоспособной и дешевой, перевозка с месторождения в районе БАМа тоже недорогая. Поэтому главное в такой ситуации — соблюсти баланс интересов. В свою очередь, тариф на перевозку угля напрямую связан с развитием инфраструктуры. Однако, уголь — один из самых дешевых видов груза, он не сможет покрыть всех затрат на перевозку грузов по магистрали. При этом себестоимость перевозок по БАМу в несколько раз выше, чем среднесетевая себестоимость в настоящее время. Высокая стоимость транспортировки по БАМу объясняется использованием тепловозной тяги, относительно короткими поездами, сложным рельефом местности, очень дорогим содержанием пути.

В связи с вышеизложенным для развития БАМа и Транссибирской магистрали необходимо развивать инфраструктуру для перевозки высокоходных грузов с целью сокращения срока окупаемости.

Замена старых вагонов на инновационные также должна способствовать увеличению пропускных способностей железнодорожных линий и перерабатывающей способности пунктов перегрузки грузов в портах и на су-

хопутных погранпереходах, снижению себестоимости перевозок ввиду увеличения средней нормы загрузки вагона.

Таким образом, можно отметить, что при комплексном внедрении технических, технологических и организационных решений в развитии транспортировки массовых

грузов в направлении «восток-запад» можно в полной мере обеспечить конкурентоспособность отечественных портов и железнодорожных магистралей, а также развить транспортные коридоры в восточном направлении (рисунк 2).

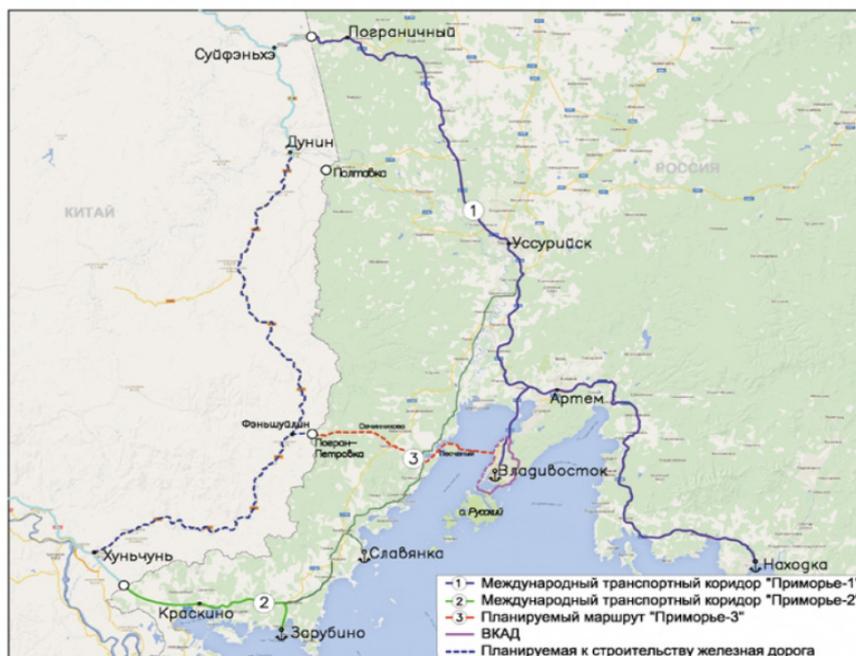


Рис. 2. Схема международных транспортных коридоров в восточном направлении

Литература:

1. В. И. Федотов, А. И. Зарытовская — География России. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология — 2016 г. № 4.
2. Концепция создания терминально-логистических центров на территории российской федерации. — М., 2015.

АРХИТЕКТУРА

Städtebauliche Eigenschaften und Entwicklung des Friedhofs

Габай Максим Феликсович, магистрант
Технологический институт Карлсруэ (Германия)

Нуянзина Валерия Андреевна, магистрант
Иркутский национальный исследовательский технический университет

Die Auseinandersetzung mit dem Tod ist für alle Kulturen essentiell. Schon immer war es ein großes Anliegen Verstorbenen die letzte Ehre zu erweisen. So haben sich um den Tod in allen Kulturen verschiedenste Riten, Kulte und Bräuche über Generationen und Jahrtausende gebildet. So verschieden die Vorstellungen über ein Nachleben in den einzelnen Kulturen doch waren, war es immer der Wunsch die Toten respektvoll zu überführen. Primitive Grabbauten im europäischen Raum sind in etlichen Ausgestaltungen nach landschaftlichen und klimatischen Parametern vorzufinden [1]. Im Folgenden wird ein Überblick über die Entwicklungsgeschichte im der Städtebaulichen Entwicklung des Friedhofs gegeben. Wortherkunft Das Wort Friedhof (Im Altdeutsch freithof oder vrithof) bezeichnet einen umfriedeten Raum. Im rechtlichen Sinne ist das auch ein Asylraum [1]. Wortherkunft. Das Wort Friedhof (Im Altdeutsch freithof oder vrithof) bezeichnet einen umfriedeten Raum. Im rechtlichen Sinne ist das auch ein Asylraum [2].

Die Nekropole. Eine der frühesten Friedhofsähnlichen Anlagen ist die Nekropole. Zwar gibt es keinen geregelten Gesamtort, den man als Friedhof bezeichnen kann, jedoch sind die Anhäufungen der Grabstätten sehr nahe dem Verständnis eines Friedhofes. Der Grund dafür ist, dass die Beerdigung eine private Angelegenheit war [3]. Es gibt keinen eindeutigen Ort für Nekropolen die Gräber sollten lediglich außerhalb der Städte sein und keine anderen Nutzungen stören. So geht es aus dem zwölften Tafelgesetz hervor. So sammelten sich die Grabstätten an den großen Hauptstraßen, außerhalb der Städte und in nicht nutzbaren Feldern um die Stadt [4]. Die andere Möglichkeit war die Entsorgung der Leiche in zentralisierten Entsorgungsanlagen, den Puticuli, zusammen mit dem täglichen Hausmüll. Hierbei wurde man, ohne jegliche Erinnerung zu hinterlassen, entsorgt. Weitere Formen der Bestattung war der Zusammenschluss in Gruppen, um sich so die Ruhestätte zu finanzieren zu können. Generell ist der ökonomische Faktor entscheidend für diese Zeit gewesen. Die Grabstätte war eine Immobilie und es gab einen entsprechenden freien Markt für diese [5]. Begräbnisvereine waren das gesellschaftliche Konstrukt jener Zeit um weniger vermögenden eine möglichst würdige Grabstätte zu ermöglichen. Wich-

tige Faktoren für die städtebauliche Positionierung der Nekropolen war einerseits hygienische Sicherung der Städte, andererseits wurden die Nekropolen als recht unwichtige Elemente der Stadt betrachtet, sodass diese andere Nutzungen möglichst nicht stören sollten. So sind es letztendlich unzusammenhängende Restflächen, die den Nekropolen zur Verfügung standen. Das System der außerstädtischen Restflächen funktioniert nur so lange wie die Stadt in ihren Grenzen bleibt. Ansonsten konnte eine ungewollte Durchmischung zwischen Totenstätten und dem Rest der Stadt entstehen.

Der Jüdische Friedhof Der jüdische Friedhof hat eine Sonderposition in den Typologien der Friedhöfe, weil sich dieser Typus relativ stabil verhält und wenige Veränderungen im Laufe der Geschichte erfährt. Das hebräische Wort für Friedhof «Beth Olam» () bedeutet so viel, wie Haus der Ewigkeit oder Guter Ort. Die Gräber sind dementsprechend auf die Ewigkeit ausgelegt. Es gibt nie ein Umbetten der Verstorbenen, noch gibt es eine große Ehrung dieser, da man sich am Tod nicht ergötzen soll. Auf Beigaben, Blumenschmuck und Bilder wird verzichtet. Wichtig ist auch das der Friedhof in der Jüdischen Kultur als etwas Unreines angesehen wird. So muss der jüdische Friedhof fernab der Stadt liegen. Wichtig ist, dass das Friedhofsgelände entkoppelt von der Außenwelt ist und so einen eigenen Kosmos bildet. Meistens liegen sie an abgelegenen Stellen außerhalb der Stadt.

Frühchristliche Katakomben. Die christliche Wertegemeinschaft sah es als wichtig an sich um die Bestattung seiner Mitglieder zu sorgen [6]. Man glaubte nun an ein Eschatologische Endzeit und musste in der Zwischenzeit, bis zum Tage des Jüngsten Gerichtes, für die Verstorbenen einen geeigneten Ort finden. Die ersten Gemeinschaftsgräber entstanden nun in der Stadt. Im Zentrum der Gemeinschaft. Aus Platzgründen wurden die ersten Gemeinschaftsgräber unterirdisch angelegt [7]. Hier wurde auf engem Raum ein verzweigtes System von Gängen und Gruften angelegt. Besonders die Plätze um Märtyrergräber waren sehr beliebt [8]. Man erholte sich durch die Nähe zu den Märtyrern größere Hilfe am Tage des Jüngsten Gerichtes. Die Katakomben gehörten der Gemeinschaft und waren durch Schenkungen von reichen Mitgliedern auch nach diesen benannt. Die Gemeinschaftsgräber lassen sich als Fortführung der Bestattungsvereine der Vorchristlichen Zeit betrachten. Hier war

man jedoch nicht mehr dazu bewegt mit finanziellen Mitteln sich am Verein zu beteiligen. Lediglich der Glaube ermöglichte einen gesicherten Platz. Im täglichen Leben nicht sichtbar, waren sie nur durch die imposanten Eingänge bemerkbar. Ansonsten waren die Katakomben abgeschnitten vom täglichen Leben.

Der Kirchhof. Aus der Verehrung der Märtyrergräber entstand ein Reliquien Kult. Die Märtyrer wurden als Reliquien betrachtet. Reliquien hatten eine bestimmte Strahlkraft, die auf verschiedenen Synoden der Kirche festgelegt wurde [9]. Die Gebeine von Märtyrern wurden exhumiert und in Kirchen gebracht. Die Toten wurden nun an der Hinterseite der Kirche, in einem eingefriedeten Bereich beerdigt. Der Kirchenraum selber war auch ein Teil der Begräbnisstätte. Zudem gab es im vorderen Teil der Kirche, das Atrium, einen belebten Hof und Schauplatz des alltäglichen Lebens, da die Kirchen sich meist im Zentrum befinden. Darüber hinaus gab es keine einheitliche Gestaltung oder ideale Vorstellung vom Kirchhof. Nicht selten überschritten sich die Bereiche, sodass zum Beispiel Händler ihre Waren auf dem Kirchhof verkauft haben während zugleich die Toten beerdigt wurden [10]. Neben den Kirchen waren auch Klöster befugt Friedhöfe anzulegen. Wenn man aus der kirchlichen Gemeinde ausgeschlossen wurde, hatte man keine Möglichkeit mehr ordentlich begraben zu werden. Not- und Sonderfriedhöfe befanden sich außerhalb der Städte. Zudem war der Kirchhof meist das einzige steinerne Bauwerk einer Stadt, sodass die Einwohner oder Händler dort bei Gefahr Schutz suchten [11].

Der Gottesacker. Verschiedene Faktoren haben dazu geführt, dass nach und nach die Kirchhöfe aufgegeben wurden. Zum einen wurde nun der Zusammenhang von Bestattung und Hygiene deutlich [12]. Die Notfriedhöfe der Pestepidemien hatten sich als zuverlässig erwiesen. Zum anderen konnte die Form des Kirchhofs die steigenden Bevölkerungszahlen nicht mehr beherbergen. Dazu kam auch das durch die Reformation die Bestattung in der Nähe der Reliquien nicht mehr notwendig war [13]. Stattdessen wurden vor Ort Liturgien gesprochen. Das kultische Zentrum wurde aufgegeben. Die neue Form des Friedhofes bot nun auch deutlich mehr Repräsentationsfläche für das neu erstarkte Bürgertum. Wenn die privilegierten Plätze beim Kirchhof in der Kirche selbst waren, so waren es nun entweder Mausoleen und Gruften oder Randgräber die eine Prominenz innehatten. Auch war es nun die erste Zeit, in welcher es mehrere unterschiedliche Friedhöfe (protestantisch, katholisch) in den Städten gab. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass ab diesen Zeitpunkt deutlich mehr Menschen namentlich bestattet waren. Auch waren mehrfache Belegungen abgeschlossen. Zudem war der Gottesacker zum ersten Mal ein ganzheitlich geplanter Friedhof in dem die einzelnen Grabplätze gekennzeichnet waren. So war er nun erstmals ein reiner Friedhof ohne Kirche im Zentrum. Die Friedhöfe, an der Stadtgrenze angelagert, bildeten so einen Friedhofsring um die Stadt.

Der Kommunalfriedhof / Parkfriedhof. Durch stätiges Wachstum der Städte und die Loslösung von religiösen

zwängen wurde ein neuer Typ von Friedhof gesucht der den hygienischen Standards entsprach und einer säkularisierenden Bevölkerung einen gemeinsamen Nenner gab. Die Kirche wurde von den Kommunen abgelöst und deren Anliegen war es auch sich durch die Friedhöfe zu präsentieren. Somit wurden die Friedhöfe zu repräsentativen Objekten einer solidarischen Gesellschaft. Durch hygienische Gründe und durch Notwendigkeit von großen Platzflächen wurden die Friedhöfe, als Parks, weit weg von der Stadt angelegt. Nun konnten alle Bürger der Stadt auf dem Friedhof begraben werden ohne religiösen oder finanziellen Einschränkungen. Die Weiten Wege konnten nur durch die aufkommende Mobilität ermöglicht werden [14]. Das System funktioniert nur unter einem solidarischen Vorsorgesystem der Kommune, dass bewusst alle seine Bürger die minimale Variante der Bestattung ermöglichte. Das unterstützten der Trauernden förderte den Trauerkult und die Belebung des Friedhofes. Der Charakter sollte von herkömmlichen Bild des Friedhofs weichen und einem attraktiveren parkähnlichen Charakter bekommen. Neben den beherbergen von Leichen auch öffentliche Funktionen, wie Erholung und Freizeit im Vordergrund. Vornehmlich entstanden die neuen Kommunalfriedhöfe, wie auch schon der Gottesacker davor, am Rande der Stadt. Diese bildeten somit den zweiten Friedhofsring in vielen Städten. Zudem waren die neuen Friedhofsflächen wegen den günstigen Grundstückspreisen besonders an Ausfallstraßen gelegen. Somit war auch eine gute Anbindung ermöglicht.

Zentralfriedhof oder Hauptfriedhof. Bei sehr großem Platzbedarf, besonders in Metropolen, wurde auf extrem großen Flächen Zentralfriedhöfe erschlossen. Zentralfriedhöfe sind immerzu interkonfessionell. Sie sind die Sammelstelle vieler Verschiedener Bestattungsarten und unterschiedlicher Kulte. Auch ermöglichte er im großen Masse die Errichtung von Armengräbern. Hierbei ist wichtig, dass sich die einzelnen Teile des Friedhofs nicht im Konflikt zu einander stehen. So kann durchaus ein Bestattungsplatz auf dem Zentralfriedhof als nicht attraktiv betrachtet werden. Zudem bietet ein Zentralfriedhof auch Plätze für alternativ Bestattungen an. Hier werden anonyme Bestattungen, Urnengräber und weitere Sonderformen der Bestattung durchgeführt. Außerdem kann ein zentralisierter Friedhof nur mit einer großen Auslastung betreiben werden. Wenn die Gräber unbesetzt bleiben entstehen schnell Überhangflächen, die ohne monetären Gewinn bewirtschaftet werden müssen.

Heutige Situation. Heute haben die Friedhöfe mit einem Attraktivitätsproblem zu kämpfen. Der steigende Wunsch nach alternativen Bestattungen, wie auch die sinkende Sterberate haben ein Gros an Überhangflächen bei den Friedhöfen geschaffen. Zudem befinden sich die damaligen Peripheriegebiete nun mitten im städtischen Gefüge. Diese sind nun in vielerlei Hinsicht notwendige Orte in der Stadt geworden, welche großen Schutz aber auch Entwicklung benötigen. Trauerorte sowie Beerdigung Stätten sind nun nicht mehr zwingend auf dem Friedhof. Das Thema Friedhof und Beerdigung sind heutzutage nicht mehr aktuell und sind fast komplett aus dem täglichen Leben verschwunden. Eine Ver-

änderung des Trauerkults ist eingetreten, ohne jedoch eine Änderung des Friedhofs zu bewirken.

Statement. Die Einbindung des Friedhofs in den städtischen Kontext zeigte auch immer die Wertschätzung der Gesellschaft gegenüber der Erinnerung an die Verstorbene und die Wichtigkeit der Totenfürsorge. Wem die Gesellschaft die Bestattung anvertraut erweist sich als entscheidend für die Standortwahl wie auch für die Morphologie von Bestattungspätzen. Hier zeigen sich immer wieder die solidarische Gemeinschaft und ökonomische Überlegungen. In unserer heutigen Zeit ist die Versorgung wieder stark in private Hand gegeben worden. Das solidarische Sterbegeld, welches die Grundsicherung der Bestattung ermöglichte wurde 2004 gestrichen. Friedhöfe werden von den Kommunen als belastend empfunden und müssen sich finanziell selber tragen. Die Vorhanden Friedhofsformen sind nicht mehr Zeitgemäß, da sie auf nicht mehr relevanten Faktoren basieren und jetzt zunehmend Symptome der Dysfunktionalität aufzeigen und ökonomisch nicht mehr Tragfähig sind. Auch die vormalig an-

gedachte Konzipierung der Friedhöfe in den Peripheriegebieten der Städte sind nicht mehr gegeben. Die Stadt hat diese Gebiete unlängst erreicht. Ziel muss es sein die neuen Axiome zu bestimmen, die für den Friedhof für die aktuellen Entwicklungen notwendig sind. Zudem muss auch an die passende gesellschaftliche und räumliche Stelle rücken. Dabei muss man festhalten, dass der Friedhof sich nicht immer wieder auslagern lässt, wenn wir von einer zunehmenden Urbanisierung der Städte ausgehen. Das vorhandene Angebot an innerstädtischen Friedhofsflächen muss weitestgehend ausgeschöpft werden. Wichtig dabei ist, dass der Friedhof stets die Repräsentationsfläche der Gesellschaft war. Das Ziel muss es also immer sein der Gesellschaft die notwendigen Möglichkeiten und Freiräume zur Kultfindung zu geben. Jedoch muss das aus einer Synthese der früheren Stadien des Friedhofs heraus entstehen und evolutionär die Entwicklung des Friedhofs fortzusetzen. Dabei muss man auf die urbanen Bedingungen aufbauen und den Friedhof möglichst integrativ in das urbane Gefüge zu integrieren.

Literatur:

1. Vgl Otto Valentin / Josef Wiedemann Der Friedhof s. 9 bis 10
2. Vgl Reiner Sörries Ruhe sanft: Kulturgeschichte des Friedhofs Position 512
3. Vgl Hornberg Marie-Luise Heute Friedhof morgen Wohngebiet s21
4. Vgl. Reiner Sörries, Gräberstraßen und Nekropolen nach römischem Vorbild. Das Friedhofswesen in den germanischen Provinzen des Imperium Romanum, in: Raum für Tote (2003), s. 11–26.
5. Stefan Schrumpf, Bestattung und Bestattungswesen im Römischen Reich. Ablauf, soziale Dimension und ökonomische Bedeutung der Totenfürsorge im lateinischen Westen. Göttingen 2006, s. 127.
6. Vgl Reiner Sörries Ruhe sanft: Kulturgeschichte des Friedhofs Position 243
7. Vgl Reiner Sörries Ruhe sanft: Kulturgeschichte des Friedhofs Position 339
8. Vgl Reiner Sörries Ruhe sanft: Kulturgeschichte des Friedhofs Position 251
9. Vgl Vom Gottesacker zum Krematorium — Eine Sozialgeschichte der Friedhöfe in Deutschland seit dem 18. Jahrhundert. s8
10. Vgl Hornberg Marie-Luise Heute Friedhof morgen Wohngebiet s22
11. Vgl J Schweizer Kirchhof und Friedhof s. 46
12. Vgl J Schweizer Kirchhof und Friedhof s. 117
13. Vgl Hornberg Marie-Luise Heute Friedhof morgen Wohngebiet s22
14. Vgl. Heiderose Jenz Der Friedhof als stadtgeografisches Problem der Millionenstadt Berlin s. 23

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Некоторые аспекты использования метода реконструкции в изучении народного костюма

Павлова Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент;

Батуева Оюна Игоревна, магистрант;

Баймеева Евгения Игоревна, магистрант

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (г. Улан-Удэ)

Проектирование изделий лёгкой промышленности включает различные этапы теоретической и практической деятельности, начиная с системного анализа и заканчивая проектом и синтезом конечного продукта. Анализ первоисточника и/или аналога проектируемого объекта необходим для определения отличительных свойств изучаемых объектов. Если целью проектирования предметов материальной культуры является создание современных образов в этническом стиле или по этническим мотивам, то в его основе лежит всестороннее комплексное исследование культурного наследия того или иного народа, в том числе его прикладной составляющей. Изучение самых разных предметов материальной культуры любого народа, позволяет существенно уточнить и расширить знания об историческом прошлом и настоящем изучаемого народа, о повлиявших на него многочисленных культурных контактах и взаимодействиях, выявить характерные морфологические и композиционные особенности, служащие основой этнического дизайн-проектирования.

Для последовательного изучения предметов материальной культуры используются самые разные методы. В качестве базового подхода к аналитическому исследованию первоисточника в целом может служить методика системного сопоставительного анализа разнотипных источников, включающая такие виды анализа, как искусствоведческий, технико-технологический, семиотический, цветопластический и др. в соответствии с поставленной целью исследования [1, с. 87]. Для последующего этнопроектирования современных дизайн-образов в обозначенную систему можно включать другие виды анализа [2, с. 238], т. е. необходимо комплексное использование различных методов научного исследования, в том числе используемых в истории, археологии этнографии и других научных областях. Достаточно важной частью аналитического исследования материальной культуры любого народа является изучение системы национальных костюмных комплексов. В данном случае методическую систему как целеполагающую основу разработки изделий легкой промышленности составляют данные композиционного, морфологического, технико-технологического и конструктивного видов анализа [3, с. 600].

При проведении аналитического исследования предметов этнического костюма очевидно необходимо учитывать следующие особенности: разрозненность сведений об исторических периодах развития народа и костюмных комплексах соответствующего времени; неоднозначность описания костюмных образов и его изображений в письменных и/или изобразительных источниках; отсутствие сведений о свойствах используемых материалов и антропологических данных соответствующего костюму исторического периода. Конструктивный анализ таких составляющих костюмного комплекса, как одежда и обувь, предусматривает выявление способов их выкраивания, изготовления и ношения, а также морфологического соответствия формы предметов, составляющих костюм, и фигуры человека исследуемого периода времени [4, с. 259]. Для последующего проектирования изделий легкой промышленности по этническим мотивам требуется знание особенностей конструктивного устройства изделий, а также элементов эргономичности и экономичности. Подобное исследование зачастую требует использования инструментальных / органолептических методов изучения реальных материальных объектов, что невозможно при наличии лишь изобразительных и письменных источников изучения. В качестве объектов исследования используются такие виды воссоздания первоначального облика предметов как музейные коллекции, археологические данные, изобразительные и письменные данные. Поэтому получение данных конструктивного анализа в ходе изучения ретроспективных источников проектирования усложняется рядом причин, в том числе, статусом «музейных экспонатов» исследуемых объектов.

Изучение предметов, составляющих народный костюм, очевидно необходимо синхронизировать в соответствии с основными историческими этапами развития народа и его материальной культуры. Смещение временных рамок может привести к невозможности точной идентификации этнического костюмного комплекса и/или его искажения. Кроме того, анализ материальной составляющей культуры ранних исторических периодов того или иного народа зачастую ограничен временными рамками, т. к. сохранность

и возможность использования подобных исторических находок ограничены. Исследователи-археологи сталкиваются с проблемой воссоздания первоначального вида изделий (в том числе кроя), т. к. найденные предметы одежды и обуви доходят до нас в различной степени сохранности. При изучении археологических находок предметов костюма, выполненных из ткани, не всегда возможно воспроизведение направления нитей основы и утка, важного для воспроизведения системы кроя изделий. Здесь изучение конструктивного устройства напрямую взаимосвязано со способами изготовления материалов. Кроме того, для точности воспроизведения исходной формы предметов костюма немаловажен правильный подбор материалов, из которых был изготовлен изучаемый объект и, соответственно, знание их физико-химических и других свойств. Для тканей, помимо направления нитей основы и утка, необходимо знать ширину сотканной основы, что приводит к необходимости изучения конструкции ткацкого станка и пр. Все это подтверждает необходимость включения в методическую систему исследования технико-технологического анализа.

Другой немаловажной особенностью изучения народного / этнического костюма является то, что музейные образцы одежды или обуви зачастую невозможно сопоставить с фигурой человека, т. к. неизвестны размерные данные и морфологические особенности людей, на которых были изготовлены изучаемые костюмы. Тем более не всегда достоверно изучение изображения изделий (по изобразительным данным музеев или других первоисточников) и сопоставлении их с изображением некой абстрактной, а не конкретной фигуры человека.

Изучение конструктивного устройства одежды на ранних этапах развития того или иного этноса связано также со следующими моментами. При изучении и идентификации письменных источников, особенно раннего периода, можно столкнуться с тем, что, имеющиеся данные о крое исследуемого костюмного комплекса зачастую не всегда достоверны, т. к. сведения о крое изделий, сохранившихся раритетов в силу различных причин они могли быть искажены, изменены или имеют разное толкование. Известные схемы и системы кроя изделий не всегда точны, т. к. неизвестны упомянутые выше исходные данные раскроя: размерная характеристика тела человека и характеристика используемых материалов. Меняются условия жизни народов, традиции, соответственно меняются если не форма одежды и кроя, то способы их изготовления, что влияет на изменение конструктивного устройства изделий и их крой. Имеются исключения, такие, например, как японское кимоно, традиции изготовления, раскроя и способа надевания не менялись и сохранялись веками.

Всё вышесказанное подтверждает необходимость расширения методической основы исследования этнических первоисточников путём привлечения новых способов их изучения. В данном случае для проведения полноценного конструктивного анализа становится необходимым и возможным применение такого метода, широко исполь-

зуемого в археологии и истории, как реконструкция. Известно [5, с. 83], что реконструкция — «это деятельность, целью которой является исследование и воспроизведение в комплексе по данным различных источников вестиментарной области человеческой деятельности». Реконструкция является одним из наиболее востребованных методов исторического исследования в разных областях. Данный метод позволяет «путем сопоставления данных археологии, изобразительных, письменных источников, научных трудов и экспериментальной проверки на функциональность (если речь идет о предмете) воссоздать утраченный объект с максимальной степенью соответствия историческим прототипам» [6, с. 144]. При этом ставится целью «нахождение соответствия между археологическим артефактом, данными нарративных и изобразительных источников, обеспечивающего наиболее цельное представление об объекте изучения и предмете реконструкции» [5, с. 84]. В нашем случае необходима реконструкция исторического костюма / костюмного комплекса как объектов материальной культуры. При этом предпочтительнее использование таких ее типов, как изобразительный и материальный. Используемый исследователями метод материальной реконструкции анализируемых предметов представляет собой воссоздание их в первоначальном, или похожем на первоначальный, виде. Метод может быть использован для воссоздания формы объектов, их типологии, воспроизведения свойств материалов и технологии изготовления предметов костюма. Нами же данный вид исследования использован, кроме воссоздания первоначального облика различных предметов костюма, для проведения конструктивного анализа воссозданных копий объектов. В последнем случае не всегда необходима полная реконструкция, при морфологическом исследовании предметов костюма важно воспроизведение исходной формы изделий, т. е. возможно создание копий изделий без адаптационного изменения исторического кроя. Таким образом, использование метода реальной материальной реконструкции исторических предметов вполне обосновано и успешно востребовано и применимо. Тем не менее, при всех его положительных моментах, метод достаточно трудо- и ресурсоёмок, поэтому на определенных этапах исследования предметов материальной культуры возможно использование метода виртуальной исторической реконструкции с помощью различных программ трехмерного компьютерного моделирования. Известно, что «реконструированные виртуальные трехмерные модели дают возможность увидеть ... отдельные предметы быта историко-культурного наследия, восстановленные по фрагментам археологических раскопок» [7, с. 15]. Использование метода виртуальной реконструкции при изучении предметов материальной культуры не столь масштабно, как в случае воссоздания каких-либо исторических событий или историко-архитектурного наследия [8, с. 112], но имеет свои преимущества. Например, возможность воспроизведения свойств материалов в отдельных программах, возможность оценить

объемность изделий и посадку на человеке. Технологии трехмерного моделирования расширяют инструментарий не только исторических исследований, но и расширяют возможности анализа, синтеза и репрезентации изучаемых объектов, в нашем случае предметов этнического костюма. К недостаткам применения виртуальной реконструкции в случае изучения предметов костюма можно отнести невозможность воспроизведения методов технологической обработки изделий.

Таким образом, применение метода реконструкции, как материальной, так и виртуальной, в конструктивном анализе народных костюмных комплексов вполне приемлемо и достаточно эффективно. Для системности прово-

димого исследования с использованием данного метода важно учитывать следующие аспекты: синхронизация исторических периодов развития народа и соответствующего костюмного комплекса, привязка к ним имеющихся данных о костюме; упорядочивание описания костюмного комплекса разных исторических периодов; воссоздание костюмного образа при уточнении физико-химических свойств материалов; уточнение конструктивного устройства костюма и соответствующих технологических данных. Все это позволит обеспечить полноту проведенного исследования и успешно перейти к реализации следующего этапа: проектированию современных костюмных образов с учетом выявленных этнокультурных аспектов.

Литература:

1. Павлова, С. В. Методологические аспекты этнопроектирования изделий легкой промышленности. // Приволжский научный вестник. 2012. № 11 (15). с. 86–90.
2. Павлова, С. В. Изучение аспектов взаимодействия народного костюма и современной моды // Вопросы гуманитарных наук. М., 2009. № 3 (41). с. 236–239.
3. Павлова, С. В. Технологический аспект проектирования изделий с использованием орнаментальных мотивов. // Естественные и технические науки. М., 2010. № 5 (49). с. 600–601.
4. Павлова, С. В., Хандакова Б. Д. Некоторые морфологические аспекты геометрического моделирования изделий легкой промышленности. // Естественные и технические науки. М., 2012. № 5 (61) с. 259–261.
5. Фудимова, Е. В. Историческая реконструкция костюмного комплекса: методология оценки аутентичности. // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2015. № 3. с. 82–84.
6. Кумпан, Е. В., Камалетдинова А. И. Реконструкция, как основной метод воссоздания исторического национального костюма // Вестник казанского технологического университета, 2014. № 13. с. 143–145.
7. Бублова, Н. П., Епанян В. Методика трёхмерного компьютерного моделирования при реконструкции исторических объектов. // Теор. доклады IV Всеросс. творч. лаб-и МОН РФ «Регионы. Города. Ракурсы и параллели». Омск, 2016. с. 14–19.
8. Еремин, И. Е., Боднарюк М. К., Вишневецкий А. В., Черкасов А. Н. Компьютерная историческая реконструкция. // Ученые заметки ТОГУ, 2016. Т. 7. № 3. с. 111–116.

Некоторые результаты изучения структуры костюма азиатских народов

Павлова Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент;

Борбоева Бэлигма Цыдыповна, магистрант;

Батоцыренова Светлана Баировна, магистрант

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (г. Улан-Удэ)

Одним из важных вопросов современного общества в условиях глобализации и переориентации культуры остается сохранение национальной самоидентичности отдельного человека в мировом культурном пространстве. Для этого необходимо привнесение в обыденность повседневной жизни постоянного ненавязчивого напоминания о связи поколений, времен и культур. Такими связующими, объединяющими прошлое, настоящее и будущее, являются традиции, культура и самобытность каждого конкретного народа. Для этнической самоидентификации, а также осмысленного использования в современном стиле этнических аспектов необходимо их четко обозначить, тщательно изучив первоисточник — материальную

культуру изучаемого народа, одной из составляющих которой является его национальный костюм.

Исследование костюмных комплексов невозможно отделить от изучения других объектов культуры наряду с выявлением их взаимосвязи и целостности всей культурной системы народа. Декор, орнамент, колористика как костюмных комплексов, так и других предметов материальной культуры имеют общую знаково-символическую, художественную, формообразующую системы и потому изучать их необходимо в комплексе. Подобное изучение этнической культуры различных народов необходимо для последующего дизайн-проектирования современных изделий по его мотивам [1, с. 87]. Особый интерес в данном контексте

представляет разработка изделий легкой промышленности (одежды и обуви) как наиболее наглядный пример этнической самоидентификации и самовыражения. Проектирование современных видов изделий легкой промышленности по этническим мотивам базируется на исследовании с использованием различных методов дизайна, в том числе, метода морфологического исследования [2, с. 146].

Морфологический метод исследования может быть применен к целому ряду систем, в том числе к исследованию объектов материальной культуры. В основе морфологического метода поиска новых решений лежит методика отображения структурной организации идеи за счет непредубежденного системно-логического обзора всех возможных вариантов решения рассматриваемой проблемы, в результате которой достигается обзор перспективы полного поля знаний об исследуемом предмете. В нашем случае исследуемой предметной областью дизайн-проектирования является объекты материальной культуры того или иного народа, в частности, различные архетипы костюмов или его вариации: костюмные комплексы в целом или его морфологическая составляющая.

Одним из видов морфологического исследования является структурный анализ, включающий изучение его объемно-пространственной структуры и пропорциональных соотношений [1, с. 88], поэтому объектом исследования в данном случае может служить структура народных костюмных комплексов: выявленная система характерных для нее структурных или функциональных морфологических признаков. Изучение структурирования формы в виде обобщенного геометрического символа — геометри-

ческой фигуры — открывает большие возможности для последующего формообразования и ассоциативного формотворчества в проектном пространстве современного костюма [3, с. 227].

Структурный анализ предметов материальной культуры, в том числе и костюмного комплекса, обычно предполагает работу с изображением предмета, включающего конкретный и абстрактный виды. На первом этапе структурного анализа выделяется образ объектов, т. е. их абстрактное изображение, построенное из условных элементов — констант и символов. Структурное изображение национального костюма, как и любого предмета материальной культуры, строится из простых симметричных геометрических фигур: прямоугольника, трапеции (или его геометрической разновидности — треугольника) и овала (рисунок 1). Каждое элемент структуры костюма может характеризовать композиционную систему комплекса в целом. Форма и взаимное расположение структурных элементов подчиняются передаваемой в сообщении объемно-пространственной структуре предмета [4, с. 80]. Выделенные признаки структуры костюма с их вариациями можно располагать в форме таблицы, называемой морфологическим ящиком, а также графической схемы, что позволяет лучше представить себе исследуемую систему [5, с. 107]. Подобный метод работает и на следующем этапе проектирования — синтезе современных объектов дизайна [6, с. 237]. Перебирая всевозможные сочетания альтернативных вариантов выделенных признаков, можно выявить новые варианты решения структуры современного костюма по этническим мотивам, которые при простом переборе могли быть упущены. Кроме

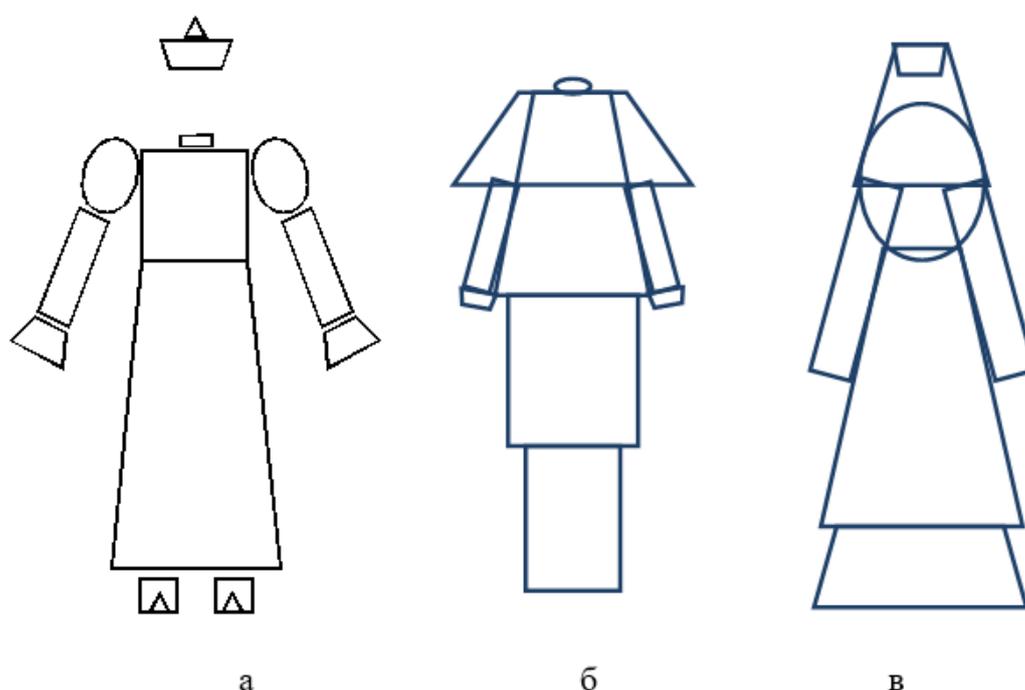


Рис. 1.

того, в качестве альтернативных вариантов структурных звеньев костюма для проектирования современных изделий в этническом стиле можно использовать видоизменённые структурные звенья. Изменения исходных структурных элементов может происходить как по форме элемента в целом (трансформации сдвига, растяжения, сжатия) [7, с. 120], так и структурных линий звена. При этом размеры морфологической таблицы / ящика могут меняться в соответствии с вариантами трансформации исходных элементов [3, с. 228], а также с вариантами их сочетаний.

Изучение костюмного комплекса предполагает исследование не только формы и структуры, но и его структурного формообразования. Если по форме народные костюмы достаточно стабильны [8, с. 140], то структурное формообразование костюмов даже одной этнической группы или народа более разнообразно. Структуры костюмов различных народов достаточно схожи: преобладают такие геометрические фигуры, как прямоугольник и трапеция, поэтому при изучении следует находить особые структурные элементы и сочетания, которые действительно отличают костюм одного народа от другого. При изучении костюмов азиатских народов похожие формы встречаются достаточно часто, а структурные звенья отдельных частей костюма могут отличаться. Подобные отличительные черты, являясь яркими этническими маркерами, служат основой для проектирования современных изделий, позволяя четко выделять характерный этнический аспект. Так, например, отличительной структурной характеристикой одного из комплексов бурятского народного костюма является рукав (рисунок 1, а). В нем использовано сочетание трех фигур: овала, прямоугольника и трапеции (простой и перевернутой), что дает широкие возможности для современного интерпретирования [3, с. 226]. Для последующего этнопроектирования современных костюмных комплексов возможно выделять характерные структурные элементы и/или их сочетания, служащие своеобразным этническим маркером, и которые могут служить структурной основой современного костюма. Так, например, при изучении структуры костюмов китайского народа нами отмечена своеобразная структура праздничных военных доспехов китайского императора (1736–1795 гг.), напоминающая по форме китайский храм (рисунок 1, б). А в одном из костюмных комплексов казахской женщины наиболее характерной чертой является структура головного убора *кимешек*, который мы представили состоящим из двух трапеций и овала (рисунок 1, в), хотя овал скорее присущ конструкции составляющего головной убор покрывала. Кроме того, достаточно характерна структура нижней части женского костюма, включающей сочетание трапеций платья *косетек* и верхней одежды — *камзола*, и образующей структурное подобие ёлки. Последний структурный элемент можно часто встретить в современных стилизациях казахского народного костюма (рисунок 1, в).

При использовании морфологического метода изучения предметов материальной культуры также необходимо учитывать то, что любая структура представляет собой знаково-символическую систему. В ней геометрические фигуры — это не элементарное пересечение линий, а изображения, наполненные сакральным смыслом. Семантическое толкование фигур и знаков может быть отличаться у разных народов, но есть и общее, в том числе и для многих азиатских народов. Две фигуры (прямоугольник и трапеция) состоят из четырех линий, а числу «четыре», как известно, отводится основополагающая роль в философских и космогонических концепциях: четыре стороны света, четыре стихии. Эта фигура совмещает в себе принципы статической устойчивости и целостности. Круг, как бесконечная линия, символизирует время в вечности, это первичный символ единства и бесконечности, знак абсолюта и совершенства. В природе все движется по кругу. Круг представляет небесную сферу в противоположность квадрату Земли, конечному, будучи представленным геометрической фигурой с углами [7, с. 120]. Треугольник отражает строение человеческого бытия на ментальном уровне. В различных трактовках данного символа прослеживается общая идея гармонии и равновесия. Мистическое значение треугольника (по сути графического изображения числа 3) охватывает и объясняет все мироздание: общность Вселенной — космос, земля, человек; продолжение рода — мужчина, женщина, ребенок; физическая оболочка — плоть, душа, разум [9, с. 260]. В современных интерпретациях этнического костюма символика структурных элементов и структуры в целом не имеет столь важного значения, как в народном комплексе, но её изучение необходимо для сохранения целостности этнического образа в современном костюме и может быть основообразующим аспектом как в декоре отдельных изделий или дизайн-концепции коллекции моделей одежды или обуви.

Таким образом, изучение структуры и морфологии народного костюма открывают широкое поле возможностей для формотворческих операций и их последующих преобразований в современной одежде, проектируемой в этническом стиле. Кроме прямого использования выделенных структурных систем народного костюма, возможно создание морфологических матриц характерных элементов изучаемого костюма [3, с. 228], а также их модификаций, что позволяет повысить вариативность последующих проектных решений. Но при этом необходимо учитывать, что в современный костюм, разработанный по народным мотивам, невозможно просто механически перенести структурную и/или пропорциональную основу архетипа народного костюма, послужившего источником проектирования. Требуется творческое переосмысление полученных результатов, использование ассоциативного метода разработки современных изделий, особенно при проектировании на основе сложных объемно-пространственных структур костюма без потери его этнической составляющей.

Литература:

1. Павлова, С. В. Методологические аспекты этнопроектирования изделий легкой промышленности. // Приволжский научный вестник. 2012. № 11 (15). с. 86–90.
2. Павлова, С. В. Особенности морфологического исследования в этническом дизайн-проектировании изделий легкой промышленности // Матер. XII междунар. науч.-прак. конф. «Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование». Улан-Удэ, 2016. с. 145–148.
3. Павлова, С. В. Особенности структурного анализа бурятского народного костюма // Современные гуманитарные исследования. М., 2009. № 3 (28). с. 225–229.
4. Павлова, С. В. Изучение использования народных традиций в практике современного проектирования одежды. // Вестник ВСГТУ. Улан-Удэ, 2007. № 1. с. 79–84.
5. Кравцова, Т. В. Основы теории и методологии дизайн-проектирования костюма. Владивосток, 2009. 143 с.
6. Павлова, С. В. Изучение аспектов взаимодействия народного костюма и современной моды. // Вопросы гуманитарных наук. М., 2009. № 3 (41) с. 236–239.
7. Павлова, С. В. Структурно-комбинаторное формообразование рукава в современной одежде по бурятским мотивам. // Вестник ВСГТУ. Улан-Удэ, 2010. № 3. с. 118–123.
8. Павлова, С. В. Особенности морфологии стабильных элементов в костюме по народным бурятским мотивам. // Вестник ВСГТУ. Улан-Удэ, 2010. № 4. — с. 138–141.
9. Привалова, В. М. Орнаментальная культура. Аналитический обзор символов и знаков геометрического орнамента в антропологической картине мира // Изв-я Самарского науч. центра РАН. Том 12. 2010. № 3. с. 255–263.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Рассмотрение технологий предварительного измельчения отходного мясокостного сырья

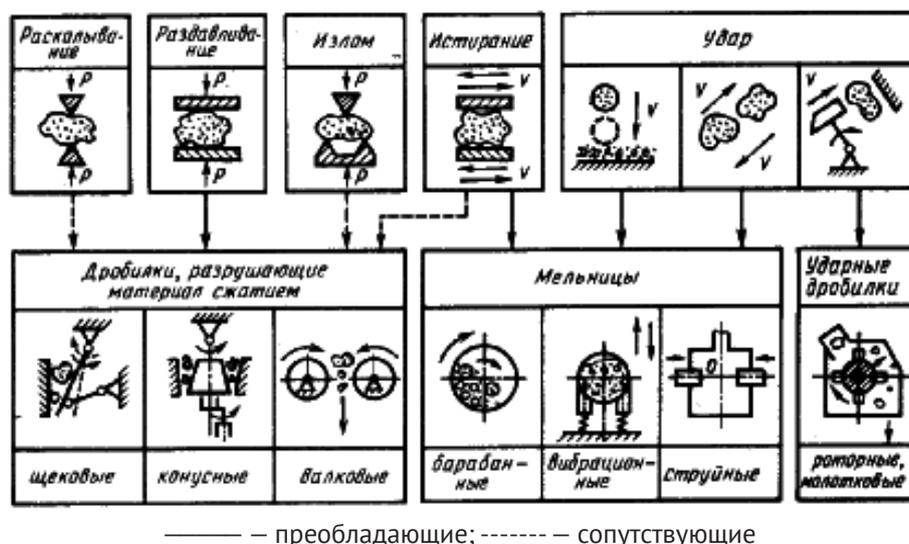
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук, и. о. ассоциированного профессора;
Рахманбердиева Гаухар, магистрант
Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина (г. Астана)

Искакова Асель Маратбековна, доктор философии (PhD)
Государственный медицинский университет города Семей (Казахстан)

Различный вид сырья при производстве кормов, в том числе значительно высокие требования к качеству готовой кормовой продукции определяют крупную номенклатуру технологического оборудования, предназначенного для измельчения. Для предварительного измельчения часто используют силовые измельчители для

начального измельчения мясокостного сырья, широкое применение имеют дробилки ударного действия, при производстве мясной кормовой муки из забракованного мяса широко используют режущее оборудование.

Обоснованной является классификация по способам измельчения, представленных в соответствии с рисунком 1 [1].



———— — преобладающие; - - - - - — сопутствующие

Рис. 1. Способы измельчения материалов

Сырье и вспомогательные материалы можно измельчать раздавливанием (сжатие куска), раскалыванием (эквивалентно растяжению), ударом, разрывом, разламыванием, истиранием, а также в некоторых случаях резанием (не указано в рисунке 1). Выбор механического воздействия зависит от физико-механических свойств (прочности, упругости, пластичности, вязкости, липкости и т. д.) и размеров измельчаемого продукта.

Как известно одним из главных результатов применения поточности в производстве кормов является экономия затрат времени на обработку объекта производства. Интенсификация поточного производства предусматривает наиболее короткий и рациональный путь перемещения

объектов переработки между технологическим оборудованием, при этом эффективность технологии достигается за счет исполнения в высокой степени совершенства отдельных операций [2].

Рассмотрим технологии с включением предварительного измельчения отходного мясокостного сырья.

Линия комплексной переработки кости объединения «Спомаш» (Польша) предусматривает наряду с получением пищевого жира выработку мясной массы, пищевого концентрированного бульона и кормовой муки. Линия предназначена для переработки всех видов кости крупного рогатого скота и свиней. Процесс обработки кости на линии осуществляется следующим образом. Кости свыше

50 см перед переработкой предварительно разрезают пополам на дисковой пиле.

Фирма «Berlin Consalt» (ФРГ) разработала технологию комплексной переработки кости в непрерывном потоке с получением пищевого жира, кормовой муки и шрота. Кость из цеха убоя скота и разделки туш подают на участок переработки в контейнерах, которые устанавливают на подъемнике. С его помощью кость выгружают в дробилку для грубого измельчения.

В Бельгии фирмой «De Smet» разработана технология по методу «Wartex» для переработки кости с получением пищевого жира, шрота и кормовой муки. Сырье после отделения металлических примесей двукратно измельчают и разделяют по размерам полученных частиц для последующего обезжиривания.

Установка для обработки кости по способу «Джонсон-Фаудлер» рассчитана для получения трех видов продуктов из кости: пищевого жира, кормовой муки и шрота. Кость конвейером подают в магнитный сепаратор для удаления металлических примесей, а затем в измельчитель для предварительного дробления до частиц размером 35 мм.

Фирмой ФМС (США) разработан метод комплексной переработки кости, предусматривающий получение ящечного жира, белкового компонента в сухом виде и костной муки. Кость и костный остаток, доставленные в контейнерах, после взвешивания с помощью опрокидывающегося устройства подают в дробилку для предварительного измельчения.

Линия переработки кости Я8-ФЛК предназначена для получения пищевого жира и кормовой муки из всех видов кости убойных животных и костного остатка. В составе линии имеются два участка: участок обезжиривания и участок сушки и измельчения обезжиренного сырья. В состав участка обезжиривания входит следующее оборудование: измельчитель кости, открытый элеватор, жиροотделитель, волчок, закрытый элеватор (2 шт.), бункер-накопитель, центрифуга марки ФМД-802К-05, сборник жиромассы (2 шт.), отстойник жира ОЖ-0,16 (2 шт.), сепаратор РТОМ-4,6 с межтарелочным зазором 0,75 мм. Участок сушки и измельчения обезжиренного сырья включает сушильный агрегат, закрытый элеватор, дробильную установку В6-ФДА. Переработка кости и костного остатка на линии Я8-ФЛК осуществляется следующим образом. Сырье по спуску или с помощью подъемного устройства поступает на накопительный стол, откуда его загружают в измельчитель кости [3].

Линия переработки кости Я8-ФЛ2-К работает следующим образом. Кость из сушильного агрегата шнековым подъемником загружается через магнитоуловитель в бункер установки Я8-ФДБ, а из него — в молотковую дробилку. Из нее измельченная кость через решетку самотеком поступает на сито с ячейками 3,0 мм, которое совершает возвратно-поступательное движение и приводится в действие через ременную передачу от того же электродвигателя, что и молотковая дробилка. Просе-

янная мука собирается в тару или поступает на элеватор, которым транспортируется в бункер для бестарного хранения. Отсев собирают и направляют на повторное дробление.

Известна мини-линия для производства рыбной и мясокостной муки из сырья с малым содержанием жира. Состав линии: измельчитель сырья, смеситель-запарник, насос. Краткое описание работы линии состоит в следующем: сырье после просмотра на наличие посторонних предметов подается в измельчитель сырья, после доизмельчения в насосе материал направляется в смеситель-запарник, при накоплении в смесителе-запарнике 1000 кг. измельчитель и насос выключают [4].

Технологический процесс на линиях ЛПКУ-А07 и ЛПКУ-А08 осуществляется следующим образом. Рыбные отходы просматривают на наличие посторонних предметов и направляют в измельчитель сырья. Измельченное сырье подается в варочный аппарат, где оно проходит термическую обработку. Далее жиρο-водно-белковая масса самотеком поступает в приемный бункер пастоприготовителя, где она повторно измельчается на более мелкие частицы и по трубопроводу подается в отстойную центрифугу. В центрифуге жиρο-водно-белковая масса разделяется на жиρο-водную эмульсию и твердую фракцию. Твердая фракция закрытым транспортером подается в трехсекционный сушильный блок непрерывного действия (в линии ЛПКУ-А07 используется один сушильный блок, а в линии ЛПКУ-А08 два установленных последовательно сушильных блока). Жиρο-водная эмульсия поступает в сборник бульона и насосом подается на сепарирование. Из сепаратора жир сливается в бочки или перекачивается в емкость для бестарной отгрузки. Высушенная в сушильном блоке твердая фракция поступает в дробильно-просеивающий агрегат и затем пневмотранспортом подается в бункер для последующей отгрузки. Выход готовых продуктов (в % от массы сырья): рыбий жир до 10,0 рыбная мука до 20,0 [5].

Известна линия получения костной кормовой муки с барабанной сушилкой [6], содержащая гидромеханическую установку, ленточный транспортер, передвижной лоток, диффузоры, транспортеры загрузки и разгрузки диффузоров, бункер со шнеками, газовую печь, сушильный барабан, батарейный циклон, циклон с водяной пленкой, норию, вентилятор, шнек, дробильно-просеивающую установку.

Недостатком данной линии является потеря органических веществ (жира и белка), отрицательно сказывающаяся на качестве готовой костной кормовой муки.

Известна линия производства костной муки, клея и пищевого жира фирмы «Атлас» (Дания) [7] с использованием принципа обезжиривания кости воздействием острого пара под давлением в автоклавах с непрерывным отводом жира и бульона. Линия содержит дробилку для высушенной кости, калорифер, сушилку, шнековый транспортер, загрузочный бункер, автоклав, электро-

тельфер, корзину, моечный барабан, жиरोотделитель, накопительный бак, сепаратор, насос, фильтр, бак для воды.

Недостатками данной линии являются достаточно большая металлоемкость технологической схемы, по качественным показателям вырабатываемая кормовая мука характеризуется невысокой биологической ценностью.

Известна линия для производства сухих животных кормов [8], включающая установленные по ходу технологического процесса силовой измельчитель, варочные котлы, импульсные насосы для отсасывания жира, емкость для сбора жира, дренажное устройство, устройство для измельчения и сушки, снабженное системой подвода и отвода сушильного агента, включающая в себя теплогенератор, циклон для отделения готового продукта от сушильного агента, магистральный вентилятор и обезвоживатель сушильного агента, парогенератор, бункер готового продукта.

Недостатками данной линии являются часто встречающиеся поломки и быстрый износ ударно-режущих элементов силового измельчителя, вследствие неравномерной переработки костного сырья больших размеров, невысокая работоспособность и сложность проведения мелкого измельчения в устройстве для измельчения и сушки.

В целом ведущие предприятия стремятся разрабатывать и применять непрерывно-действующие, энергосберегающие и универсальные технологии, позволяющие

интенсифицировать процессы предварительного измельчения отходного мясокостного сырья.

Авторы статьи всегда помнят и чтят ценные советы выдающегося ученого, отличника образования Республики Казахстан, отличника ветеринарной медицины, серебряного лауреата ВДНХ СССР, двукратного обладателя званий «Лучший преподаватель ВУЗа Республики Казахстан за 2005 г. и за 2010 г.», «Лучший автор ассоциации ВУЗов Республики Казахстан», «Лучший заведующий Семипалатинского государственного университета имени Шакарима», «Лучший ученый Восточно-Казахстанской области»; дипломанта Республиканского конкурса изобретений «Шапагат» и международной выставки изобретений (КНР); обладателя грамот, сертификатов и дипломов СССР, Российской Федерации, США, Чехии, Турции, Франции, КНР, Узбекистана; стипендиата государственной научной стипендии Республики Казахстан для выдающихся ученых; научного руководителя научно-исследовательских проектов по заказам Министерств образования и науки, сельского хозяйства, фермерских хозяйств, а также докторских, кандидатских и магистерских диссертаций; победителя научных и спортивных конкурсов, писателя, рационализатора, автора и изобретателя множества внедренных научных открытий и изобретений, эксперта, доктора ветеринарных наук, профессора, академика Казахстанской национальной и международной академий наук **Искакова Маратбека Мухабековича**.

Литература:

1. Борщев, В. Я. Оборудование для измельчения материалов. Дробилки и мельницы. — Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. — 102 с.
2. Азаров, Б. М., Аурих Х., Дичев С. и др. Технологическое оборудование пищевых производств. — Москва: Агропромиздат, 1988. — 463 с.
3. Кецелашвили, Д. В. Технология мяса и мясных продуктов. Ч. 3. Кемерово, 2004. — 115 с.
4. http://uuprint.ru/catalog/Oborudovanie/Myasopererabativayushcee_oborudovanie/Linii_po_proizvodstvu_kostnoy_muki/960.html.
5. http://uuprint.ru/catalog/Oborudovanie/Myasopererabativayushcee_oborudovanie/Linii_po_proizvodstvu_kostnoy_muki/965.html.
6. Файвишевский, М. Л., Либерман С. Г. Комплексная переработка кости на мясокомбинатах. — М.: Пищевая промышленность, 1974, С. 15–16.
7. Файвишевский, М. Л. Переработка пищевой кости. — М.: Агропромиздат, 1986, с. 76.
8. Предварительный патент РК № 15089, кл. А23N 17/00, А23К 1/10, 15.12.2004, Бюл. № 12.

Акцентирование яичной скорлупы, как ценного источника в кормоприготовлении и лечебно-профилактических мероприятиях

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук, и. о. ассоциированного профессора;
Турсынбекова Индира, магистрант
Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина (г. Астана)

Искакова Асель Маратбековна, доктор философии (PhD)
Государственный медицинский университет города Семей (Казахстан)

Как известно, особое место в современном балансе кормов, предназначенных для сельскохозяйственных животных и птиц, занимают сухие корма животного происхождения. Одним из видов сухих животных кормов является костная мука. В качестве добавки к рациону костная кормовая мука восполняет недостаток белковых веществ в растительных кормах и увеличивает их усвояемость.

В данный момент неполноценное использование отходов птицеперерабатывающих производств является распространенной проблемой [1]. При этом источником отходного костного сырья может служить и яичная скорлупа, являющаяся источником природного кальция [2–4].

Яичная скорлупа — это твердая известковая пористая оболочка, ее толщина для куриного яйца 0,28–0,41 мм. Скорлупа обычно соответствует размерам яйца, но зависит от возраста птицы, сезона года, условий содержания, обеспеченности рациона минеральными веществами и витаминами (особенно витамином D). По толщине скорлупы можно судить об уровне кальциевого обмена в организме птицы. При недостатке в рационе минеральных веществ птица может нести яйца с очень тонкой скорлупой или без нее.

На поверхности скорлупы имеются поры — овальные или круглые отверстия различной величины (примерно 0,038–0,054 мм). Среднее количество пор в скорлупе куриного яйца превышает 7000. Наиболее плотно поры расположены на тупом конце яйца, на остром — наименьшая плотность. Вследствие пористости яичная скорлупа проницаема для газов, паров и воды.

Азотистые вещества скорлупы в основном представлены белком типа коллагена. Пигментация скорлупы зависит от присутствия в ее составе овопорфирина, по химическому строению напоминающего гематопорфирин.

Скорлупа свежеснесенного яйца снаружи покрыта тонкой надскорлупной пленкой толщиной около 0,005–0,01 мм. Пленка имеет пористую структуру и поэтому проницаема для газов и паров. Надскорлупная пленка предохраняет яйцо от проникновения микроорганизмов, поэтому при аккуратном сборе и благоприятных условиях хранения 90% яиц сохраняют стерильность до 6 мес. При механическом воздействии пленка легко стирается. Надскорлупная пленка содержит белок, сходный с муцином.

Непосредственно к внутренней поверхности скорлупы примыкает наружная (подскорлупная) оболочка, волокна которой глубоко проникают в глубь скорлупы. Внутренняя поверхность подскорлупной оболочки, исключая

участок, где расположена воздушная камера, прилегает к наружной поверхности внутренней (яичной) оболочки. Последняя связана с наружным жидким слоем белка. Общая толщина оболочек составляет примерно 0,057–0,069 мм. Обе оболочки обладают большой прочностью. Они содержат небольшое количество воды (меньше 1%) и незначительное количество минеральных веществ. Белковые вещества наружной и внутренней оболочек сходны с кератином и муцином.

Между наружной (подскорлупной) и внутренней (яичной) оболочками обычно на тупом конце яйца расположена воздушная камера (пуга). Она образуется вскоре после снесения яйца. Время образования воздушной камеры куриных яиц колеблется от 6 до 60 мин. Вследствие обезвоживания яйца она постепенно увеличивается в объеме. По состоянию и размеру воздушной камеры судят о качестве куриного яйца.

На птицеперерабатывающих предприятиях скорлупу используют для производства кормовой муки. Скорлупа является одним из видов отходного костного сырья, состоящая из сосочковых и палисадных (губчатых) слоев (соответственно 30–35 и 65–70% толщины скорлупы). Над палисадным слоем расположен тонкий поверхностный слой мелкокристаллического кальция. Скорлупа на 97% состоит из неорганического вещества — солей карбоната кальция. Скорлупа является одним из наиболее важных показателей качества яиц, особенно инкубаторских. В основной химический состав целого яйца, включая скорлупу, входят вода, белок, жир, углеводы, неорганические или минеральные вещества, витамины, пигменты. Белки скорлупы, которые образуют ее каркас, имеют строение, близкое к коллагену [5].

Японские ихтиологи доказали, что кости рыбы и яичная скорлупа на 80% состоят из карбоната кальция. Существует опыт использования молотой яичной скорлупы в качестве добавки в корм рыбы. Яичная скорлупа содержит 27 нужнейших для организма рыбы микроэлементов: медь, кремний, фосфор, железо, марганец, молибден — наличие которых укрепляет иммунитет рыбы, улучшает ее выживаемость в условиях всё загрязняющихся водоёмов, кислотных дождей, повышает стойкость к радиации. Молотая яичная скорлупа в составе рыбного корма укрепляет кости, чистит кровь, ускоряет обмен веществ, ускоряет развитие и прирост массы рыбы. Попадая вместе с кормом в водоём, яичная скорлупа умягчает воду. Кормовая добавка в виде смеси молотой яичной скорлупы,

яичной пленки и сублимированного яичного белка поставляется в фракции муки грубого помола (0,01–0,1 мм) и не требует дополнительного перемалывания перед дозированием в кормосмесь. Молотая яичная скорлупа хорошо зарекомендовала себя в качестве универсального улучшителя для различных рыбных прикормок. Находящийся в молотой яичной скорлупе сушёный сублимированный протеиносодержащий яичный белок и сухая перемолотая яичная пленка создают вкус, привлекающий рыбу к прикормке [6], также кормовая мука из яичной скорлупы предназначается для кормления птиц.

Избыток кальция в скорлупе зачастую вызван тем, что процесс формирования яйца в яйцеводе птицы занимает более долгий период, чем требуется. Наслоения на поверхности скорлупы обычно образуются, если яйцо разбивается внутри яйцевода, что негативно влияет на выводимость яиц у птицы родительского стада и снижает стоимость товарного яйца. Неровной скорлупа получается, если в яйцеводе одновременно находилось несколько яиц.

На качество скорлупы влияют в первую очередь состав рациона, количество и качество кальция и других минеральных веществ в нем, содержание хлорида натрия в питьевой воде, возраст птицы, микроклимат в птичнике, некоторые болезни (Ньюкасла, инфекционный бронхит и др.).

Кальций — основной «строительный материал» яичной скорлупы, который используется из плазмы крови при конечном формировании яйца в матке птицы. Его всасыванию в пищеварительном тракте способствует витамин D, поэтому нарушение метаболизма этого витамина приводит к дефициту кальция. Высокопродуктивная птица за год использует в 24 раза больше кальция, чем содержится в ее костях; на формирование скорлупы несушка затрачивает 25 мг кальция каждые 15 мин. Очевидно, что для получения яйца хорошего качества необходим полноценный рацион, позволяющий максимально использовать кальций, поступающий в организм птицы с кормом. В формировании скорлупы участвуют также ионы карбоната. Главным источником карбоната является углекислый газ, который присутствует в маточной трубе птицы как общий продукт метаболизма. Образование карбоната из воды и углекислого газа происходит под действием фермента, которому, в свою очередь, необходимы ионы цинка как катализатора реакции. В критических ситуациях, например, при температуре окружающего воздуха свыше 32°C, ввод в рацион птицы бикарбоната натрия улучшает качество скорлупы за счет поступления дополнительного количества ионов карбоната для формирования карбоната кальция. Марганец влияет на реактивность щелочной фосфатазы, что объясняет важность этого элемента для формирования костей и скорлупы. В ряде экспериментов, которые проводились в мире, было показано, что марганец не влияет на яичную продуктивность, но существенно улучшает качество скорлупы. Он как кофермент участвует в синтезе мукополисахаридов, а полисахарид депонирует кальций в скорлупу. Медь тесно связана

с метаболизмом железа, входит в состав фермента, формирующего коллаген птицы.

Содержание хлорида натрия в воде сверх нормы (не более 250 мг/л) негативно влияет на качество скорлупы — снижает ее толщину, сокращает всасывание кальция. Однако хлорид натрия, получаемый птицей через воду, значительно уменьшает уровень ионизированного кальция в крови по сравнению с тем же его количеством, поступающим в организм с кормом.

В зависимости от возраста физиологические особенности птицы различаются, соответственно, различается и качество скорлупы. Молодняк птицы может использовать кальций, требуемый для формирования скорлупы из медуллярной костной ткани, который потом быстро восстанавливается. По мере старения птицы ее возможность использовать кальций из резервов организма уменьшается, что сказывается на качестве скорлупы.

Соблюдение светового режима также важно для птицы в период формирования яйца. Окончательное отверждение скорлупы у 80% птицы происходит в темное время суток (через 2–3 ч после отключения света), когда скорлуповая железа наиболее активна. Но всасывание кальция и наибольшее его накопление в плазме крови происходит в светлое время суток, сразу после кормления. Правильное кормление несушек в соответствии с их физиологическими особенностями, соблюдение светового режима (включение света в середине ночи) позволят значительно уменьшить миграцию кальция из костей и улучшить качество скорлупы.

Как известно яичную скорлупу после отделения соевого жмыха собирают в приемный бак или транспортером, на который скорлупа попадает непосредственно из агрегата переработки яиц. Часто на производстве скорлупу направляют в установку РЗ-ФОВ для отделения и сбора остатков яичной массы. Яичную массу отделяют на установке Я6-ФЯА/5, направляют на производство кормовой муки, яичную скорлупу — на производство крупки.

При выработке мясокостной муки с использованием яичной скорлупы в рецептуре часть кости заменяют яичной скорлупой и техническими отходами яиц. При этом режимы изготовления мясокостной муки не меняют.

Яичную скорлупу можно перерабатывать на крупку, которая представляет собой продукт, полученный в результате сушки и размола — яичной скорлупы. Для ее производства применяют яичную скорлупу и технические отходы яиц (тумак, большое пятно, тек, красок и др.). Крупка из яичной скорлупы представляет собой сухую рассыпчатую массу белого цвета с желтоватым оттенком, без плотных комков. Допустимое содержание влаги не более 4%, остаток частиц на сите с диаметром отверстий 3 мм не более 5%.

Срок хранения крупки из яичной скорлупы при температуре 20±5°C и относительной влажности воздуха 75±5% не более 4 мес. [7].

Известно изобретение, которое относится к способам переработки яичной скорлупы в муку и может найти при-

менение в качестве кормовой добавки в комбикорме, в медицине для получения зубных порошков, паст и в пищевой промышленности для изготовления жевательных резинок. Цель изобретения — повышение качества конечного продукта. Яичную скорлупу моют, стерилизуют, сушат и измельчают. Причем измельчение проводят в два этапа. На первом этапе проводят грубый помол до размера частиц 2–4 мм с последующим отделением органической пленки при влажности 5–7%, а на втором этапе размалывают массу до размера частиц 20–30 мкм и дополнительно подвергают ее сушке до содержания влаги 1–2% с образованием мелкодисперсного порошка в виде муки. Использование этого порошка в пастах или в жевательной резине обуславливает лечебно-профилактический эффект, предупреждает кариес зубов [8].

В странах дальнего зарубежья имеется ряд эффективных высокопроизводительных автоматизированных линий и установок для производства кормовой муки из яичной скорлупы, продолжается их разработка и совершенствование [9–10].

Таким образом ведущие фирмы и предприятия стремятся использовать яичную скорлупу в качестве высокополезного сырья, а также разрабатывать и применять непрерывно-действующие, энергосберегающие и универсальные технологические схемы и технологии, позволяющие интенсифицировать процессы переработки яичной скорлупы в полезную кормовую продукцию, экономить

топливно-энергетические ресурсы и предотвращать загрязнение окружающей среды.

Авторы статьи всегда помнят и чтят ценные советы выдающегося ученого, отличника образования Республики Казахстан, отличника ветеринарной медицины, серебряного лауреата ВДНХ СССР, двукратного обладателя званий «Лучший преподаватель ВУЗа Республики Казахстан за 2005 г. и за 2010 г.», «Лучший автор ассоциации ВУЗов Республики Казахстан», «Лучший заведующий Семипалатинского государственного университета имени Шакарима», «Лучший ученый Восточно-Казахстанской области»; дипломанта Республиканского конкурса изобретений «Шапагат» и международной выставки изобретений (КНР); обладателя грамот, сертификатов и дипломов СССР, Российской Федерации, США, Чехии, Турции, Франции, КНР, Узбекистана; стипендиата государственной научной стипендии Республики Казахстан для выдающихся ученых; научного руководителя научно-исследовательских проектов по заказам Министерств образования и науки, сельского хозяйства, фермерских хозяйств, а также докторских, кандидатских и магистерских диссертаций; победителя научных и спортивных конкурсов, писателя, рационализатора, автора и изобретателя множества внедренных научных открытий и изобретений, эксперта, доктора ветеринарных наук, профессора, академика Казахстанской национальной и международной академий наук Исакова Маратбека Мухабеевича.

Литература:

1. <http://www.scienceforum.ru/2013/181/2046>.
2. Исаков, М.М., Исаков Р.М. Ветеринарные конфискаты и их переработка. — Алматы: Международное агентство подписки, 2011. — 216 с.
3. <http://kiev.ko.slando.ua/obyavlenie/yaichnaya-skorlupa-dobavka-v-korm-rybe-uluchshitel-rybnyh-prikormok-ID56hxb.html>.
4. Исаков, Р.М. Масса алмасу үрдістері. — Астана: Издательство Казахского агротехнического университета имени С. Сейфулина, 2013 г. — 174 с.
5. <http://studentbank.ru/view.php?id=41803&p=4>.
6. <http://kiev.ko.slando.ua/obyavlenie/yaichnaya-skorlupa-dobavka-v-korm-rybe-uluchshitel-rybnyh-prikormok-ID56hxb.html>.
7. http://studbooks.net/1915901/tovarovedenie/pererabotka_yaichnoy_skorlupy
8. <http://www.findpatent.ru/patent/150/1500241.html>
9. Волик, В.Г., Лобзов К.И., Тараканова В.И. и др. Производство пищевых и кормовых гидролизатов из продуктов переработки птицы в СССР и за рубежом: Обзорная информация. — Москва: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1985. — 20 с.
10. Станку, М. Белковые гидролизаты из вторичного сырья и отходов.// Комплексное использование сырья в мясной промышленности: Обзорная информация. — Бухарест, 1987. — с. 23.

Разработка инновационного функционального напитка-анксиолитика на основе растительного сырья

Хасанов Артур Раильевич, аспирант;

Матвеева Наталья Алексеевна, кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Потребительский спрос на функциональные продукты питания увеличивается из года в год в связи с динамичным развитием тенденции здорового образа жизни. Благодаря этому возрастает количество научных разработок в области создания инновационных функциональных напитков (ФН), которые являются самой рациональной формой питания с заданными свойствами. Систематическое употребление напитков в составе пищевых рационов, способно оказывать профилактическое влияние на одну или несколько функций или систем организма человека. В связи с вышесказанным, разработан инновационный функциональный напиток-анксиолитик для профилактики расстройств нервной системы, обладающий противотревожным действием на организм (снижает тревожное состояние, подавленность, апатию, расстройства памяти). Центральная нервная система (ЦНС) выполняет основополагающие функции организма и контролирует рефлексы, деятельность отделов головного мозга. Растительное сырьё является источником полезных компонентов, необходимых для нервной системы. Функциональную роль в разработанном напитке-анксиолитике выполняют соединения класса растительных полифенолов — флавоноиды. В сырье и готовом функциональном напитке определяли физико-химические показатели, содержание тяжёлых металлов (свинца, кадмия, мышьяка, ртути), которые ингибируют обменные процессы мозга, нервной системы и воздействуют на сульфгидрильные группы белков. Установлено, что содержание тяжёлых металлов в разработанном напитке не превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), что гарантирует его безопасность.

Ключевые слова: функциональный напиток-анксиолитик, растительное сырьё, нервная система, физико-химические показатели, тяжёлые металлы, безопасность

За последние годы в мире увеличилось количество психических заболеваний. Существуют различные формы дисфункций нервной системы, которые проявляют себя по-разному, но, в целом, для них характерны аномальные мысли, эмоции, поведенческие реакции и отношение к окружающему миру. Всемирной организацией здравоохранения спрогнозировано, что к 2020 году психические расстройства и болезни нервной системы войдут в пятёрку болезней, которые ведут к потере трудоспособности. В России данная проблема также существует. В то время как в мире в психиатрической помощи нуждается 16% населения, то в России их число превышает 24%. Показатели психических расстройств продолжают расти и могут повлечь за собой проблемы для современного общества [1]. Особое место занимают лёгкие невротические расстройства. Их процент составляет 75–80% от всех неврологических заболеваний. К ним относятся такие дисфункции как расстройство памяти, подавленность, тревожные состояния, психозы, биполярное аффективное расстройство, депрессии, расстройства личности, деменция. Они занимают второе место после заболеваний сосудов сердца и головного мозга [3]. Важно понимать, что нервная система осуществляет сложные и простые отражательные высокодифференцированные реакции — рефлексы, регулирует деятельность отдельных органов и систем организма, а также обеспечивает связь между ними; кора больших полушарий головного мозга и ближайшие подкорковые образования регулируют связи и взаимоотно-

шения организма, как единицы, с окружающим миром. Поэтому необходимо проводить профилактику заболеваний центральной нервной системы. В связи с этим, проблема лёгких невротических расстройств, стоит остро и нуждается в профилактике для того, чтобы предупредить серьёзные заболевания ЦНС [3].

Рациональным решением является функциональное питание, а именно безалкогольные напитки на основе растительного сырья, как наиболее удобная форма получения необходимых питательных и биологически активных веществ. За последние годы уровень потребления функциональной продукции вырос, в связи с тенденцией населения вести здоровый образ жизни. В основном, рынок функционального питания, а именно напитков, направлен на профилактику диабета, сердечно-сосудистых заболеваний, для обеспечения спортивного питания [1,4,5].

Таким образом, целью данной работы явилась разработка функционального напитка-анксиолитика на основе плодово-ягодных соков, зелёного чая и сухих растительных экстрактов для профилактики неврологических расстройств. Основными функциональными компонентами, которые обладают анксиолитическим действием, является класс растительных полифенольных веществ — флавоноиды (катехины, танины, фенольные кислоты, антоцианы, рутин- и кверцетин- производные). Напиток предназначен для стабилизации нервной системы, устранения тревоги, волнений и депрессий, а также обладает лёгким седативным действием. Функциональный продукт

предназначен для целевых групп населения, трудящихся в стрессовых условиях (пожарные, спасатели, полиция), студентов с учебной нагрузкой, для людей, страдающих депрессиями, сезонной сменой настроения, апатией [3,6,7].

ФН разработан с использованием компонентов, которые подбирались на основании анализа химического состава каждого из них, а также рекомендаций диетологов в профилактике заболеваний нервной системы — это соки прямого отжима красного и зелёного яблока, черники обыкновенной, малины обыкновенной, клубники, лайма индийского, а также зелёный чай. Для обогащения ФН дополнительно использованы растительные сухие экс-

тракты из плодово-ягодного сырья, которые гарантируют 50–60 % флавоноидов от значения суточной нормы.

В ходе эксперимента в сырье и готовом напитке определяли следующие физико-химические показатели: содержание сухих веществ рефрактометрическим методом на рефрактометре PTR 46 (Великобритания); титруемая кислотность и активная кислотность (рН) потенциометрическим способом на титраторе марки Titripoplus (Швейцария); содержание полифенолов — перманганатометрическим методом; содержание антоцианов — фотоэлектроколориметрическим методом на приборе КФК-301 (Россия). Полученные результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели плодово-ягодных соков

Наименование сырья	рН (активная кислотность)	Массовая доля сухих веществ (%Brix)	Общая кислотность в пересчёте на яблочную кислоту, %
Сок яблока (зелёное Гренни Смит и красное — Рэд Делишес)	3.5	10.2	3.3
Сок черники обыкновенной	4.1	7.1	6.5
Сок клубники	3.6	8.4	4.1
Сок малины обыкновенной	3.2	7.2	8.1
Сок лайма индийского	2.1	8.5	12.1

Физико-химические показатели функционального напитка-анксиолитика представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели готового функционального напитка

Наименование показателей	Значение
Активная кислотность, рН	3.5
Титруемая кислотность, град	6.0
Содержание сухих веществ, %	7.7
Содержание суммарных фенольных веществ, мг/л	687.5
Содержание антоцианов в пересчёте на мальвидин мг/л	532.3

Готовый функциональный напиток испытывали на содержание тяжёлых металлов: свинца, мышьяка, кадмия, ртути с целью определения его безопасности. Тяжёлые металлы ингибируют обменные процессы мозга, нервной системы и воздействие на сульфгидрильные группы белков, в связи с чем нарушается транспортная и рецепторная функция молекул [8,9,10]. Для определения использовали метод атомно-абсорбционной спектроскопии, основанный на способности определённых

атомов поглощать свет с конкретной длиной волны. Пробоподготовку осуществляли на термоустановке ЕНД 36 LABTECH (Венгрия) при температуре 150–200°С. Измерения тяжёлых металлов осуществляли на следующих приборах: мышьяк, свинец и кадмий измеряли на спектрофотометре марки Shimadzu AA-6300 (Япония); концентрацию ртути определяли на приборе «Юлия 5-К», (Россия). Полученные значения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание тяжёлых металлов в функциональном напитке-анксиолитике

Наименование элемента	Результат измерения	Норма	Методика
Мышьяк (As)	Менее 0.02 мг/л	Не более 0.1 мг/л	ГОСТ 31707–2012 (EN 14627:2005)
Кадмий (Cd)	Менее 0.01 мг/л	Не более 0.03 мг/л	ГОСТ EN 14083–2013
Свинец (Pb)	Менее 0.15 мг/л	Не более 0.3 мг/л	ГОСТ EN 14083–2013
Ртуть (Hg)	Менее 0.005 мг/л	Не более 0.05 мг/л	ГОСТ Р 53183–2008 EN 13806:2002

По результатам работы сделаны следующие выводы:

— разработан инновационный функциональный напиток профилактического действия на основе растительного сырья для целевой группы потребителей, страдающих расстройствами нервной системы, испытывающих переутомление, стресс, депрессии, раздражение;

— определены основные физико-химические показатели используемого сырья и готового напитка;

— определено содержание антоцианов и суммарных фенольных веществ, которое составляет 687,5 и 532,3 мг/л соответственно;

— определены концентрации тяжёлых металлов в готовом продукте, которые не превышают допустимые ПДК;

— установлено, что разработанный ФН является безопасным по содержанию тяжелых металлов (Cd, As, Pb, Hg).

Литература:

1. M. R. Corbo, A. Bevilacqua «Functional Beverages: The Emerging Side of Functional Foods». Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. USA, 2014, pp. 1192–1194.
2. Пакен П. Функциональные напитки специального назначения. СПб: Профессия, 2010 г. с. 495.
3. Гайворонский, И. И., Гайворонских Д. И., Гайворонский А. И «Функциональная анатомия нервной системы». Учебное пособие. СПб, 2013 г. с. 341.
4. Догаева, Л. А., Пехтерева Н. Т. «Классификация и идентификационные признаки функциональных безалкогольных напитков». Пиво и напитки, 2011 г. № 5. с. 62–65.
5. Хасанов, А. Р., Матвеева Н. А. «Разработка функционального напитка для профилактики болезней сердечно — сосудистой системы». IV Международный балтийский морской форум: материалы международного морского форума, Калининград, 2016 г. с. 1509–1515.
6. V. A. Marcos, N. M. Ageev, R. V. Gabl. «Phenolic compounds in berries under different conditions of growing grapes». Journal Winemaking and Viticulture, USA, 2007. № 4, pp. 24–25.
7. Тараховский, Ю. С., Ким Ю. А., Абдрасилов Б. С., Музафаров Е. Н. «Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина». Synchrobook, Пущино, 2013 г. с. 310.
8. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Электронная энциклопедия «Википедия». URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
9. Аналитическое и лабораторное оборудование, приборы. ГК «Люмэкс». URL: http://www.lumex.ru/methods/atomnaya_absorbtsiya.php
10. Технический регламент таможенного союза 021–2011 «О безопасности пищевой продукции», 2011. с. 176.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Особенности транспортировки высоковязкой нефти в условиях эксплуатации «горячего» трубопровода

Куспанов Аслан Беркутович, магистрант;

Тюрин Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор;

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск, Казахстан)

Статья посвящена вопросам обоснования решения задачи о повышении энергоэффективности системы «трубопровод — насосная станция» в случае горячей перекачки нефти, дана оценка трубопроводной системы Казахстана, перекачивающих высоковязкие нефти. Авторы предлагают при определении параметров оптимальных режимов перекачки высоковязких нефтей с предварительным подогревом, трубопровод и насосную станцию рассматривать как замкнутую систему с учетом взаимного влияния параметров движения нефти в трубопроводе и характеристик центробежных насосов, а также зависимости определяющих параметров от термодинамических режимов транспортирования.

Ключевые слова: нефтепровод, реологическая модель, термообработка, эксплуатационный режим, характеристика центробежного насоса

Нефтяная отрасль Казахстана — одна из основных отраслей экономики Казахстана.

Всего по трубопроводной системе транспортируется более 80% всей добываемой в республике нефти. Основными нефтяными маршрутами являются: Узень — Атырау — Самара, Каламкас — Каражанбас — Актау, Жанажол — Кенкияк — Орск, Омск — Павлодар — Шымкент — Чарджоу.

В трубопроводной системе магистрального нефтепровода Узень — Атырау — Самара протяженностью 1500 км [1] транспортируют высоковязкую парафинистую нефть Мангистау, которая застывает при температуре +30°C. В связи с этим, при ее транспортировке осуществляется попутный огневой подогрев [2].

Осложнения, возникающие при эксплуатации трубопроводной системы по перекачке высоковязкой и высокозастывающей нефти, связаны с зависимостью вязкости от температуры. Но, при некоторых температурах возникает выпадение твердых фракций, а также может быть застывание нефти в трубопроводе, приводящее к полной остановке перекачки и значительным экономическим затратам на ее возобновление.

Перекачка нефтей при высоких температурах подчиняется законам Ньютона и являются ньютоновскими жидкостями, при перекачке которых коэффициент динамической вязкости не зависит от характеристик движения. Если температура понижается, то у нефти ряда месторождений проявляются свойства вязкопластичности [1]. К месторождениям, нефть которых проявляет похожие аномальные свойства, можно отнести следующие: Узень, Жетыбай, Тенгиз, Кумколь, Карачаганак, Мангышлак.

Актуальной научно-технической задачей является оптимизация системы «трубопровод — насосная станция». Исследуя данную систему, можно выделить критерий оптимальности. Принято разделять критерии оптимальности на две группы [2]: гидродинамические и технико-экономические.

На основе исследования реологических свойств конкретных типов нефти можно получить ее характеристики, необходимые для инженерных расчетов [2].

Исследования показывают, что улучшение реологических свойств нефтей зависит от внутренних изменений в них, происходящих в результате термообработки. В обычных условиях при естественном охлаждении парафинистых нефтей образуется кристаллическая парафиновая структура, придающая нефти свойства твердого тела.

Эффективность термообработки зависит от температуры подогрева, скорости охлаждения и статического или динамического состояния нефти в процессе охлаждения. Оптимальная температура подогрева при термообработке находится экспериментально, наилучшие условия охлаждения — в статике.

Учитывая, что реологические параметры термообработанной нефти с течением времени ухудшаются и достигают значений, которые нефть имела до термообработки. Для озексуатской нефти это время составляет 3 суток, а для мангышлакской — 45 (рис. 1). Поэтому не всегда достаточно термической обработки нефти один раз для эффективного пере-

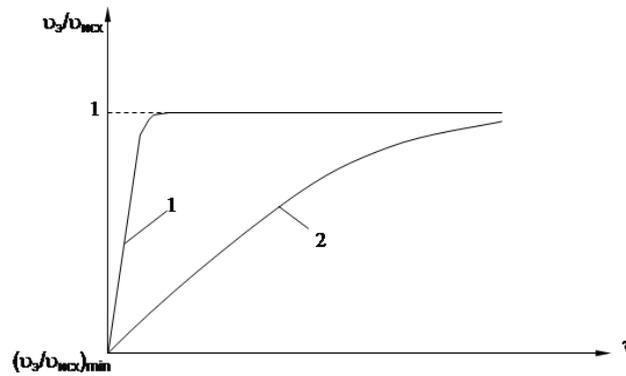


Рис. 1. Восстановление оптимальной вязкости озексуатской (1) и жетыбайской (2) нефтей во времени после термообработки

качивания ее в системе трубопроводного транспорта. А также, капитальные вложения в пункт термообработки очень высоки.

Расчеты «горячих» трубопроводов, транспортирующим высоковязкие и высокозастывающие жидкости, имеют достаточно сложную схему решения. При «горячей» перекачке осуществляется подогрев нефти в печах промежуточных тепловых станций, что значительно увеличивает себестоимость трубопроводного транспорта нефти, а также ставит определенные проблемы надежности и экологической безопасности системы. Так как подогретая нефть со временем остывает, а специально обработанная нефть теряет временно улучшенные транспортабельные свойства, то как для «горячих», так и для любых неизотермических трубопроводов, должны рассчитываться:

- 1) время безопасной остановки $\tau_{\text{со}}$ и пусковые параметры центробежных насосов (подача Q и давление P) на момент возобновления перекачки;
- 2) время прогрева трубопровода $\tau_{\text{пр}}$ при пуске его из холодного состояния;
- 3) время безопасной работы $\tau_{\text{ор}}$ трубопровода на пониженных режимах (при временном уменьшении подачи насосов, снижении температуры нагрева перекачиваемой нефти и т. д.).

При расчетах эксплуатационных режимов неизотермических трубопроводов надо учитывать то, что такие системы практически не работают в проектных режимах по нескольким причинам, таких, как климатические изменения окружающей среды, сезонность загрузки системы, поэтапный ввод мощностей, старение и износ оборудования, падение производительности и т. д. Поэтому к теплогидравлическим расчетам таких трубопроводов предъявляются повышенные требования. Кроме обычного проектировочного теплогидравлического расчета необходимо выполнять расчеты нестационарных режимов. Динамические характеристики могут быть построены для жидкостей с различными реологическими моделями. Преимущество такого метода является то, что он позволяет учесть изменение подачи центробежных насосов вследствие изменения гидравлического сопротивления трубопровода.

Учитывая некоторые реологические свойства нефтей с высокой температурой застывания, может быть появление предельного напряжения сдвига при низких температурах. Поэтому снижение рабочей температуры потока жидкости может привести к возникновению «застойной зоны», которая уменьшает рабочее сечение трубопровода. Из чего следует, что при моделировании режимов работы неизотермического нефтепровода традиционное усреднение температур и скоростей по сечению неприемлемо.

Практика показывает, что результаты расчетов не могут дать точного совпадения с экспериментальными данными, поэтому необходимо повысить надежность вычислений.

Задача о расчете гидравлического поля внутри трубопровода сводится к определению потери напора на трение.

Но когда проводится перекачка с подогревом, в качестве критерия оптимальности принято использовать минимум общих эксплуатационных затрат на перекачку и подогрев [3, 4]:

$$S = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \frac{\sigma_m}{\eta_m} + Q \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_n - T_k) \cdot \frac{\sigma_m}{\eta_m} \Rightarrow \min. \quad (1)$$

Вторым условием, ограничивающим область потерь напора при перекачке с подогревом, является допустимая относительная погрешность:

$$\frac{|H - H_{\text{из}}|}{H} \leq \sigma_{\text{доп}} \quad (2)$$

где H — потери напора в «горячем» трубопроводе по формуле В. И. Черникина;

$H_{из}$ — для потери напора в изотермическом трубопроводе по формуле Лейбензона.

С учетом формул Черникина и Лейбензона для изотермического случая, параметров переменных величин $Шу$ и $\xi = m \cdot u \cdot (T_n - T_o)$, равный натуральному логарифму от максимальной поправки в осевом направлении, из формулы (2) получим формулу для определения допустимой относительной погрешности расчета потери напора на трение в случае «горячей перекачки» [5]

$$\frac{\frac{e^{\xi}}{Шу} \cdot (Ei(-\xi) - Ei(-\xi \cdot e^{Шу})) - 1}{\dots} \leq \sigma_{\text{лпп}} \frac{\frac{e^{\xi}}{Шу} \cdot (Ei(-\xi) - Ei(-\xi \cdot e^{Шу})) - 1}{\dots} \leq \sigma_{\text{доп}} \quad (3)$$

Построив ряд графиков при различных значениях $\sigma_{\text{лпп}}$ получим искомые области значений, в которых расчет «горячих» трубопроводов можно вести по формулам классической гидравлики при изотермических условиях с погрешностями, не превышающими заданные.

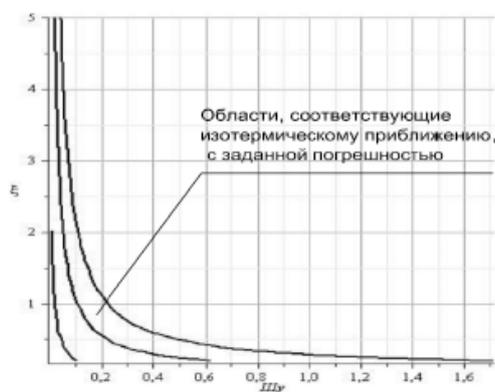


Рис. 2. Области, соответствующие $\sigma_{\text{доп}}$

Если точка с координатами $(Шу, \xi)$ окажется ниже ограничивающей кривой, то расчет можно вести в изотермическом приближении [5]. Следовательно, при определении значений параметров оптимальных режимов перекачки высоковязких нефтей с предварительным подогревом трубопровод и насосную станцию следует рассматривать как замкнутую систему, учитывая взаимное влияние параметров движения нефти в трубопроводе и характеристику центробежных насосов, а также зависимости определяющих параметров от термодинамических режимов транспортирования.

Литература:

1. Абрамзон, Л. С. Оптимальные параметры работы горячих трубопроводов / Л. С. Абрамзон // Нефтяное хозяйство. — 1979. — № 2. — с. 53–54
2. Марон, В. И. Гидродинамика и однофазных и многофазных потоков в трубопроводе: учебное пособие / В. И. Марон. — М.: МАКС Пресс, 2009. — 344 с.
3. Гarris, Н. А. Расчет эксплуатационных режимов магистральных неизотермических нефтепродуктопроводов с применением динамических характеристик [Электронный ресурс] / Н. А. Гarris, Ю. О. Гarris // Нефтегазовое дело. — 2003. — № 2. — Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/Garris/Garris_3.pdf.
4. Пшенин, В. В. Выбор оптимальной температуры подогрева при «горячей» перекачке нефти и нефтепродуктов / В. И. Клишко, В. В. Пшенин // ГИАБ. — 2013. — № 8. — с. 338–342.
5. Пшенин, В. В. Критериальные уравнения теплообмена при перекачке с подогревом нефти и нефтепродуктов / В. И. Клишко, В. В. Пшенин // ГИАБ. — 2013. — № 8. — с. 342–345.

Обоснование применения электрохимической защиты трубопроводов в условиях месторождений Западного Казахстана

Рузанов Андрей Анатольевич, магистрант;

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск, Казахстан)

В статье приведен анализ уровня изношенности противокоррозионной защиты трубопроводов Западного Казахстана, а также предложен электрохимический метод предотвращения внутренней коррозии за счет образования оксидной пассивирующей пленки.

Ключевые слова: коррозия трубопроводных систем, методы защиты от коррозии, катодная защита, электрохимический метод защиты трубопроводов

Основная масса действующих на сегодняшний день трубопроводов проектировалась и строилась в 70–80-х годах. С тех пор многие нефтяные месторождения перешли на позднюю стадию разработки, которая характеризуется повышенной добычей жидкости и высокой обводненностью продукции скважин по сравнению с расчетным и проектным параметрами (объем жидкости, процентное содержание воды, скорость потоков, рабочее давление).

С увеличением обводненности растет коррозионная агрессивность перекачиваемой по трубопроводам жидкости, и, как следствие, возрастает аварийность в системах сбора, транспорта нефти и газа, системе поддержания пластового давления (ППД). Во многих случаях трубопроводы устарели физически и морально — изменились направления и величины потоков жидкости, требования к параметрам и способам прокладки трубопроводов и т. д. Несвоевременное вложение средств нефтяными компаниями в капитальное строительство, капитальный и текущий ремонт трубопроводов и площадочных объектов производственной инфраструктуры приводит к затягиванию сроков восстановления, низкой эксплуатационной надежности трубопроводов и росту аварийности и, как следствие, увеличению причиненного экологического ущерба.

Пять основных принципов могут быть использованы для предотвращения коррозии:

1. Выбор соответствующих материалов трубопровода
2. Изменение окружающей среды
3. Целесообразный дизайн
4. Электрохимический, т. е. катодная и анодная защита
5. Нанесение покрытий

Выбор между этими возможностями, как правило, основывается по экономическим

соображениям, но во многих случаях такие аспекты, как внешний вид, окружающая среда и безопасность должны также браться во внимание. Два или более из пяти принципов, как правило, используется одновременно. [1,2]

Опыт применения катодной защиты наружной поверхности трубопроводов показал, что на поверхности подземного трубопровода в местах повреждения защитного по-

крытия образуется пленка, оказывающая значительное влияние на процесс развития коррозии, а следовательно, и на выбор параметров катодной защиты.

На основании результатов проведенного анализа существующей на сегодняшний день литературы можно сделать вывод, что значение влияния катодной пленки на поверхность стали в современных теориях практически не учитывается. Таким образом, в результате действия катодной защиты на стальной поверхности образуется пассивная пленка из продуктов коррозионной реакции и известковых отложений, как правило, снижающая площадь незащищенной стальной поверхности, подвергающейся воздействию коррозионного грунта. В результате этого снижается возможность обнаружения повреждений защитных покрытий трубы и определения их размеров.

Катодная защита, используемая на корродирующей трубе, не прекращает полностью коррозионную реакцию. Однако темп коррозионной реакции значительно снижается при увеличении тока катодной защиты (при увеличении потенциала «труба — земля»). Реальной скоростью коррозии для катодных пассивных пленок при — 850 мВ считается 0,0127 мм/год. Теоретически до сих пор считается, что катодно-защищенная поверхность представляет собой чистую сталь серого цвета, что редко соответствует действительности.

Анализируя каждый из способов предотвращения коррозии трубопроводов можно заметить, что обновление и замена катодной и анодной защиты происходит медленнее в сравнении с другими способами. Поэтому я считаю, применение современных электрохимических методов защиты от коррозии является наиболее логичным.

Примером такого метода может служить электрохимический метод защиты трубопроводов за счет формирования на внутренней поверхности промысловых трубопроводов возобновляемой, твердой пассивирующей оксидной пленки малой шероховатости.

В феврале — марте 2006 г. на производственной базе филиала Уфа-газ проведены стендовые испытания на замкнутом участке трубопровода по оценке эффективности защиты материала труб от внутренней коррозии.

На рис. 1 изображён измерительный стенд, смонтированный на производственном участке филиала Уфа-газ г. Уфы. В качестве образца была выбрана труба диаметром 100 мм, толщиной 3 мм и длиной 2500 мм, материал трубы — Ст³. В качестве насоса применялся электроцентробежный насос ЦНС-10, давление в процессе испытаний составляло 2,5 кг/см² (0,25 МПа). Использовалась

ёмкость расширительного бака 1,5 м³, в качестве жидкости — вода с минерализацией 20 г/л.

Методика снятия поляризационных кривых являлась стандартной и соответствовала РД.

На рис. 2 изображён антикоррозионный модуль [3], являющийся основным элементом стенда и предназначенный для предотвращения нефтепромысловых трубо-

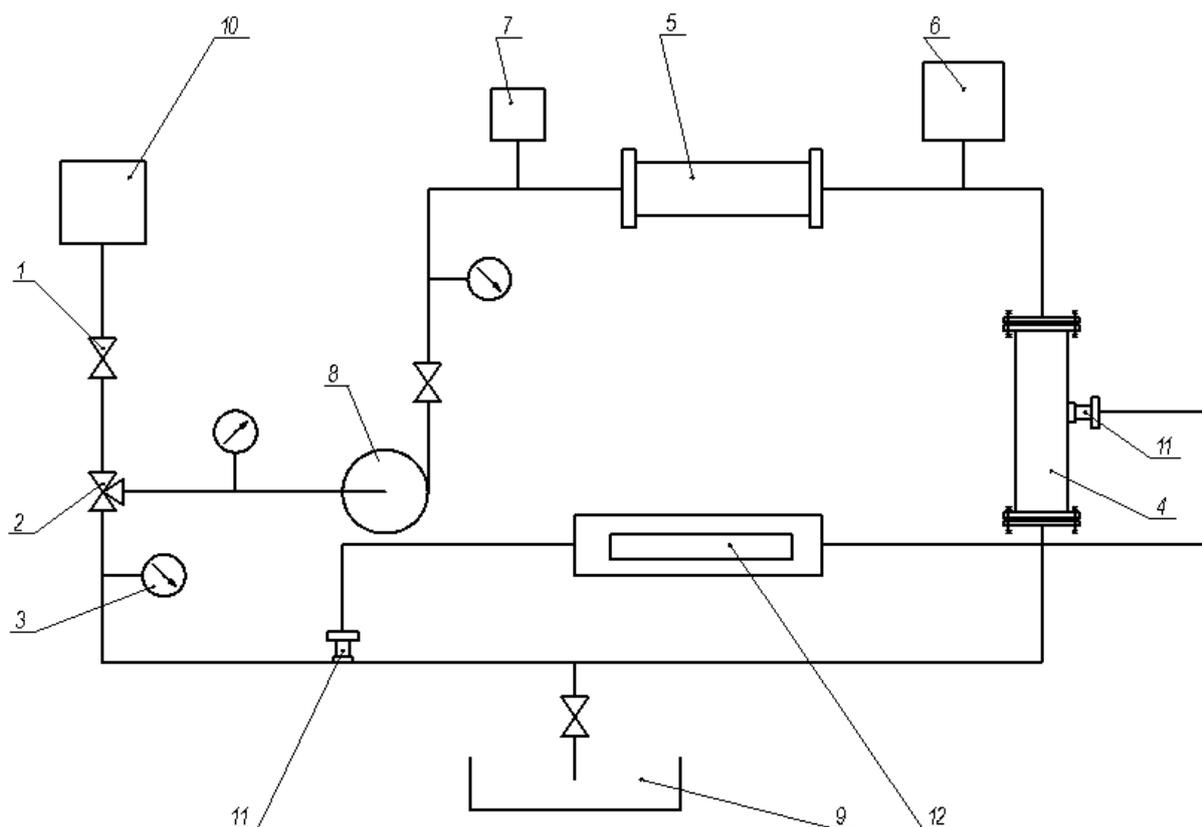


Рис. 1. Схема стенда: 1 – задвижка, 2 – вентиль, 3 – манометр, 4 – антикоррозионный модуль, 5 – контрольный участок, 6, 7-термометры, 8 – насос, 9 – дренаж, 10 – буферная ёмкость 2 м³, 11 – датчики «Монитор-2», 12 – пульт «Монитор-2»

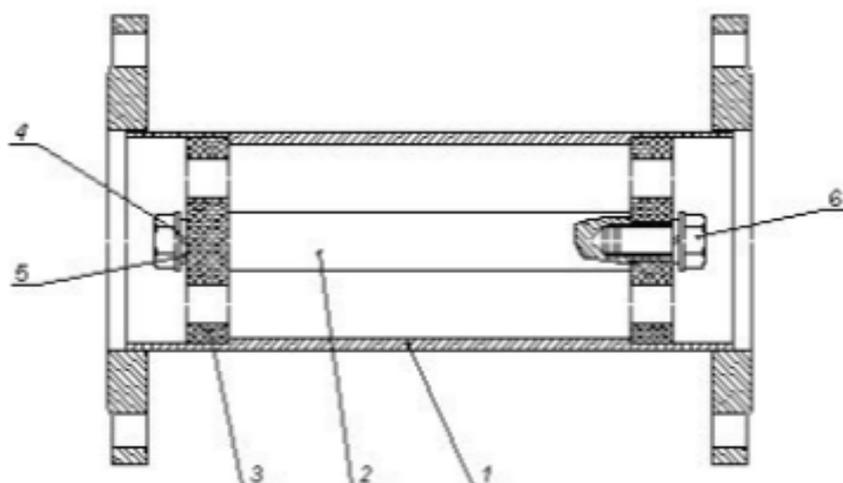
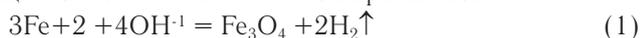


Рис. 2. Антикоррозионный модуль

проводов от внутренней коррозии. Он состоит из корпуса с фланцами — 1, жертвенного электрода — 2, выполненного из магниевого сплава МА-5, диэлектрического центратора — 3, шайбы — 4 и стягивающих элементов болтов — 5 и 6. Устройство работает следующим образом. Под действием сформированного гальванического источника (железо-магний элемент) происходит электролиз воды эмульгированной в нефти. За счёт электрохимических реакций (кроме катодной поляризации защищаемого оборудования) обеспечиваются условия для образования защитной плёнки магнетита по выражению:



Вещества, способствующие возникновению на металле защитной плёнки, носят название пассивирующих агентов. Для железа хорошим пассивирующим агентом служат ионы ОН. Таким образом, в результате электролиза на поверхности металла образуется тончайшая плёнка слоя окиси, препятствующая дальнейшему окислению. Существование таких оксидных плёнок доказано различными методами: поляризацией отражённого света, рентгенографическим путём и др. При некоторых условиях возможно образование плёнок магнетита и известковых отложений в таком сочетании, что дефекты трубопровода будут полностью заблокированы. Блокировка этих дефектов означает, что нет доступа электролита к защищаемому сооружению, а следовательно, нет условий для развития коррозии.

Возможность образования хорошо проводящего гладкого покрытия достаточной толщины силы притяжения снижают настолько, что сдвиговые напряжения срывают частицы солей, парафинов, гидратов и продуктов коррозионного износа с внутренней поверхности трубопровода, обеспечивая разрушение загрязнений, их отрыв от стальной поверхности оборудования и облегчая их удаление восходящим потоком лифтируемой жидкости, а также поверхностно-активными веществами, образующихся в процессе электролиза воды. Одновременно на очищенной стальной поверхности образуется защитная, с малой шероховатостью, пассивирующая плёнка магнетита F_3O_4 , обеспечивающая иммунитет от коррозии и устранение дефектных зон вдоль колонны. [4,5]

Проанализировав методы предотвращения коррозии можно прийти к выводу о подавляющем моральном износе катодной и анодной защиты на месторождениях Западного Казахстана. Мною также предложено возможное решение данной проблемы за счет применения более современного электрохимического метода, учитывая что в экспериментах проведенных в 2006 г. в городе Уфа данный метод показал увеличение межремонтного периода в промышленных трубопроводах на 12–15%, что является достаточным, на мой взгляд, доказательством его эффективности.

Литература:

1. Einar Bardal Corrosion and Protection / The Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway — Springer — 2004—237–304 p.
2. Кузнецов, М. В. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров: Учебник для вузов. / М. В. Кузнецов, В. Ф. Новоселов, П. И. Тугунов, В. Ф. Котов — М.: Недра, 1992. — 238 с.
3. Патент № 2339868 РФ, МКП7 F16L058/00 C23F013/02. Устройство защиты нефтепромышленных трубопроводов от внутренней коррозии. — 2006125901/03. заявл. 17.07.2006, опубл. 27.11.2008, бюл. № 33.
4. Бекбаулиева, А. А. Совершенствование защиты внутренней поверхности трубопроводов от коррозии. / А. А. Бекбаулиева, А. А. Мугатбарова, А. И. Подъяпольский, А. Р. Эпштейн // Нефтегазовое дело, — 2010 <http://www.o.gbus>.
5. Бэкмен, В. Катодная защита от коррозии. / В. Бэкмен, В. Швенк — М.: Металлургия, 1984. — 496 с.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Принципиальные вопросы горизонтальной и вертикальной интеграции конструктивных и технико-технологических решений в условиях комплексной неочевидности реальности конечного интегрированного решения

Бирюкова Екатерина Дмитриевна, преподаватель

Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А.Л. Штиглица

Для обеспечения глубокой и всесторонней защиты инновационных технических идей от бесконтрольного заимствования и даже копирования, неочевидность идеи для среднего специалиста в технологическом поле возникшей идеи имеют сегодня в условиях всё более углубляющейся глобализации огромное значение.

Это значение ещё более усугубляется в связи с конкретным и комплексным развитием идеи и её постепенным пошаговым переходом от чисто идеи к конкретным взаимосвязанным техническим решениям и их интегративным проникновениям и технологической диффузии из одного технологического поля в другие смежные технологические поля, при этом базовым условием такого проникновения является смещение границы между технологическими полями и размывка признаков и свойств такой границы.

В качестве примера возникновения и синтезирования такого рода инновационной идеи, автор настоящей публикации приводит, развитый от идеи бесконтактного дистанционного контроля и онлайн-мониторинга параметров и концентраций технологического раствора принцип конструкции и алгоритм применения сенсора — капсулы до серийного производства такого рода сенсоров — капсул и их масштабного применения в условиях современного сложного высокотехнологического производства и для такого же применения в биотехнологиях, медицине и сельском хозяйстве.

Тут автору представляется необходимым некоторое отступление для анализа макро и микровариантов развития и применения этих технологий в специфике конкретного разномасштабного применения и разномасштабных условий такого применения.

Так как автор настоящей публикации является реставратором и в силу ряда объективных причин находится в условиях микро-масштабного технологического фактора, предложен метод квалификации и сравнительного анализа инновационной модификации процессов и материалов.

Предлагается рассмотреть и сравнить различные стартовые условия, формирующие исходные требования к поиску новых инноваций, как в области новых материалов, так и в области новых инновационных технологических приёмов, определяющих в конечном счёте экономическую эффективность и технологически-коммерческую эффективность и инновационную целесообразность нововведений.

Итак, для сравнения рассмотрим две крайности, — комплексный процесс реставрации, скажем картины средневекового художника, являющейся музейной ценностью и даже национальным достоянием и, скажем процесса гомогенизации молока в условиях современного производства и глобализации экономики.

И тот и другой процесс требуют онлайн-контроля, но оба процесса имеют абсолютно противоположные базовые параметры и условия для оценки необходимости применения инновационных технических решений по онлайн-контролю.

Что резко отличает оба сравниваемых процесса, — это уровень возвратных и безвозвратных потерь, в случае потери контроля за работой контрольных устройств.

В случае, если идёт речь об аварии в производстве молока, то безвозвратные потери имеют чётко рассчитываемый характер и лимит, но в случае потери контроля за качеством материалов и техникой их приготовления в реставрационном процессе, уровень безвозвратных материальных и моральных потерь может превысить самый высокий предел.

Значит, для того чтобы инновационный проект был востребован и принёс необходимый материальный, коммерческий и моральный эффект, необходимо, что бы вопросы вертикальной и горизонтальной интеграции инновационного решения от идеи до массового производства были настолько универсальными, чтобы уровень безвозвратных потерь не превосходил уровень возвратных потерь.

Возникновение идеи и её инновационный синтез, происходят от приёмов и методов активного контроля параметров жидкостей в технологических ёмкостях при помощи так называемых контрольных свидетелей.

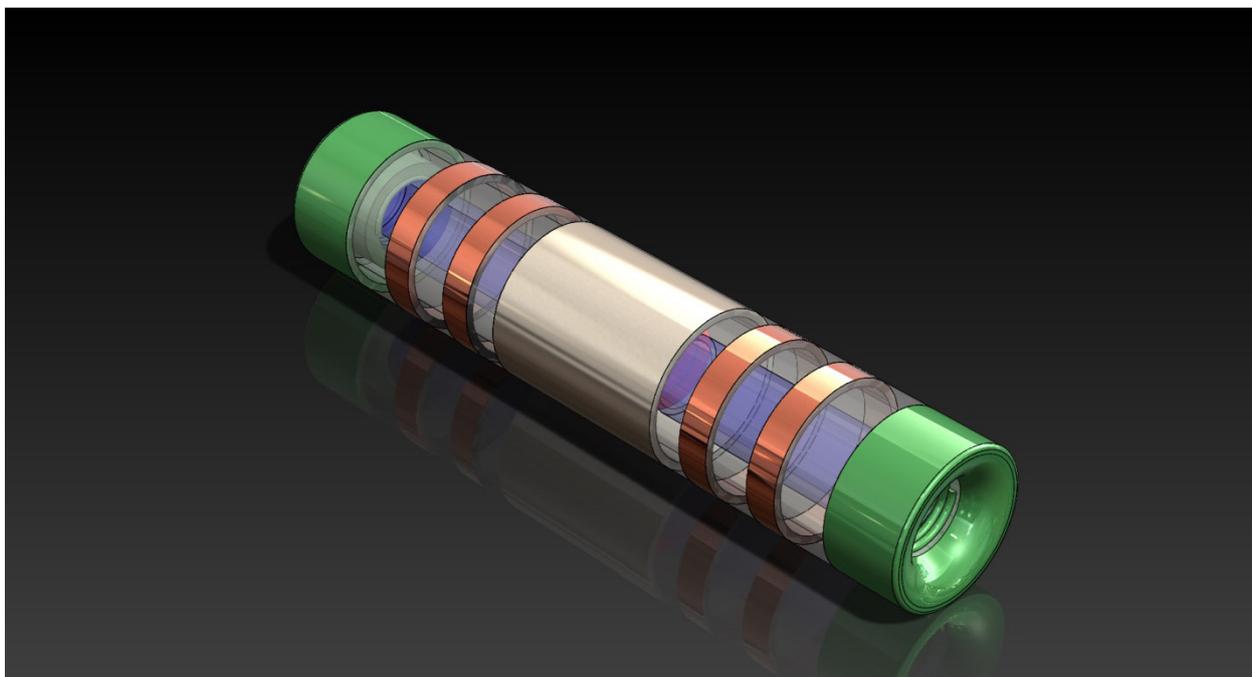
Свидетели имеют ограниченный срок пользования и после его истечения должны быть заменены на новые.

Как правило такие элементы помещаются в технологических ёмкостях и ваннах в углах, в которых, как принято говорить, возникают, так называемые мёртвые зоны, в которых уровень турбулентности существенно ниже чем в центральных зонах ёмкостей или ванн.

Опять же, как правило в таком свидетеле помещается какой-нибудь химический реагент, который входит в реакцию с раствором в ёмкости — ванне и постепенно под воздействием раствора меняет свою массу.

Когда такой свидетель извлекают, то взвешиванием его контрольного элемента, определяют характер изменений в растворе.

Естественно ни о каком активном онлайн-контроле речь не идёт, в этом случае свидетель выполняет функции пассивного периодического контроля.



На модели показан модуль для активного бесконтактного мониторинга параметров контролируемого потока жидкости (это может быть смесь, эмульсия, сжимаемая по свойствам жидкая среда, смесь, аэрозоль и т. д.).

Рассмотрим схемы горизонтальной и вертикальной интеграции базовых технических решений, положенных в основу модуля для дистанционного бесконтактного мониторинга объекта, заполненного одним из перечисленных типов жидкости (но может быть и аэрозоль и химический раствор и т. п.).

Для начала всестороннего анализа отличительных признаков модуля, автор предлагает проанализировать конструктивные ограничения, которые присутствуют в системах модуля и базируются на требованиях и ограничениях действующих стандартов.

Как правило это взаимосвязанные параметры, размеры, материалы и комбинации материалов, а также основные принципы рабочего цикла модуля, обеспечивающего выполнение основных поставленных задач, — вести онлайн-мониторинг, например уровня кислотности желудочного сока у коровы.

Прежде всего, на основании предыдущего опыта использования такого рода модулей, известно, что основная проблема, — это проблема энергообеспечения.

Все опыты с химическими источниками питания для модулей как правило заканчивались с результатом, требующим остановки эксперимента, ввиду того, что ресурс химических батарей весьма ограничен, а возможности замены модуля ещё более ограничены.

То есть ключом к решению проблемы является практически только вопрос об непрерывном энергообеспечении всех измерительных и коммуникационных функций модуля.

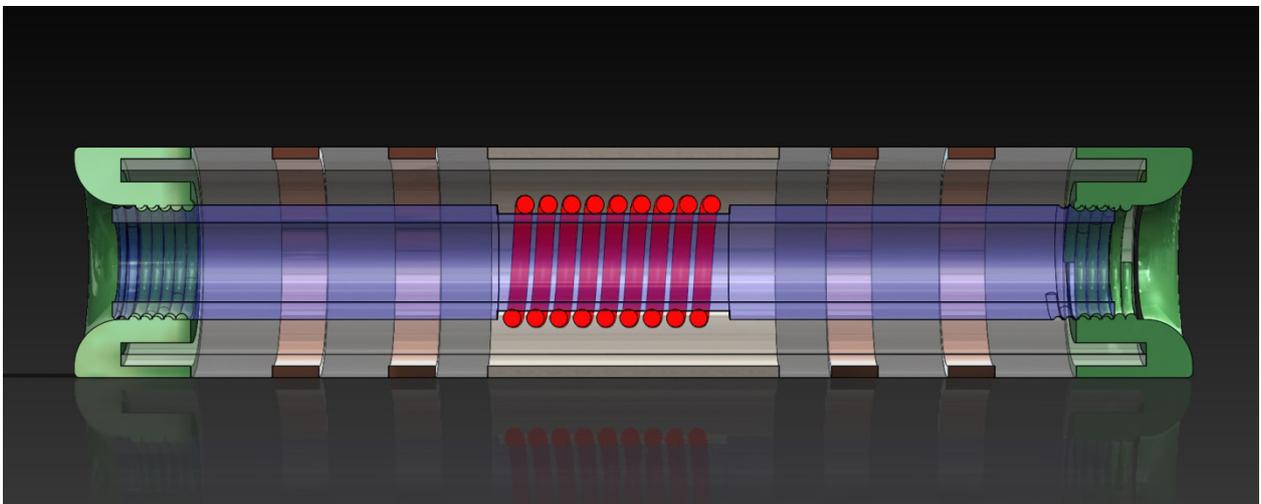
Теперь обратимся к условиям в желудке коровы в котором находится модуль; Как правило желудочный сок коровы имеет кислотную реакцию, и если предположить, что этот желудочный сок будет параллельно с основными биологическими функциями выполнять функции электролита импровизированной батареи (батарей), то если на наружных поверхностях корпуса модуля разместить электроды, то корпус модуля с встроенными электродами в постоянном контакте с кислым желудочным соком, будет работать в дополнение к своим конструктивным функциям ещё и как планарная пространственная трёхмерная батарея.



Как видно из следующего рисунка (трёхмерной модели) в центре цилиндрической конструкции модуля имеется токопроводящий экран, экранирующий соленоид импеданс-резонансного сенсора и имеющий возможность выполнять функции одного из электродов импровизированной инновационной батареи.

Как только решается вопрос выработки электроэнергии при использовании бесконечно обновляемого ресурса — своеобразного электролита, который постоянно проходит измерения параметров кислотности и при этом в сочетании с элементами конструкции корпуса модуля входя в внутренний канал модуля этот же электролит — желудочный сок получает воздействие от импульсов соленоида — сенсора, и формирует определённый резонансный фон, на пике импульса которого и находится верхнее значение разности потенциалов — эквивалент уровня кислотности желудочного сока в момент измерения.

В то же время по наружной поверхности корпуса модуля этот же желудочный сок входит в реакцию с электродами, встроенными в корпус модуля в виде системы колец.



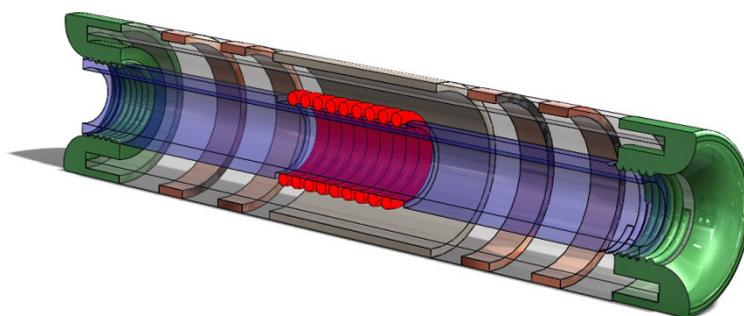
В то же самое время эти же электроды в сочетании с взаимодействующими с ними массами электролита — желудочного сока, формируют защитный комбинированный экран, который защищает и очищает зону измерений от электронного шума, что в режиме реального времени повышает точность измерений.

Таким образом налицо соединение функций, обеспечивающее горизонтальную и вертикальную интеграцию при постоянном совмещении функций элементов модуля и материалов из которых они изготовлены.

Это совмещение именно и носит чётко выраженную инновационную составляющую, когда одни и те же элементы модуля совмещают свои исполнительские функции.

Необходимо отметить тот факт, что в модуле все совмещённые функции реализуются в простейшей геометрии, в простейшем сочетании конструктивных материалов и с использованием многократно отработанных технологических приёмов для изготовления прототипов модуля и проверки параметров их функционирования.

Упрощённая геометрия конструктивных элементов модуля позволяет достаточно быстро изготовить прототип и испытать все его параметры и эффективность рабочего цикла.



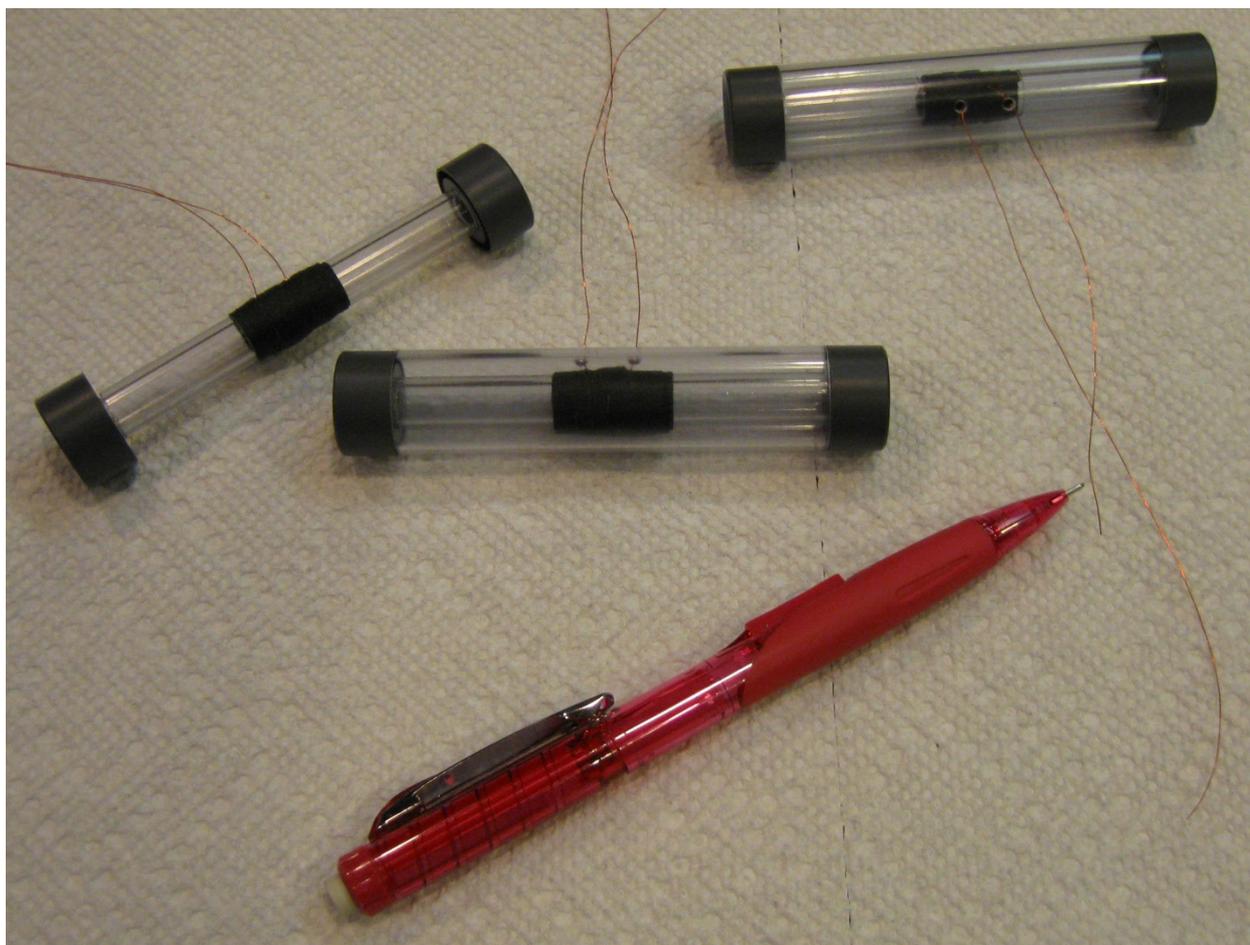
На рисунке показана трёхмерная модель модуля в продольном сечении, которая даёт достаточно чёткое представление о возможности реализации вертикально и горизонтально интегрированных инновационных рабочих функций экспериментального модуля.

Такая глубина проработки всех конструктивных элементов модуля, позволяет изготовить рабочий макет модуля со всеми необходимыми для экспериментальных проверок и испытаний деталями и материалами.

На следующем фото показаны прототипы модуля, выполненные в натуральную величину и из стандартных материалов.

Размеры модуля выполнены в соответствии с требованиями действующих стандартов молочного животноводства, которые определяют такие габариты модуля, которые позволяют корове проглотить модуль без какого-либо вреда.

Как показали предварительные испытания модулей с полной имитацией параметров и условий, все материалы и их сочетания, методы соединения деталей модуля и их исполнительные размеры полностью обеспечивают необходимый уровень работоспособности модуля.



Очень важным в процессе моделирования модуля явилась системная параллель с имеющим место в настоящее время техническим и технологическим уровнем действующего технологического оборудования в молочном производстве.

На следующих фото представлено такое производство, которое требует аналогичного уровня и у всех элементов оборудования, инструментов и оснастки, применяемых для такого уровня производственного оборудования.

Анализируя технический уровень представленного на фото серийного молочного производственного оборудования, есть смысл остановиться на понятии — неочевидности, в сочетании с другими признаками инновационности, — мировой новизной, работоспособностью, эффективностью и полезностью.



Прежде всего необходимо отметить тот факт, что на снимках изображено обычное серийное технологическое оборудование молочного производства в одной из западных стран

Технико-технологический уровень этого оборудования, имеющего замкнутый технологический цикл и управляемого от централизованной системы управления и контроля, определяет и требуемый уровень всех сопутствующих технологий и систем контроля.

Учитывая тот факт, что даже на больших молочно-товарных фермах, неверный результат измерения кислотности желудочного сока у одной коровы может привести к тому, что от этой коровы в сборник попадёт некачественное молоко, что в свою очередь заставит исключить это молоко из производственно-технологического цикла и нанесёт хозяйству достаточно чувствительный ущерб.

Следовательно, основным требованием к модулю является его надёжность и практически идеальная точность измерений.

В случае, если разработчики модуля сумеют добиться соответствия таким жёстким требованиям, неочевидность технического решения приобретает совершенно другой вид.

Таким образом вывод для дизайнеров и конструкторов модуля однозначный, — только в случае демонстрации требуемого уровня надёжности и точности измерений уровень очевидности внедрения этого комплексного технического решения будет находиться в рамках реальности.



Кроме того, возможность надёжной патентной защиты всего комплекса технических решений так или иначе воплощённых в конструкции модуля, его базового аппарата, его программного обеспечения, системы идентификации и расшифровки сигналов и преобразования их в конкретное значение результатов измерения, однозначная работоспособность всех взаимосвязанных элементов системы, всё это определяет возможность использования системы в современном комплексе молочного производства.

Вместе с тем инновационный характер модуля и его эксплуатационной системы позволяет предположить возможность внедрения модуля и реализуемой с его помощью комплексной интегративной технологии во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства, а также медицине и биологии.



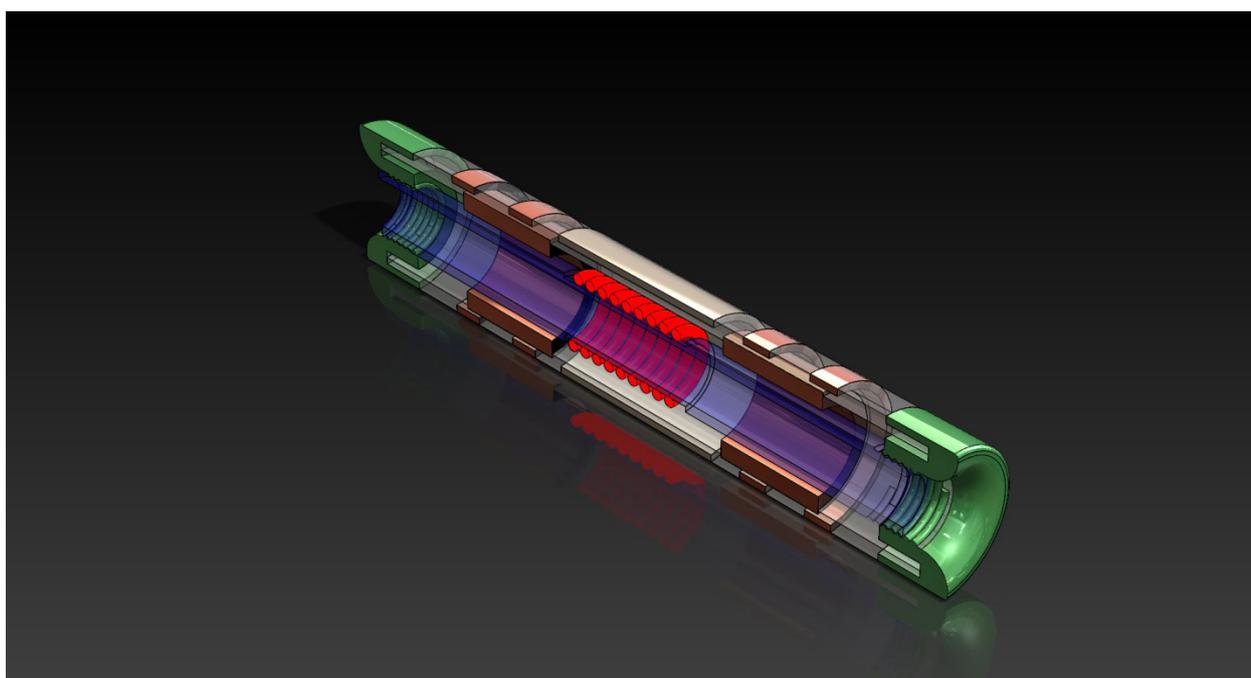
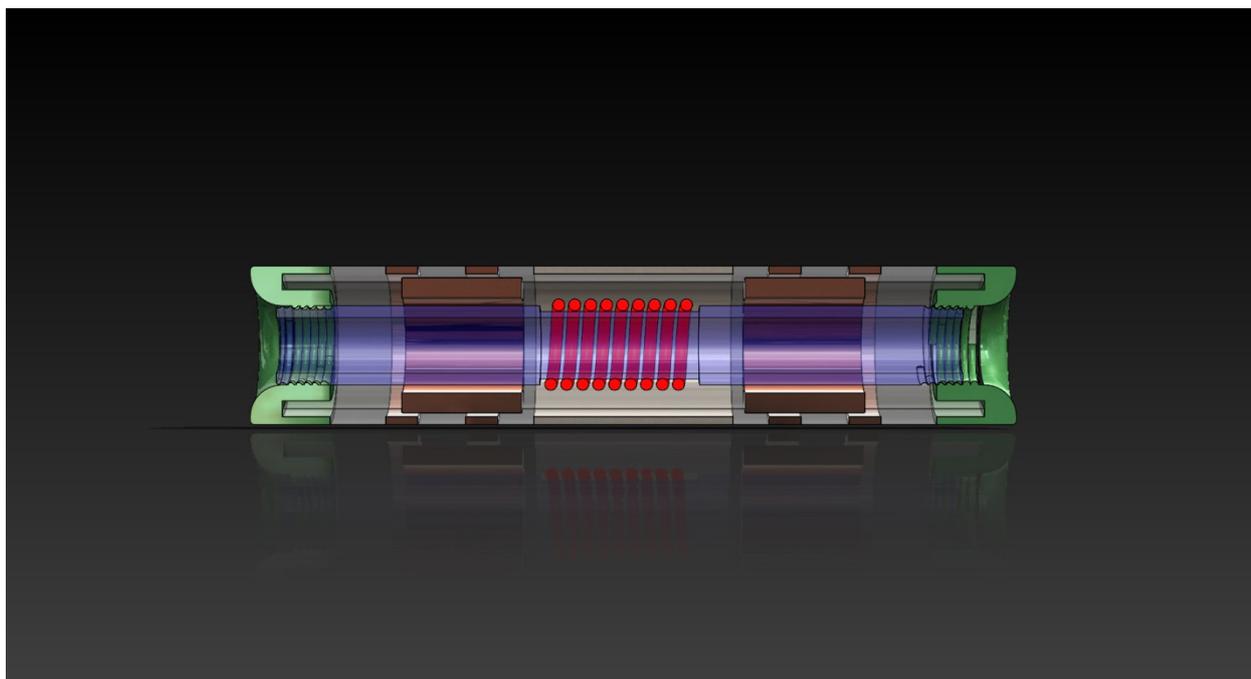
Предложенную технологию характеризуют возможности гибкого изменения конструкции модуля и его основных компонентов.

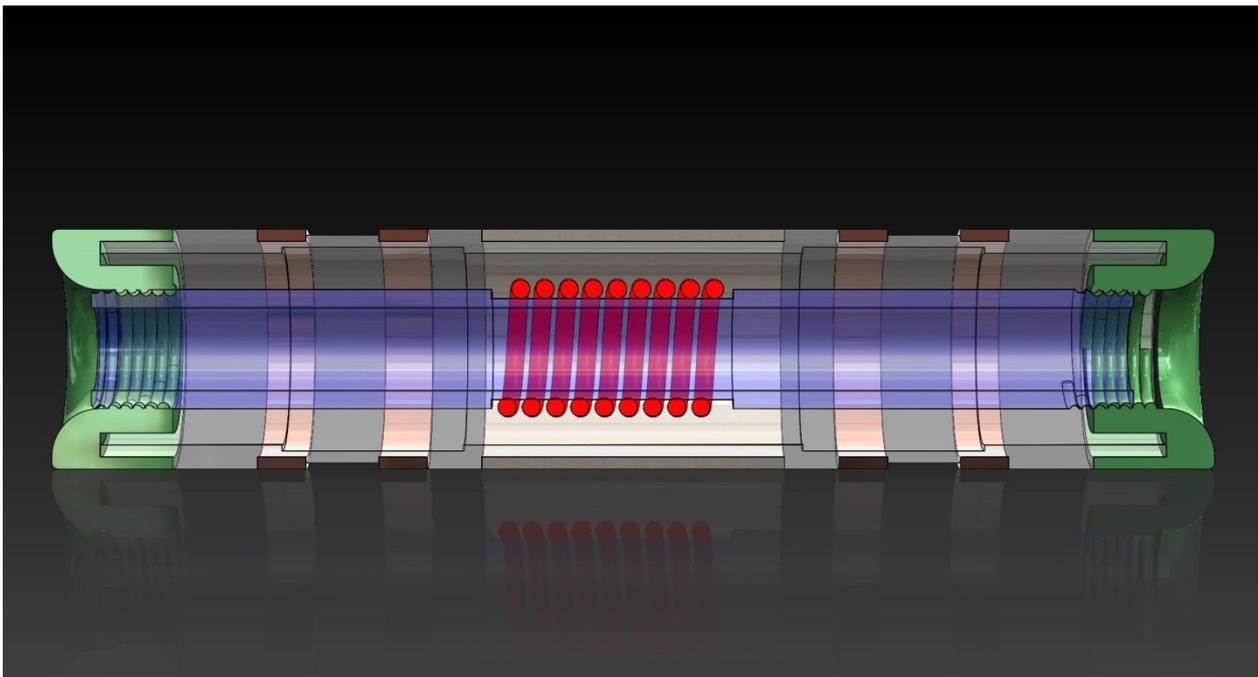
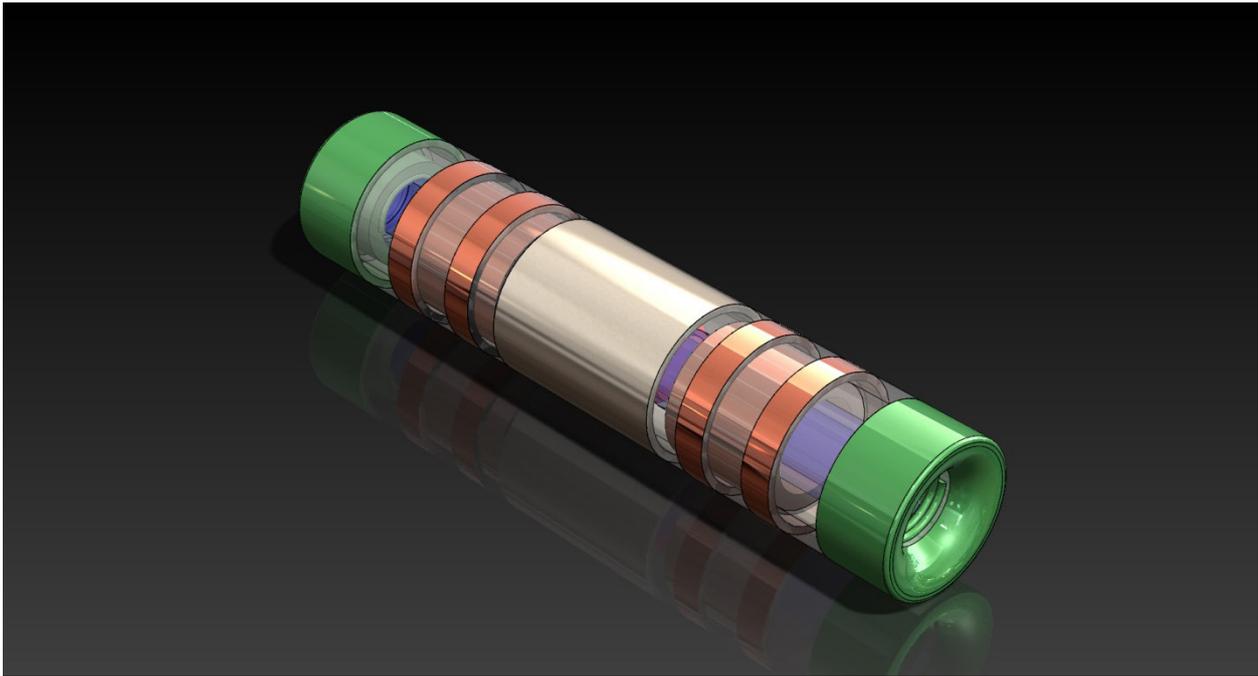
На следующих моделях показаны различные модификации конструкции модуля, позволившие ввести в состав модуля (без изменения его габаритных размеров) многие новые элементы.

Эти нововведения касаются состава и формы элементов экранирования, которые также формируют свойства и качества батареи для энергообеспечения процесса измерений и передачи информации о результатах измерений на центральный компьютер системы.

Практически всё вышеизложенное, может рассматриваться как пример инновационной обработки одного из важнейших элементов технологии бесконтактных измерений и формирования комплекса отличительных признаков этой технологии и задействованных в её реализации устройств, программ, методов и систем.

Сочетание всех этих признаков и системных отличий с необходимым уровнем мировой новизны, с требуемой работоспособностью, полезностью, а также неочевидностью именно и позволят защитить эти решения от бесконтрольного заимствования.





Литература:

1. Приложение 1

United States Patent
Birk, et al.

9,316,605
April 19, 2016

Determination of attributes of liquid substances

Abstract

A monitoring unit (100) that determines parameters (p_1 , p_2) of an attribute (P) of a liquid substance flowing (F) through a dielectric conduit (110) includes plural coil members (121, 122) encircling the dielectric conduit (110) that subjects a flow of the liquid substance to plural different electromagnetic fields ($B(f)$), and under influence thereof measuring circuitry registers

corresponding impedance measures ($z(f)$) of the liquid substance. A processor (130) derives the parameters (p_1, p_2) of the attribute (P) based on the registered impedance measures ($z(f)$).

Приложение 2

United States Patent
Birk, et al.

8,694,091
April 8, 2014

In vivo determination of acidity levels

Abstract

A bolus for use in a ruminant animal's reticulum includes a cavity (100) configured to receive ruminal fluids present in the stomach. The cavity has walls (110) of a dielectric material and is encircled by a coil member (120), which is configured to subject the ruminal fluids to an electro-magnetic field. A Sensor element (310) measures the electromagnetic field's influence on the ruminal fluids and thus register an electromagnetic property representative of an acidity level of said fluids. A transmitter (410) transmits a wireless output signal (SD) reflecting the acidity measure.

Определение уравнений кривых бинадали и спинодали

Гасанов Ильяс Раван оглы, старший инженер

Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

В работе устанавливается аналитический вид кривых, ограничивающих область двухфазного состояния (бинадаль и спинодаль). Это позволяет установить состояние фазового равновесия системы углеводородов. А это, в свою очередь, повышает качество проектирования и эксплуатации нефтяных и газоконденсатных месторождений.

Ключевые слова: фазовое равновесие, прогнозирование, неравенство, объем, давления, температура, бинадаль, спинодаль

In the paper, an analytical form of the curves of the two-phase bounding region (binodal and spinodal) is established. This allows us to establish the state of phase equilibrium of the hydrocarbon system which is necessary for the design and operation quality improvement of oil and gas condensate fields.

Keywords: phase equilibrium, prediction, inequality, volume, pressure, temperature, binodal, spinodal

Определение уравнения бинадали

Для определения аналитического вида бинадали в общем виде независимо от различных модификаций уравнения Ван-дер-Ваальса предположим, что это уравнение имеет вид:

$$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0. \quad (1)$$

Делая подстановку

$$y = x + \frac{b}{3a}, \quad (2)$$

мы получаем уравнение:

$$y^3 + py + q = 0, \quad (3)$$

$$\text{где } p = \frac{c}{a} - \frac{b^2}{3a^2} \text{ и } q = \frac{2b^3}{27a^3} - \frac{bc}{3a^2} + \frac{d}{a}. \quad (4)$$

Автором показано, что при $\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3 < 0$ и $p < 0$, корни уравнения $y_1 \leq y_2 \leq y_3$ находятся в следующих промежутках:

$$-2\sqrt{\frac{-p}{3}} \leq y_1 \leq -\sqrt{\frac{-p}{3}}, -\sqrt{\frac{-p}{3}} \leq y_2 \leq \sqrt{\frac{-p}{3}}, \sqrt{\frac{-p}{3}} \leq y_3 \leq 2\sqrt{\frac{-p}{3}}. \quad (5)$$

Известно, что второй корень находится в области двухфазного состояния.

Следовательно, для того, чтобы найти кривую, ограничивающую область двухфазного состояния, необходимо решить уравнение:

$$y^2 = -\frac{p}{3}, \left(x + \frac{b}{3a}\right)^2 = \frac{b^2}{9a^2} - \frac{c}{3a} \text{ или } x^2 + \frac{2b}{3a}x + \frac{c}{3a} = 0. \tag{6}$$

Как известно, для уравнения состояния, записанного с приведенными параметрами, уравнение Ван-дер-Ваальса имеет вид [1, 2]:

$$\left(P_r + \frac{3}{V_r^2}\right)\left(V_r - \frac{1}{3}\right) = \frac{8}{3}T_r. \tag{7}$$

Если его написать в виде (1), то получим:

$$a = 3P_r, b = -(P_r + 8T_r), c = 9, x = V_r. \tag{8}$$

Подставляя эти выражения в (6) и решая последнее, относительно P_r , получаем формулу:

$$P_r = \frac{16T_rV_r - 9}{9V_r^2 - 2V_r}. \tag{9}$$

Если мы построим графики функции (9) при различных T_r , то получим семейство кривых (рис.1). Только одна из них является бинодалью. Эта та кривая, для которой при $V_r = 1$ получается $P_r = 1$. Тогда из (9)

$$\frac{16T_r - 9}{9 - 2} = 1 \Rightarrow T_r = 1 \Rightarrow \frac{T}{T_c} = 1 \Rightarrow T = T_c.$$

Покажем, что эта точка является точкой максимума. Действительно,

$$P'_r = 0 \Rightarrow 8T_rV_r^2 - 9V_r + 1 = 0 \text{ или}$$

$$T_r = \frac{9V_r - 1}{8V_r^2} \tag{10}$$

при $V_r = 1 \Rightarrow T_r = 1$. Вообще все точки максимума семейства кривых $P = \frac{16V_rT_r - 9}{9V_r^2 - 2V_r}$ находятся на графике функции (см. рис.1, кривая 2)

$$P = \frac{9V_r - 2}{9V_r^3 - 2V_r^2}. \tag{11}$$

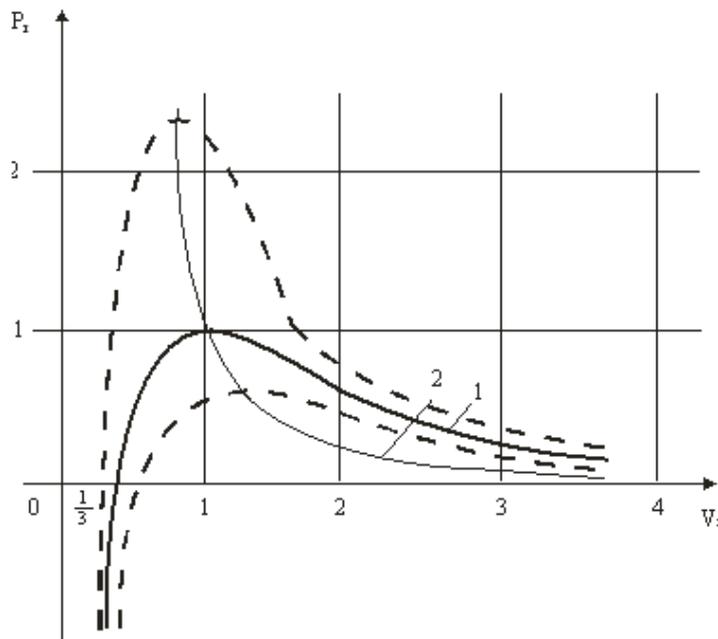


Рис. 1. Семейство кривых: 1 — кривая бинодали; 2 — кривая точек максимума.

Последнее можно получить, подставляя (10) в (9). Следовательно, уравнение бинодали принимает вид:

$$P = \frac{16V_r - 9}{9V_r^2 - 2V_r} \tag{12}$$

Кривая бинодали также показана на рис.2 (кривая 2).

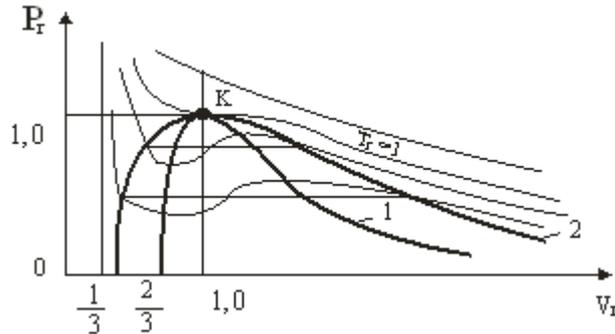


Рис. 2. Геометрическая интерпретация уравнения Ван-дер-Ваальса: 1 — кривая спинодали; 2 — кривая бинодали.

Таким образом, чтобы составить уравнение бинодали поступаем следующим образом. Зная уравнение состояния в виде $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, составляем уравнение $x^2 + \frac{2b}{3a}x + \frac{c}{3a} = 0$. Далее, подставляя выражения для a, b, c и x через P, V, T , решаем полученное уравнение относительно P . Наконец, подставляя в уравнение $T = T_c$, получаем уравнение бинодали. Для наиболее общего уравнения состояния Ван-дер-Ваальсового типа

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{(V + c)(V + d)} \tag{13}$$

где b, c, d — коэффициенты, постоянные для данного вещества; коэффициент a зависит от температуры ($a = a_c \varphi(T)$), где a_c — константа, φ — температурная функция, равная единице при критической температуре), уравнение бинодали имеет вид:

$$P = \frac{2RVT_c + (c + d)RT_c - a_c}{3V^2 + 2V(c + d + b) + (cd - bc - bd)} \tag{14}$$

или

$$Z = \frac{PV}{RT_c} = \frac{2V^2 + V\left(d + c - \frac{a_c}{RT_c}\right)}{3V^2 + 2V(c + d + b) + (cd - bc - bd)} \tag{15}$$

Наиболее общее уравнение состояния Ван-дер-Ваальсового типа объединяет в себе уравнения Соаве-Редлиха-Квонга (SRK), Редлиха-Квонга (RK), Понга-Робинсона (PR). Для доказательства правильности полученной формулы для уравнения бинодали напишем уравнение (13) в приведенном виде [1]:

$$P_r = \frac{T_r}{z_c^* V_r - \beta} - \frac{\alpha \varphi(T_r)}{(z_c^* V_r + \sigma)(z_c^* V_r + \delta)} \tag{16}$$

где $\alpha = \frac{a_c P_c}{R^2 T_c^2}$, $\beta = \frac{b P_c}{R T_c}$, $\sigma = \frac{c P_c}{R T_c}$, $\delta = \frac{d P_c}{R T_c}$, $z_c^* = \frac{P_c V_c}{R T_c}$, $P_r = \frac{P}{P_c}$, $T_r = \frac{T}{T_c}$, $V_r = \frac{V}{V_c}$.

Представим приведенное уравнение состояния (16) в виде $aV_r^3 + bV_r^2 + cV_r + d = 0$. Тогда получаем для a, b, c, d следующие выражения:

$$a = P_r (z_c^*)^3, \quad b = P_r (z_c^*)^2 (\sigma + \delta - \beta) - (z_c^*)^2 T_r, \quad c = P_r z_c^* \sigma \delta - P_r \beta (\delta + \sigma) z_c^* - z_c^* T (\delta + \sigma) + \alpha \varphi(T_r) z_c^*,$$

$$d = -\sigma \delta (P_r \beta + T_r) - \alpha \varphi(T_r) \beta. \tag{17}$$

Далее составляем уравнение в виде, в котором после подстановки выражений (17) и, решая последнее относительно P_r и подставляя $T_r = 1$, получаем окончательную формулу в виде:

$$P_r = \frac{\delta + \sigma - \alpha + 2V_r z_c^*}{3(z_c^*)^2 V_r^2 + 2V_r z_c^* (\delta + \sigma - \beta) + \sigma \delta - \beta (\delta + \sigma)}. \tag{18}$$

Формула (18) является приведенным видом формулы (14).

Так как в критической точке при $T = T_c$ и $V = V_c$ получается $P = P_c$, то мы получаем при $T_r = 1$, $V_r = 1 \Rightarrow P_r = 1$.

Подставляя в последней формуле эти значения, мы должны получить тождество:

$$1 = \frac{\delta + \sigma - \alpha + 2z_c^*}{3(z_c^*)^2 + 2z_c^* (\delta + \sigma - \beta) + \sigma \delta - \beta (\delta + \sigma)}. \tag{19}$$

Докажем, что последнее действительно является тождеством. Используем известные выражения [1]:

$$\sigma + \delta - \beta - 1 = -3z_c^*, \tag{20}$$

$$\delta \sigma - \beta \sigma - \beta \delta - \delta - \sigma = 3(z_c^*)^2 - \alpha, \tag{21}$$

$$\sigma + \delta = -2z_c^* + \alpha^{1/3}. \tag{22}$$

Представим выражение (19) в виде

$$3(z_c^*)^2 + 2z_c^* (\delta + \sigma - \beta) + (\delta \sigma - \beta (\delta + \sigma) - (\delta + \sigma)) + \alpha - 2z_c^* = 0.$$

Подставляя в этом уравнении (21) и (22), мы получаем:

$$3(z_c^*)^2 + 2z_c^* \left(\alpha^{1/3} - 2z_c^* - \beta \right) + \left(3(z_c^*)^2 - \alpha \right) + \alpha - 2z_c^* = 0 \text{ или } 2(z_c^*)^2 + 2z_c^* \left(\alpha^{1/3} - \beta \right) - 2z_c^* = 0.$$

Разделив обе части последнего уравнения на $2z_c^*$, получаем уравнение в виде:

$$z_c^* + \alpha^{1/3} - \beta - 1 = 0. \tag{23}$$

Наконец, подставляя выражение $\alpha^{1/3} = \sigma + \delta + 2z_c^*$ из (22) в (23), мы получаем: $\sigma + \delta - \beta - 1 = -3z_c^*$. А это, как видно из (20), является тождеством.

Таким образом, доказано, что полученная формула для бинодали верна.

Определение уравнения спинодали

Для определения аналитического вида спинодали будем его искать в виде:

$$y = \frac{mx - n}{kx^3}. \tag{24}$$

Здесь $x = V_r$, $y = P_r$. Для приведенного уравнения при $x = 1$, $y = 1$. Подставляя эти значения в уравнение (24), получаем

$$k = m - n. \tag{25}$$

Точка (1:1) должна быть точкой максимума этой функции. Тогда

$$y' = 0; \frac{(mx - n)' kx^3 - (mx - n)(kx^3)'}{(kx^3)^2} = \frac{mkx^3 - (mx - n) \cdot 3kx^2}{k^2 x^6} = 0$$

$$mkx^3 - 3kmx^2 + 3knx^2 = 0 \text{ или } -2kmx^3 + 3knx^2 = 0 \quad x \neq 0.$$

Разделив обе части на $kx^2 \neq 0$, мы получаем $-2mx + 3n = 0$ или $x = \frac{3n}{2m}$. Так как в критической точке $x = 1$,

то

$$\frac{3n}{2m} = 1, \quad n = \frac{2m}{3}. \quad (26)$$

Подставляя (26) и (25) в (24), мы получаем

$$y = \frac{3x-2}{x^3}. \quad (27)$$

Эту же формулу можно получить другим способом. Действительно, для этого в приведенном уравнении Ван-дер-Ваальса

$$\left(y + \frac{3}{x^2}\right)\left(x - \frac{1}{3}\right) = \frac{8}{3} \cdot T \quad (28)$$

находим точку касания кривой с осью абсцисс. Так как в этой точке $y = 0$ и

$T = 0,84375$, то мы получаем $\frac{3}{x^2}\left(x - \frac{1}{3}\right) = \frac{8}{3} \cdot 0,84375$. Решая это уравнение, получаем:

$$\left(\frac{1}{x}\right)^2 - \frac{3}{x} + 2,25 = 0, \quad \left(\frac{1}{x}\right)^2 - 2\frac{3}{x^2} + \left(\frac{3}{2}\right)^2 = 0,$$

$$\left(\frac{1}{x} - \frac{3}{2}\right)^2 = 0 \quad \text{или} \quad x = \frac{2}{3}.$$

В уравнении (24) при $y = 0$ получаем

$$x = \frac{n}{m} = \frac{2}{3} \quad (29)$$

Тогда формулу (24), представляя в виде $y = \frac{mx-n}{(m-n)x^3} = \frac{x - \frac{n}{m}}{\left(1 - \frac{n}{m}\right)x^3}$ и учитывая (29), получаем

$$y = \frac{x - \frac{2}{3}}{\left(1 - \frac{2}{3}\right)x^3} = \frac{3x-2}{x^3}. \quad \text{Как видим, эта формула совпадает с (27), то есть формула } y = \frac{3x-2}{x^3} \text{ полностью опи-}$$

сывает кривую спинодали.

Таким образом, подставляя $x = V_r$, $y = P_r$, получаем окончательную формулу для спинодали в виде

$$P_r = \frac{3V_r - 2}{V_r^3} \quad (\text{кривая спинодали показана на рис.2, кривая 1}).$$

Литература:

1. Мирзаджанзаде, А.Х., Аметов И.М., Ковалев А.Г. Физика нефтяного и газового пласта. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. — 2005. — 280 с.
2. Брусиловский, А.И. Фазовые превращения при разработке месторождений нефти и газа. — М.: Грааль, 2002. — 575 с.

Анализ применения сильфонных компенсаторов

Глебович Станислав Александрович, аспирант
Тульский государственный университет

В данной работе описаны особенности применения сильфонных компенсаторов на трубопроводах. Цель работы — провести анализ использования сильфонных компенсаторов в промышленности. Важным резервом понижения капитальных затрат, увеличения надёжности работы трубопроводов и оборудования считается использование в них особых приспособлений для компенсации температурных деформаций. Для данных целей используются сильфонные компенсаторы, имеющие значимые технико-экономические преимущества перед компенсирующими приспособлениями иных типов. Простота изготовления, высочайшие эксплуатационные и технико-экономические характеристики сделали возможным их широкого применения в разных отраслях промышленности. В результате аналитического исследования показано, что выбор компенсирующих элементов для их надёжного и долговременного использования должен быть с учётом условий их эксплуатации.

Ключевые слова: сильфонный компенсатор, компенсация сильфонного компенсатора, смещение сильфонного компенсатора

Evaluation of the technical condition of bellows pipe compensators without decommissioning

Glebovich Stanislav Aleksandrovich, graduate student
Tula state university

This paper describes the features of the application of bellows expansion joints for pipelines. The aim of this work is to analyze the use of bellows expansion joints in the industry. Important reserve decrease capital costs, increase the reliability of pipelines and equipment is the use of special fixtures to compensate for thermal deformations. For data purposes, bellows expansion joints, having significant technical and economic advantages over compensating devices of other types. Ease of fabrication, high performance and techno-economic characteristics have made the possibility of their wide application in different industries. The result of the analytical study it is shown that the choice of balancing items depends on their operating conditions.

Keywords: bellows compensator, bellows compensator compensation, bellows expansion joint offset

Один из основных законов физики заключается в том, что материалы подвержены расширению и сжатию, обусловленному изменением температуры. Сильфонные компенсаторы представляют собой элементы, которые поглощают все эти расширения, сжатия, а также вибрации и позволяют промышленным системам работать непрерывно и эффективно. [3;5]

Трубопроводы из-за теплообмена между транспортируемой средой и стенками трубы при эксплуатации, греются и удлиняются. Так как концы любого трубопровода прикреплены в неподвижных опорах и соединены с оборудованием, то при тепловом удлинении в стене трубы появляются напряжения. [5]

При повышенной температуре транспортируемой среды напряжения от теплового удлинения могут существенно превысить допусковые, что приведёт к разрушению трубопровода либо к деформации опор и корпуса оборудования. Для предотвращения опасных явлений создаются самокомпенсирующие трубопроводы либо устанавливаются сильфонные компенсаторы. [5]

В судостроительной промышленности используется широкая номенклатура изделий, в которую входят сильфонные компенсаторы. Они используются в системах жизнеобеспечения судна, на газовых трубопроводах.

Используются сильфонные компенсаторы в трубопроводных системах подачи воды, пара на кораблях военно-морского и гражданского флотов. В текущее время разрабатываются более совершенные модели арматуры, но использование уже изготовленных весьма обосновано.

В авиационной технике сильфон и сильфонные компенсаторы используются в разных системах авиационных двигателей, таких как в системах кондиционирования воздуха и трубопроводах, обеспечивающих работу антиобледенительных систем самолёта.

В металлургии сильфонные компенсаторы нашли достойное применение во многих системах заводов. Обычно, это изделия очень больших диаметров, выполненные в нестандартных вариациях, под конкретного заказчика. [5]

Применение сильфонных компенсаторов во всех отраслях народного хозяйства имеет тенденцию нарастания по причинам ужесточения экологических требований.

Главная область внедрения сильфонных компенсаторов — установка на трубопроводы. В трубопроводе могут появляться напряжения, стимулированные многими факторами, к примеру:

- внутренние либо наружные давления при рабочей температуре;
- вес трубопровода и транспортируемых материалов;
- принудительное смещение трубопровода в связи с внешними помехами;
- тепловое расширение.

Ввиду своей важности, напряжения, обусловленные тепловым расширением, должны быть рассмотрены в индивидуальном порядке. [6]

Напряжения, появляющиеся в трубопроводах, зависят от следующих причин:

- силы, направленной от источника внешних помех;
- деформаций, обусловленных наружными сторонними предметами;
- гибкости материала трубы.

В случае, если уровень напряжений или сил и количе-

ства движения превышают предельные значения, необходимо увеличить гибкость трубопровода.

Этого можно достичь за счёт:

- изменения общей конструкции трубопровода;
- использования элементов, имеющих высокую гибкость.

Первый способ может привести к потере температуры давления, и содействовать увеличению затрат, поэтому наиболее рациональным решением является использование сильфонного компенсатора. [6]

Удобство применения сильфонных компенсаторов заключается в том, что данный вид компенсатора не требует вспомогательного обслуживания в процессе эксплуатации. При всем этом, однако, сильфон относится к невосстанавливаемому (неремонтируемому) элементу, и период его эксплуатации в большинстве своём характеризует срок безремонтной эксплуатации трубопроводов, в составе которых он употребляется. Срок службы сильфонного компенсатора напрямую зависит от качества материалов, из которых он сделан. [2]

Сильфонные компенсаторы можно разделить на три группы в зависимости от типа смещений, которые они должны поглотить [7;8] (рис. 1): осевые, сдвиговые, угловые.

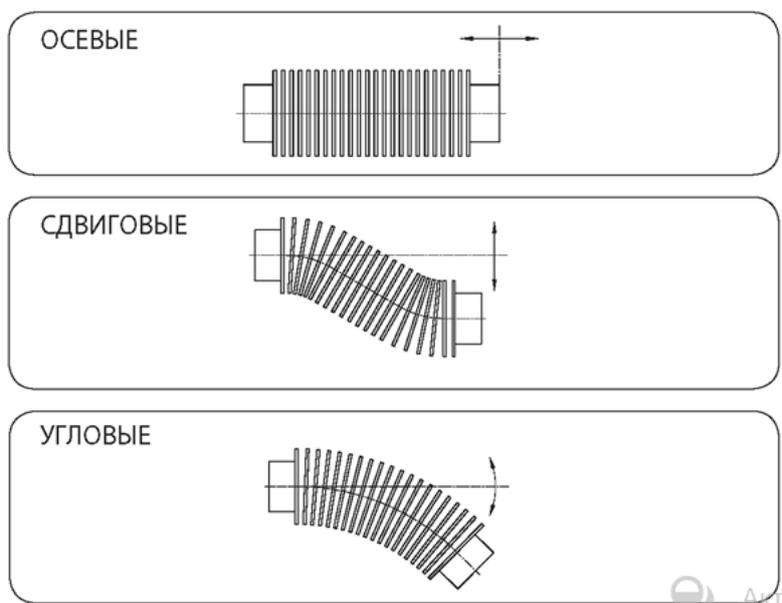


Рис. 1. Группы сильфонных компенсаторов

Сильфонные компенсаторы имеют довольно большой диапазон применения. Ключевыми областями использования считаются сосуды под давлением, трубопроводы, а также системы транспортирования и перекачки разных жидкостей и газов.

В частности, благодаря собственной гибкой структуре и особой конструкции, сильфонные компенсаторы могут удовлетворять все требования, предъявляемые для трубопроводов высокого давления и различного диаметра. Любой тип сильфонного компенсатора обладает различными преимуществами в соответствии с областью его при-

менения и конструкцией. Сильфонные компенсаторы, которые подобраны и установлены правильно, гарантируют надёжное соединение.

Осевые, сдвиговые либо угловые сильфонные компенсаторы применяются для предотвращения проблем, связанных с расширением и вибрацией. Но, в некоторых случаях, когда рабочее давление превышает допустимые значения, или если типовые конструкции компенсаторов не удовлетворяют требованиям, предлагается применять сбалансированные или универсальные сильфонные компенсаторы. [7;8]

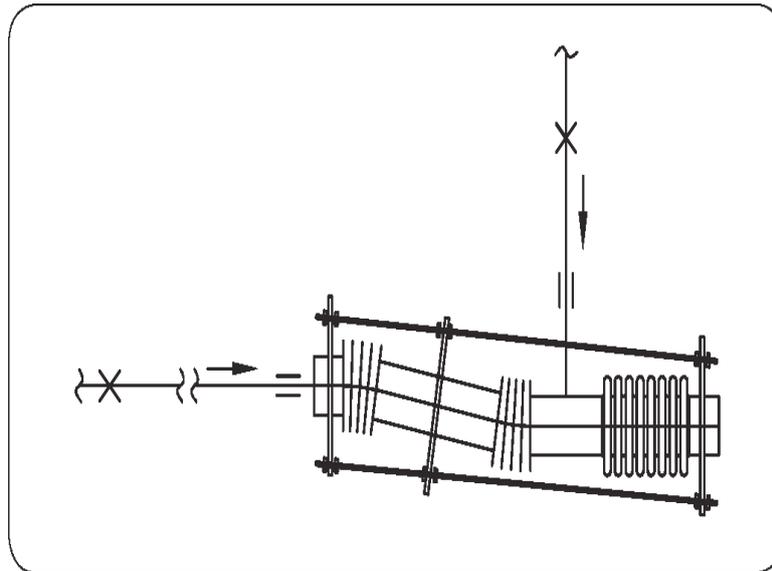


Рис. 2. Компенсация больших сдвиговых расширений универсальным сильфонным компенсатором

Сбалансированные по давлению и универсальные сильфонные компенсаторы нужно применять в случаях, когда нужно компенсировать очень большие сдвиговые расширения без использования необходимого количества направляющих. (Рис. 2)

Важная функция сильфонных компенсаторов, кроме компенсации температурных расширений, содержится в решении проблем, связанных с вибрацией. Сильфонные компенсаторы чрезвычайно эффективны, в особенности при компенсации вибрации высокой частоты и малой амплитуды. В случае мощных колебаний системы, таковых например, как поршневой двигатель, компенсаторы не способны подавить вибрацию. Другими словами, можно сказать, что амплитуда колебаний системы не должна превосходить 10% от суммарных перемещений компенсатора. [5]

Анализ состояния трубопроводов и элементов систем тепловых сетей, показал, что за период эксплуатации повреждение сильфонных компенсаторов случается. [1;2]

Приобретённые данные о причинах повреждаемости демонстрируют, что причинами возникновения дефектных разрушений на сильфонных компенсаторах явились:

- нарушение соосности трубопроводов из-за их просадки в процессе использования;
- нарушение конструкций неподвижных опор;
- коррозия гофр компенсаторов.

На снижение сроков службы сильфонных компенсаторов влияют следующие факторы:

- конструкция сильфонных компенсаторов не гарантирует 100% герметичности гофр от проникновения грунтовой воды;

- опыт монтажа сильфонных компенсаторов, которые устанавливались на трубопроводах наземной и подвальной прокладки, указывает, что надёжно закрепить их на подвижные и направляющие опоры представляет большую сложность;

- длительное хранение компенсаторов под открытым небом в отсутствии антикоррозийной защитной смазки, нарушения инструкции по их транспортировке и монтажу приводят к повреждениям.

- нарушение технологии строительно-монтажных работ приводит к проникновению влаги под изоляцию или нарушению соосности, что сокращает срок службы компенсатора. [1]

Таким образом, можно сделать следующее заключение. Применяемые при изготовлении компенсаторов стали должны быть стойкими в условиях воздействия нагрузок. Для увеличения сроков службы сильфонных компенсаторов нужно соблюдать требования к производству, сбережению, перевозке и монтажу с целью недопущения их повреждений и коррозии. При производстве элементов стоит предусмотреть нанесение антикоррозийного покрытия на внешнюю поверхность гофр сильфонных компенсаторов. Нужно сделать правильный выбор оптимальных для трубопровода компенсаторов и тогда срок эксплуатации изделий будет больше. Отсутствие компенсаторов на трубах может привести к таким нежелательным результатам, как изменение длины трубы, при температурном расширении либо сжатии металла трубы, что в дальнейшем приведёт к разрыву трубопровода.

Литература:

1. Анализ эксплуатации сильфонных компенсаторов на предприятии. <http://kompensator.cwx.ru/> Дата обращения 03.08.2017.

2. Антонов, П. Н. «Об особенностях применения компенсаторов», журнал «Трубопроводная арматура», № 1, 2007.
3. Бурцев, К. Н. Металлические сильфоны. Машгиз, М., 1963.
4. Логунов, В. В., Поляков В. Л., Слепченко В. С. «Опыт применения осевых сильфонных компенсаторов в тепловых сетях», журнал «Новости теплоснабжения», № 7, 2007.
5. Применение сильфонных компенсаторов на различных трубопроводах. <http://silphon.ru/> Дата обращения 03.08.2017.
6. Применение компенсаторов. <http://ros-pipe.ru/> Дата обращения 03.08.2017.
7. Сильфонные компенсаторы. <http://santermo.ru/> Дата обращения 03.08.2017.
8. Справочник «Промышленное газовое оборудование» / Под ред. Е. А. Карякина. — 5-е. — Саратов: Научно-исследовательский центр промышленного газового оборудования «Газовик», 2010.

Изменение ширины координатной зоны проекции Гаусса-Крюгера для реализации гидрографических задач в морских акваториях

Дегтева Полина Валерьевна, аспирант

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова (г. Санкт-Петербург)

В нашей стране проекция Гаусса-Крюгера является государственной. В гидрографии использование 6-градусных или 3-градусных зон зачастую приводят к сложным преобразованиям результатов измерений. Расширение координатных зон до одной единой на всю территорию государства приведёт к исключению дополнительных пересчётов и единообразию проекции Гаусса-Крюгера как государственной системы.

Ключевые слова: проекция Гаусса-Крюгера, координатная зона, преобразование координат

Поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера была разработана К. Ф. Гауссом в 1812–1815 гг. Для разработки ганноверской триангуляции, им же была разработана система координат в равноугольной проекции. Эту систему координат в дальнейшем развивал немецкий геодезист Л. Крюгер.

Проекция Гаусса-Крюгера получена аналитически путем разложения комплексной функции от изометрических координат в степенной ряд и не имеет геометрической интерпретации. Данная проекция определяется тремя условиями: она равноугольная, сохраняет длины на среднем меридиане и симметрична относительно среднего меридиана и экватора.

В 1930 году в нашей стране были приняты проекция и система координат Гаусса-Крюгера как государственная. Для того, чтобы установить единую систему плоских прямоугольных координат, было решено разделить поверхность эллипсоида вращения на определенное количество долготных зон, в которых будет введена своя система прямоугольных координат.

Для простоты решения ряда гидрографических задач, необходимо, чтобы количество зон, охватываемых территорию государства, было минимальным. Это позволяет сократить объем вычислений при преобразовании координат Гаусса-Крюгера из одной зоны в другую. В настоящее время, в гидрографических расчетах чаще всего используются шестиградусные зоны.

Если с помощью компьютера обрабатывать результаты измерений по преобразованию координат и редуцированию направлений, углов и расстояний с поверхности эллипсоида на плоскость в проекции Гаусса-Крюгера, используя необходимые формулы, то размеры зон могут быть какими угодно [1,2].

В данной работе рассматривается возможность расширения координатных зон в целях упрощения преобразований координат для гидрографических работ в морских акваториях нашего государства.

При выполнении картометрических работ по электронным картам зоны можно расширить до 18°. Точность координат точечных объектов составит 2–3 км, что можно устранить путем введения соответствующих поправок [5].

В данной работе произведен пересчет произвольных координат с долготой 30° и 180° Гаусса-Крюгера по способу Томсона [3]. За осевой меридиан принят меридиан с долготой 102°.

Работы выполнены в программе MathCad. По результатам построен график масштаба длин линий для точек с долготами 30°, 102° (осевой меридиан), 180° (см. рис. 1).

На графике отчетливо виден скачок изменения масштаба длин линий при удалении от осевого меридиана. При больших удалениях масштаб увеличивается почти вдвое. На осевом меридиане изображение почти не искажается. Об этом говорит Титова в [4].

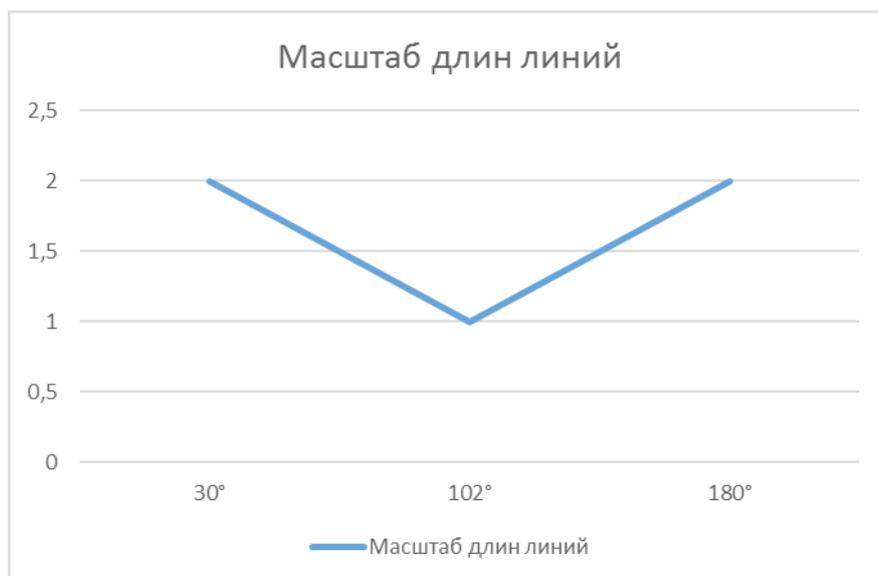


Рис. 1. График масштаба длин линий

Таким образом, использование системы координат Гаусса-Крюгера не ограничивается традиционной разбивкой земного эллипсоида на 3-х, или 6-градусные зоны. В целях реализации упрощения выполнения ряда задач, можно использовать зоны большей ширины [5], либо

единую широкую зону проекции Гаусса-Крюгера, охватывающую границы нашего государства [3]. Особенно это актуально в целях гидрографии, где необходима оптимизация пересчетов.

Литература:

1. Бойко, Е. Г. Высшая геодезия. Часть II. Сфероидическая геодезия. — М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2002. — 144 с.
2. Морозов, В. П. Курс сфероидической геодезии. — М.: Недра, 1979. — 296 с.
3. Томсон, П. В. Преобразование геодезических координат к плоским прямоугольным в одной координатной зоне проекции Гаусса-Крюгера для всей территории Российской Федерации, Морское образование: традиции, реалии и перспективы: материалы научно-практической конференции. 31 марта 2015 г. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. — том 2. — 250–254 с.
4. Титова, А. В. Влияние расширения координатной зоны на картометрические характеристики проекции Гаусса-Крюгера. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2016.
5. Томсон, П. В., Макаров Г. В. Учебное пособие «Системы координат. Методы преобразования координат». — СПб.: ГМА, 2010 г.
6. Афонин, К. Ф. О выборе размеров зон в проекции Гаусса-Крюгера, ГЕО-Сибирь2009. V Международный научный конгресс: сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). — Новосибирск.: СГГА, 2009. том 1, ч. 1. — 155–159 с.
7. Кёниг, Р. и Вейзе К. Математические основы высшей геодезии и картографии. — М.: изд. Иностранной литературы, 1954.
8. Еннгагер К, Подер К. Некоторые конформные отображения и преобразования для геодезии и топографии. Национальная съёмка и кадастр.: — Дания, Копенгаген, изд. 4, том 6, 1998.

Имитационное моделирование как главный инструмент конструирования сложных процессов и систем

Есенбекова Ажар Эдуардовна, магистр, старший преподаватель;
Джумахметова Лилия Кереевна, магистр, старший преподаватель;
Дусталиева Самира Мейведдиновна, магистр, старший преподаватель
Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем (г. Уральск)

В статье рассматривается имитационное моделирование, пакеты систем имитационного моделирования, разновидности имитации, виды имитационного моделирования.

An imitation design, packages of the systems of imitation design, varieties of imitation, types of imitation design, is examined in the article.

Актуальность темы с каждым годом в Казахстане развиваются цифровые устройства, гибридные вычислительные машины, технологии, что является предпосылкой большого прогресса. Последние десятилетия в Казахстане стремительно развиваются цифровые технологии, что делает Казахстан современным высокотехнологическим, высокоразвитым государством.

Процессы, в которые могут вмешиваться человек является имитационным моделированием. В зависимости от ситуации, сложившейся обстановки человек принимает решения, выбирая оптимальное решение, ход. И, естественно, это действие, решение приводит к ожидаемым изменениям хода, что приводит в действие математическую модель. Дальнейшее решение принимается, учитывая реальные обстановки ситуации. Человек многократно повторяя действия, набирает опыт, учится на ошибках, и постепенно учиться принимать правильные решения.

При исследовании операций применяются как аналитические, так и статистические модели. Они имеют свои преимущества и недостатки. Статистические модели, по сравнению, с аналитическими, более точны и подробны, не требуют столь грубых допущений, позволяют учесть большое (в теории — неограниченно большое) число факторов. Но и у них — свои недостатки: громоздкость, плохая обозримость, большой расход машинного времени, а главное, крайняя трудность поиска оптимальных решений, которые приходится искать «наощупь», путем догадок и проб. [8,9]

Наилучшие работы в области исследования операций основаны на совместном применении аналитических и статистических моделей. Аналитическая модель дает возможность в общих чертах разобраться явлении, наметить как бы контур основных закономерностей. Имитационное моделирование применяется к процессам, в ход которых может время от времени вмешиваться человеческая воля. [8,9]

В литературе не существует общей точки зрения по вопросу о том, что понимать под имитационным моделированием.

Существуют различные трактовки:

— в первой — под имитационной моделью понимается математическая модель в классическом смысле; [8,9]

— во второй — этот термин сохраняется лишь за теми моделями, в которых тем или иным способом разыгрываются (имитируются) случайные воздействия; [8,9]

— в третьей — предполагают, что имитационная модель отличается от обычной математической более детальным описанием, но критерий, по которому можно сказать, когда кончается математическая модель и начинается имитационная, не вводится; [8,9]

Этапы процесса построения математической модели сложной системы:

1. Формулируются основные вопросы о поведении системы, ответы на которые мы хотим получить с помощью модели. [8,9]

2. Из множества законов, управляющих поведением системы, выбираются те, влияние которых существенно при поиске ответов на поставленные вопросы. [8,9]

3. В дополнение к этим законам, если необходимо, для системы в целом или отдельных ее частей формулируются определенные гипотезы о функционировании. [8,9]

Имитационное моделирование является главным инструментом конструирования сложных экономических процессов и систем. Имитационное моделирование позволяет объединять математические методы с практическим и теоретическим опытом специалистов-практиков [1, 2, 3]. Имитационное (компьютерное) моделирование экономических процессов применяется в случаях [1]:

— для управления сложным бизнес-процессом (имитационная модель управляемого экономического объекта в этом случае используется в качестве инструментального средства в контуре адаптивной системы управления, создаваемой на основе информационных технологий);

— в случае проведения экспериментов с дискретно-непрерывными моделями сложных экономических объектов (имитационная модель управляемого экономического объекта в этом случае используется для получения и отслеживания динамики в экстренных ситуациях, связанных с рисками).

Можно выделить различные типовые задачи, которые решаются средствами компьютерного моделирования в процессе управления объектами:

- моделирование процессов логистики для определения временных параметров;
- управление процессом реализации инвестиционного проекта;
- прогнозирование финансовых результатов деятельности предприятия на конкретный период времени;
- оценка параметров надежности и задержек в централизованной экономической информационной системе;
- анализ эксплуатационных параметров распределенной многоуровневой ведомственной информационной управляющей системы с учетом неоднородной структуры, пропускной способности каналов связи и несовершенства физической организации распределенной базы данных в региональных центрах;
- анализ, сетевой модели PERT (Program Evaluation and Review Technique) для проектов замены и наладки производственного оборудования.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами или другими словами — разработке симулятора (англ. simulation modeling) исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов. [1]

Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Достоинством является то, что в модели можно управлять временем, а именно если процесс быстропротекающий, замедлять его, а если процесс медленно изменяется, то ускорять время. Возможность имитации поведения объектов, с которыми невозможно или опасно делать реальные эксперименты. С развитием века цифровых, информационных технологий производство уникальных изделий, объектов, выполняется компьютерным имитационным моделированием. Эта позволяет накопить все необходимые знания, оборудование и полуфабрикаты для будущего изделия до начала производства. Компьютерное 3D моделирование теперь не редкость даже для небольших компаний.

С появлением ЭВМ имитационное моделирование получила развитие, как метод решения сложных задач.

Можно выделить два вида имитации:

- Метод Монте-Карло (метод статистических испытаний);
- Метод имитационного моделирования (статистическое моделирование).

Литература:

1. Емельянов, А. А. и др. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума; Под ред. А. А. Емельянова. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 368 с: ил.
2. Максимей, И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1988. — 323 с.
3. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование: Теория и технологии. — СПб.: Корона принт; М.: Альтекс-А, 2004. — 384
4. Рыжиков, Ю. И. Решение научно-технических задач на персональном компьютере. — СПб.: Корона принт, 2000. — 272 с.

Виды имитационного моделирования

Агентное моделирование — относительно новое направление в имитационном моделировании, которое используется для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования которых определяется не глобальными правилами и законами (как в других парадигмах моделирования), а наоборот, когда эти глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы. Цель агентных моделей — получить представление об этих глобальных правилах, общем поведении системы, исходя из предположений об индивидуальном, частном поведении ее отдельных активных объектов и взаимодействии этих объектов в системе. Агент — некая сущность, обладающая активностью, автономным поведением, может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил, взаимодействовать с окружением, а также самостоятельно изменяться. Дискретно-событийное моделирование — подход к моделированию, предлагающий абстрагироваться от непрерывной природы событий и рассматривать только основные события моделируемой системы, такие как: «ожидание», «обработка заказа», «движение с грузом», «разгрузка» и другие. Дискретно-событийное моделирование наиболее развито и имеет огромную сферу приложений — от логистики и систем массового обслуживания до транспортных и производственных систем. Этот вид моделирования наиболее подходит для моделирования производственных процессов. Основан Джеффри Гордоном в 1960х годах. [1,9]. Системная динамика — парадигма моделирования, где для исследуемой системы строятся графические диаграммы причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени, а затем созданная на основе этих диаграмм модель имитируется на компьютере. По сути, такой вид моделирования более всех других парадигм помогает понять суть происходящего выявления причинно-следственных связей между объектами и явлениями. С помощью системной динамики строят модели бизнес-процессов, развития города, модели производства, динамики популяции, экологии и развития эпидемии. Метод основан Джемом Форрестером в 1950 годах. [9] Имитационное моделирование — это частный случай математического моделирования. Существует класс объектов, для которых не разработаны аналитические модели. В этом случае математическая модель заменяется имитатором или имитационной моделью.

5. Асеев, А. А., Боев В. Д., Кулешов И. А., Сеченев Д. М. Основы моделирования систем связи и автоматизации на GPSS/PC: Учеб. пособие. — СПб.: ВУС, 2000. — 230 с.
6. Варжапетян, А. Г., Глушенко В. В. Системы управления: исследование и компьютерное проектирование: Учеб. пособие. — М.: Вузовская книга, 2000. — 3287. Марков А. А. Моделирование информационно-вычислительных процессов: учебное пособие для вузов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999.
7. Вентцель, Е. С. «Исследование операций», Москва «Советское радио» 1972 г.
8. «Экономико-математические методы и прикладные модели», под ред. Федосеева В. В., Москва «Юнити» 2001

Многоразовые космические корабли Спейс-Шаттл и Буран

Сельвесюк Николай Леонтьевич, старший преподаватель;
Смирнова Елена Игоревна, студент
Московский авиационный институт

В данной работе рассматриваются многоразовые космические корабли Спейс-Шаттл (США) и Буран (СССР), сравниваются их технические характеристики, анализируются цели и задачи создания данных космических аппаратов, а также принимаются во внимание перспективы их развития.

Ключевые слова: космический корабль, многоразовый космический аппарат, Спейс-Шаттл, Буран, космонавтика

12 апреля 1961 года началась история пилотируемой космонавтики, ведь именно в этот день советский летчик-космонавт Юрий Гагарин совершил свой первый космический полет, который продлился 108 минут и навсегда вошел в историю освоения космоса. После легендарного полета Гагарина Ю. А. пилотируемая космонавтика активно развивалась, в результате чего стали возможны не только единичные краткосрочные полеты, но и постоянное пребывание экипажей космонавтов на орбите.

Создание космического корабля многоразового использования стало важным шагом для человечества в освоении космоса, поскольку появилась возможность с помощью шаттлов выполнять принципиально новые задачи, которые вставали перед учеными и военными.

При планировании космической деятельности на 1970-е гг. руководство NASA было обеспокоено высокой стоимостью полетов в космос. По расчетам специалистов NASA запуск многоразовых кораблей можно было осуществлять каждую неделю, в следствие чего стоимость запуска значительно снижалась и составляла 10 млн долларов (оказалась выше в 50 раз, около 450 млн долл).

В конце 60-х годов в США начали разрабатывать многоразовый транспортный космический корабль (МТКК). После того как было предложено и рассмотрено несколько конструкций, в начале 70-х годов выбор пал на вариант с частичной многоразовостью, который получил название «Спейс Шаттл» (Space Shuttle). На разработку данного МТКК потребовалось более 10 лет [3].

В США космические корабли многоразового использования проектировались в рамках программы NASA «Космическая транспортная система». Всего было создано четыре таких космических корабля: *Колумбия* (англ.

Columbia, в честь Христофора Колумба), *Дискавери* (англ. *Discovery*, «открытие»), *Челленджер* (англ. *Challenger*, «бросающий вызов») и *Атлантис* (англ. *Atlantis*, «Атлантида»). 12 апреля 1981 года первый шаттл совершил свой первый старт, который был приурочен к юбилею полета Гагарина Ю. А. Именно эту дату по праву можно считать отправной точкой в истории многоразовых космических кораблей. Однако после трагедии, произошедшей с «Челленджером» в 1986 г. был построен пятый орбитальный самолет, который получил название *Индевер* (*Endeavour*, «стремление»). Новый аппарат был запущен в мае 1992 года.

Разработкой МТКК заинтересовались в СССР. Советские военные опасались, что с помощью такого сверхоружия американцы смогут нанести ядерный удар из космических глубин или похитить советские космические аппараты, однако, следует отметить, что шаттл создавался лишь для доставки на орбиту элементов системы ПРО (противоракетной обороны). В СССР стали задумываться над созданием отечественного корабля, который служил бы как военным (противодействие возможной агрессии со стороны США, нанесение контрударов), так и мирным целям (проведение научных работ, доставка грузов на орбиту и их возвращение на Землю).

В Советском Союзе работы по разработке тяжелой транспортно-космической системы с многоразовым орбитальным кораблем начались в 1974 г. Ведущим предприятием по созданию МТКК, аналогичного американскому кораблю «Спейс Шаттл», выступало Научно-производственное объединение «Энергия», под руководством Глушко В. П. (д. т. н., академик АН СССР). Работы по созданию программы «Энергия-Буран» были начаты в 1976 году.

15 ноября 1988 г. космический корабль «Буран» совершил свой первый и единственный полет в космическое пространство. Запуск системы «Энергия-Буран» был произведен с космодрома Байконур. Полет продлился 205 минут. Совершив два витка вокруг Земли, корабль произвел посадку на специально оборудованном аэродроме «Юбилейный» на Байконуре. Полет осуществлялся в автоматическом режиме с использованием бортового компьютера и бортового программного обеспечения. Следует отметить, что американский челнок совершал заключительную стадию посадки в режиме ручного управления [4].

По словам Валерия Бурдакова (д. т. н.), советского и российского учёного в области авиационно-космического машиностроения и энергетики, в середине 1970-х годов отставание СССР от США оценивалось в 15 лет. Советским ученым не хватало опыта работы с большими массами жидкого водорода, не было многократных жидкостных ракетных двигателей, крылатых космических аппаратов.

В 1970-е гг. советская экономика все больше отставала от экономики развитых стран по техническому и технологическому уровню, показателям эффективности, и, что более важно, СССР утрачивал преимущества в темпах экономического роста.

Сказывалась и сложная иерархическая система, где наиболее компетентным считался не исследователь, а высшее должностное лицо. Кроме того, наука была оторвана от ВУЗов и предприятий. Ни в какое сравнение с Западом не шла продолжительность цикла «наука — производство»: в 1970-х годах производственный цикл в СССР составлял 17,5, в то время как в США — 6–8 лет [10].

Необходимо также подчеркнуть отсутствие комплексного подхода к развитию космических средств и механизмов использования результатов, чрезмерная политизация, произвольное определение сроков выполнения космических проектов и, как следствие, их многократные переносы. Все это не способствовало совершенствованию космической деятельности и внедрению научных методов управления.

МТКК представляет собой летательный аппарат (ЛА), который состоит из разгонной ступени и воздушно-космического самолета (ВКС). Разгонная ступень (например, ракета-носитель) выводит ВКС на орбиту искусственного спутника земли. ВКС (орбитальная ступень) совершает требуемые операции в космическом пространстве и возвращается на Землю.

«Орбитальная ступень выполнена по аэродинамической схеме моноплана-бесхвостки с низкорасположенным дельтавидным крылом с двойной стреловидностью передней кромки и с вертикальным оперением обычной схемы. Для управления в атмосфере используются двухсекционный руль направления на киле (здесь же воздушный тормоз), элевоны на задней кромке крыла и балансировочный щиток под хвостовой частью фюзеляжа. Шасси убирающееся, трёхстоечное, с носовым колесом» [16].

Американский корабль «Спейс Шаттл» — «это, фактически, снабженный ускорителями орбитальный самолет» [8, с. 75]. Данный корабль оснащен тремя маршевыми кислородно-водородными жидкостными ракетными двигателями (ЖРД), которые крепятся к внешнему топливному баку, где содержится запас горючего (жидкий водород) и окислителя (жидкий кислород). Два разгонных ракетных двигателя твердого топлива (РДТТ) крепятся на внешнем топливном баке, а в корпусах РДТТ находится твердый топливный заряд, в результате горения которого создается сила тяги.

Для того, чтобы преодолеть гравитацию при вертикальном старте МТКК «Спейс Шаттл» необходимо создать силу тяги, которая обеспечивается одновременной работой РДТТ и маршевых ЖРД корабля, которые используют топливо из внешнего топливного бака. После того как топливо будет израсходовано, разгонные РДТТ отделяются от внешнего топливного бака, а затем с помощью парашюта, расположенного под носовым обтекателем разгонной ступени, приводятся в определенной точке. После того, как маршевые двигатели отработают топливо из внешнего бака, затем происходит разделение МТКК и бака, который далее движется по баллистической траектории и падает в установленном районе Атлантического океана. «Спейс Шаттл» оснащен специальной двигательной установкой для маневрирования на орбите, которая состоит из двух ЖРД, работающих на самовоспламеняющихся компонентах топлива (горючее — метилгидразин, окислитель — четырехокись азота). Благодаря данной установке завершается вывод аппарата на орбиту. Следовательно, «Спейс Шаттл» имеет два компонента, которые могут быть использованы повторно — орбитальный корабль и разгонные РДТТ. Для обшивки и каркаса МТКК «Спейс Шаттл» применялся алюминиевый сплав с мощной теплозащитой из композиционных материалов, таких как «углерод-углерод», кварцевое волокно, специальный войлочный материал и др. [8].

Можно заметить, что корабль «Буран» внешне похож на американский «Шаттл». Советский МТКК «построен по схеме самолета типа «бесхвостка» с треугольным крылом переменной стреловидности, имеет аэродинамические органы управления, работающие при посадке после возвращения в плотные слои атмосферы — руль направления и элевоны. Он был способен совершать управляемый спуск в атмосфере с боковым маневром до 2000 километров» [11, с. 164].

Для того, чтобы обеспечить вертикальный старт «Бурана» используется ракета-носитель «Энергия», состоящая из двух ступеней (первая ступень: четыре ракетных блока, оснащенные кислородно-керосиновыми ЖРД; вторая ступень: четыре кислородно-водородных ЖРД). При старте системы работают как двигатели первой, так и второй ступеней. После того, как топливо из блоков первой ступени будет отработано, они попарно отделяются, после чего разделяются и совершают управляемый спуск в атмосфере. Затем, когда в расчетной точке промежуточной

орбиты (суборбиты) будет достигнута заданная скорость, «Буран» отделится от второй ступени. На суборбите запускается маршевый двигатель корабля, после чего он поднимается на промежуточную орбиту, а затем на круговую опорную орбиту. В то время как вторая ступень ракеты-носителя продолжает полет по баллистической траектории и падает в определенном районе Тихого океана [8].

Во время полета в атмосфере управление космическим кораблем обеспечивалось рулем направления, элевонами и щитками (при заходе на посадку). Кроме того, в крыле находятся четыре воздушно-реактивных двигателя (ВРД), которые выдвигаются при заходе на посадку.

Как и в случае с американским челноком, советский корабль имел специальное теплозащитное покрытие. В зависимости от места установки применялось покрытие двух видов: плитки на основе супертонкого кварцевого волокна и гибкие элементы высокотемпературных органических волокон. На кромке крыла и носовом коке, наиболее теплонпряженных участках, применялся конструкционный материал на основе углерода. Суммарное количество плиток, покрывающих наружную поверхность «Бурана», превышает 39 тысяч [12].

Несмотря на внешнее сходство «Шаттла» и «Бурана», отметим некоторые различия данных аппаратов. Так, например, американский челнок совершает посадку по более крутой траектории, в то время как «Буран» — по более наклонной. Поскольку при крутой посадке конструкция испытывает большие напряжения, обшивка «Шаттла» была усилена специальными сплавами из титана, что несколько утяжеляет конструкцию, «Буран» же сделан из алюминиевых сплавов. Кроме того, следует отметить, что советский аппарат способен осуществлять полёт в беспилотном режиме и приземляться автономно, в то время как «Шаттл» совершает посадку только в режиме ручного управления.

Отметим, что экипаж советского корабля мог включать в себя до 10 человек, «Шаттл» мог разместить семерых. Также, «Буран» мог провести на орбите около 30 суток, в отличие от американского челнока, продолжительность полета которого не превышала 17 суток. Для транспортировки «Бурана» ОКБ им. О.К. Антонова разработало самолет Ан-225 «Мрия», для той же цели в Америке использовался Boeing-747.

Одним из главных отличий между советским и американскими проектами является тот факт, что работа «Шаттла» осуществляется на собственных двигателях при использовании бака с топливом, прикрепленного к нему. Отметим, что данный вариант имеет определенные недостатки. Так, «использование собственных двигателей в качестве маршевых требует значительного увеличения их мощности, что существенно осложняет конструкцию, размер агрегатов и их вес, и создает при этом ряд эксплуатационных проблем, например, обеспечение безопасности» [2, с. 58].

В случае с советским кораблем, «Энергия» — отдельная самостоятельная ракета, которая используется для

вывода на орбиту полезной нагрузки, т. е. многоразового космического корабля «Буран». Основу ракеты-носителя «Энергия» составляет вторая ступень. На ней установлено четыре ЖРД, топливом для которых являются водород (горючее) и кислород (окислитель). Решение об использовании ракеты-носителя позволило избежать некоторых технологических проблем, как, например, «размещение мощных ракетных двигателей за пределами космического аппарата и усовершенствование системы подачи топлива в ракету-носитель» [2, с. 58].

Рассмотрим сферу применения многоразовых воздушно-космических аппаратов. Во-первых, МТКК может использоваться как средство для развертывания на орбите военных космических систем нового поколения и их регулярного технического обслуживания. Кроме того, данный корабль может применяться в военной сфере для решения различных задач, как, например, «инспекции, захвата или уничтожения вражеских орбитальных аппаратов, технического обслуживания собственных космических аппаратов на орбите, текущего или аварийного ремонта, дозаправки топливом, ввода в оперативное использование резервных аппаратов, ведения оперативной разведки и испытания экспериментальных образцов оружия в космосе» [12, с. 453].

Отметим также, что многоразовые космические аппараты могут выступать инструментами для решения земных задач. Например, создание глобальной системы спутниковой радио- и телевизионной связи, проведение метеорологических, геодезических, картографических работ и т. д.

Огромный вклад космические челноки внесли в осуществлении проекта Международной космической станции (МКС). Американские шаттлы доставили на орбиту некоторые модули будущей станции (МТКК «Атлантис» доставил модуль «Рассвет»). Также, шаттлы осуществляли доставку оборудования и материалов, сборку и снабжение МКС, доставку и установку магнитного альфа-спектрометра (Alpha Magnetic Spectrometer, AMS). МТКК «Дискавери» доставил на орбиту космический телескоп «Хаббл», впоследствии участвовал в двух экспедициях по его обслуживанию наряду с другими аппаратами («Индевор», «Колумбия» и «Атлантис»).

Сравним многоразовые и одноразовые космические корабли. Логично предположить, что удобнее не строить каждый раз новый носитель, а раз за разом использовать одно и то же устройство. Налицо значительная экономия ресурсов и решение экологических проблем, в частности — уменьшение загрязненности околоземного пространства техническим мусором. Однако отметим, что главным недостатком шаттла была его цена. Стоимость одного запуска обходилась американским налогоплательщикам в 450 млн долларов. Для сравнения, цена запуска одноразового «Союза» — 35–40 млн долларов.

При возвращении на Землю, из-за своей конструкции одноразовый «Союз» падает под действием силы тяжести, в корабле растут перегрузки, а сам корабль начинает нагреваться из-за трения о воздух. Шаттл тоже нагревается,

но его траектория вхождения в атмосферу более пологая. Процесс растянут во времени, поэтому перегрузки значительно ниже, чем в «Союзе», да и температура на корпусе тоже ниже.

По словам космонавта С. Шарипова, время работы «Союза» может составлять 230 суток, в то время как «Шаттла» — 16. МТКК может доставлять на орбиту большие грузы и возвращать их обратно. С финансовой точки зрения наш корабль намного эффективнее. Каждый старт американского корабля обходится минимум в полмиллиарда долларов, в то время как наш — не дороже 50 миллионов (в 10 раз дешевле) [21].

С завершением программы США «Спейс-Шаттл» в 2004 г. разработки в данной области не прекратились. Разрабатываются новые программы, такие как Lунх — суборбитальный аппарат с горизонтальными стартом и посадкой (отличный от предыдущих моделей), «Jupiter» — аппарат, который выводится на орбиту при помощи модуля Exoliner (грузового аппарата-ускорителя). Помимо этого, возник проект X-37B — аппарат, который имеет некоторое сходство с «Спейс-Шаттлом», но несколько доработанный и усовершенствованный [2].

Новый космический корабль «Орион» продолжит обслуживать международную космическую станцию (МКС). Кроме того, на основе элементов МТКК «Шаттл» ожидается появление новой ракеты-носителя — «Арес-1», которая будет выводить на орбиту корабль «Орион» с экипажем на борту, а после 2018 г. будет представлена ракета-носитель «Арес-5» для вывода на низкую околоземную орбиту носителя массой свыше 100 т [5].

Отметим, что в данный момент разрабатываются проекты МТКК с вертикальными взлетом и посадкой на тяге двигателей. В качестве примера можно привести американский аппарат «Delta Clipper», который уже прошел серию испытаний.

Касательно ситуации в нашей стране, в связи с распадом СССР и нарастающими экономическими проблемами, руководство страны приняло решение о приостановке работы по программе «Энергия-Буран» (1990 г.), а далее и о ее закрытии (1993 г.). В итоге, было создано три МТКК (третий не достроен), еще два планировалось построить [4].

В настоящий момент рассматриваются варианты создания универсальной возвращаемой первой ступени с возможностью использования для различных космических кораблей. С помощью этой ступени на опорную орбиту будут доставляться 7–60 т полезной нагрузки [15].

Необходимость развития новейших летательных аппаратов связана с экологическими проблемами окружающей среды и загрязнения космического пространства «космическим мусором». С этой целью российские ученые запустили в массовую разработку эскизный проект «Многоразовая ракетно-космическая система первого этапа» (МРКС-1).

Также, в России разрабатываются такие аппараты, как ракета-носитель «Ангара», многоразовый пилотируемый космический корабль «Федерация», ракета-носитель среднего класса «Феникс».

По мнению научного руководителя Института космической политики Ивана Моисеева, вопрос создания многоразового космического корабля в ближайшие десятилетия не станет актуальным: «Нет задач, под которые понадобится такая система, по крайней мере в этом веке. Сейчас многоразовые корабли нет смысла делать из-за слишком больших капитальных вложений для старта проекта» [22].

Генеральный конструктор РКК «Энергия» Виталий Лопота считает, что судьбу проекта решит экономическая составляющая. «Многоразовые ракеты, как и корабли, имеют смысл, если будут дешевыми. Услуги ракеты всегда стоили 20–30% от стоимости миссии в целом, — констатирует Лопота. — Сейчас мы делаем только перспективные компоненты ракет, но не перспективные носители для космических кораблей. Создание новой ракеты, конечно, актуально, если хотим летать в космос».

«Многоразовые системы, конечно, интересны. Вопрос только в том — как скоро они станут основным трендом. Экономическая выгода от их использования, и я уже это говорил, пока неочевидна. Но мы работаем и в этом направлении», — заявил Игорь Комаров, глава «Роскосмоса».

Создание многоразовых космических кораблей и ракет-носителей стало следующим шагом землян в развитии космической техники. Это сделало возможным не тратить ресурсы на изготовление каждой новой ракеты-носителя или нового корабля взамен отлетавшего. Таким образом, эксплуатационные затраты ощутимо снижались за счет уменьшения на порядки количества многоразовых кораблей и ракет-носителей, а также создать задел для следующего шага — создания одноступенчатых многоразовых кораблей.

Для советской космонавтики создание многоразового орбитального пилотируемого корабля «Буран» стало важнейшим достижением. При создании орбитального корабля были реализованы новые технические идеи, применены современные элементная база и конструкционные материалы, широко внедрены достижения электронной техники.

В заключении важно отметить, что в конечном виде МТКК представлял собой принципиально новый для космонавтики летательный аппарат, объединяющий в себе весь накопленный опыт ракетно-космической и авиационной техники. Однако, несмотря на то, что так и не удалось использовать весь потенциал данного аппарата, системы и технологии, использованные при создании космической системы «Спейс Шаттл» и «Энергия-Буран», так же, как и «Спейс Шаттл» могут применяться и в современных космических проектах и совершить еще один важный шаг в освоении космического пространства.

Литература:

1. Андреева, Т.В., Рожкина Н.Р., Рымарчук А.А. Российские космические полеты — сегодня и завтра // Решетневские чтения — Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет. — 2011. — с. 675–676.
2. Бабинова, Е.О., Становова О.А., науч. рук. Кольга В.В. О перспективах развития многоразовых космических кораблей // Актуальные проблемы авиации и космонавтики — Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет им. акад. М.Ф. Решетнева. — 2015. — с. 57–59.
3. Бобков, В.Н., Сыромятников В.С. Космические корабли — М.: Знание, 1984. — 112 с.
4. Бобылева, А.Г., Гаврин Д.А. Создание и эксплуатация космического корабля «Буран»: итоги и значение // Актуальные проблемы авиации и космонавтики — Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева. — 2010. — с. 355–356.
5. Витковский, А.В. Калмыков А.П. Перспективы развития многоразовых космических транспортных систем // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. — 2011. — С. 292–293.
6. Герасютин, С.А. Программа Спейс Шаттл завершена // Земля и вселенная. — М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр «Наука», 2012. — с. 20–35.
7. Гребенщиков, В.П. Как сделать Супер Шаттл — Калуга, 2017.
8. Егер, С.М., Матвеев А.М., Шаталов И.А. Основы авиационной техники: Учебник — М.: Машиностроение, 2003. — 720 с.
9. Зюбанов, Ю.А. Пилотируемый космический объект // Вестник МГЛУ. Серия: Общественные науки. — М.: Московский государственный лингвистический университет, 2008. — с. 110–118.
10. Кудров, В.М. Мировая экономика. — М.: Юстицинформ, 2009. — 512 с.
11. Мусский, С.А. 100 великих чудес техники. — М.: Вече, 2006. — 432 с.
12. Первущин, А.И. Битва за звезды-2. Космическое противостояние (часть I). — М.: ООО «Издательство АСТ», 2004–499 с.
13. Сахаров, А.Н. Новейшая история России: учебник / Сахаров А.Н., Боханов А.Н., Шестаков В.А.; ред. Сахаров А.Н. — М.: Проспект, 2012. — 480 с.
14. Сыров, А. От легендарной посадки «Бурана» К Новым Высотам В Ракетно-Космической Деятельности // Родина. — М.: Редакция «Российской газеты». — 2013. — С. 154–155.
15. Тетерина, Н.В., Кривина Т.Е. Возвращение к использованию многоразовых космических кораблей // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. — 2012. — С. 276–277.
16. Иванов, А. «Буран» и «Шаттл»: такие разные близнецы // Военное обозрение. URL: <https://topwar.ru/37901-buran-i-shattl-takie-raznye-bliznesy.html> (Дата обращения: 20.08.2017)
17. Шалашников, И. Популярный звездочет — Спб: Accent, 2013–180 с.
18. Научно-технический энциклопедический словарь // Энциклопедии & Словари. URL: <http://enc-dic.com/sciencetech> (Дата обращения: 20.08.2017)
19. История шаттла Буран // Мир Знаний. URL: <http://mir-znaniy.com/istoriya-shattla-buran/> (Дата обращения: 27.09.2017)
20. Конец эпохи «Шаттлов»: почему «Союз» жив, а «Атлантис» уже нет. URL: <https://republic.ru/future> (Дата обращения: 27.09.2017)
21. Космические диалоги // Солдаты России. URL: <http://soldatru.ru/> (Дата обращения: 28.09.2017)
22. Многоразовые космические корабли возвращаются // Известия. URL: <https://iz.ru/news/506923> (Дата обращения: 28.09.2017)

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Использование биогаза для теплоснабжения жилых домов

Азарова Татьяна Борисовна;
Буслаева Дарья Геннадьевна;
Загорская Алла Александровна;
Жилина Татьяна Семеновна, кандидат технических наук, доцент;
Афонин Константин Викторович, кандидат технических наук, доцент
Тюменский индустриальный университет

По данным Регионального кадастра отходов Тюменской области [1] в 2015 году в области образовалось около 2830 тыс. т. отходов производства и потребления (табл. 1).

По отношению к уровню 2010 года этот показатель увеличился почти в 2 раза, что объясняется ростом промышленного производства и уровня потребления.

Таблица 1

Динамика показателей по обращению с отходами

Показатель	Годы					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Количество предприятий, предоставивших сведения	2551	3704	4785	4896	5280	5205
Общее количество образованных отходов, тыс. т	1229.2	1749.6	2022.4	2665.2	2892	2830
Количество утилизированных и обезвреженных отходов, тыс. т	351.69	773.32	985.91	1547.34	1742.41	1962.4
Доля утилизированных и обезвреженных отходов в общей массе, процент	28.6	44.2	48.8	58.1	60.3	69.3

По данным таблицы 1 доля утилизируемых отходов составляет 69,3, в основном это отходы сельского хозяйства и предприятий пищевой промышленности. 37,7% (1067,7 тыс. т.) ежегодно размещаются на полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО) или свалках. По данным администраций муниципальных районов и городских округов, сортировка с целью извлечения вторичных материальных ресурсов из ТКО не осуществлялась. Только в г. Тюмени имеет место внедрение раздельного сбора твердых коммунальных отходов. При этом данная практика в 2016 году имела эпизодический характер с низким уровнем эффективности [2].

Накопление отходов на открытых площадках полигонов кардинально влияет на все элементы биосферы: изменение рельефа, режима испарения влаги и грунтовых вод, характера растительности, режимы поверхностного стока, кумуляция токсичных продуктов в биоте и передача по пищевой цепочке. Складирование отходов связано с отчуждением значительных территорий, зачастую неподлежащих восстановлению и рекультивации после окон-

чания срока эксплуатации [3]. Суммарное воздействие отходов наносит синергетический экологический и экономический ущерб.

В толще твердых бытовых отходов, складированных на полигонах, под воздействием микрофлоры происходит биотермический анаэробный процесс распада органических составляющих отходов. Конечным продуктом этого процесса является биогаз, основную объемную массу которого составляют метан и диоксид углерода. Наряду с названными компонентами биогаз содержит пары воды, оксид углерода, оксиды азота, аммиак, углеводороды, сероводород, фенол и в незначительных количествах другие примеси, обладающие вредным для здоровья человека и окружающей среды воздействием [4].

При соответствующем техническом подходе метан, входящий в состав биогаза может быть собран, очищен и использован для генерации тепла или электроэнергии. Поэтому целью данного исследования явилась целесообразность утилизации биогаза, образующегося на Вели-

жанском полигоне ТБО города Тюмени. В ходе исследования цели были решены следующие задачи:

1. Определены состав и условия накопления отходов на Велижанском полигоне ТБО

2. Определен качественный и количественный состав образующегося биогаза

3. Определено необходимо количества газа для теплоснабжения 20-ти этажного жилого дома.

Объектом исследования стали отходы селитебной территории города Тюмени (рисунок 1.). Предметом исследования выступил биогаз, образующийся путем метанового брожения на территории полигона. (рисунок 2).

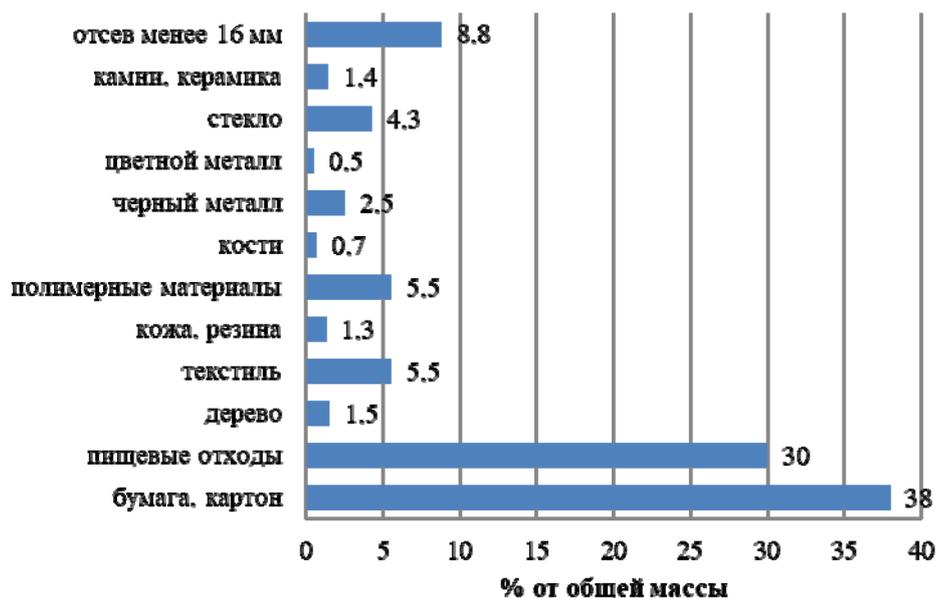


Рис. 1. Морфологический состав твердых коммунальных отходов, образующихся на территории города Тюмени

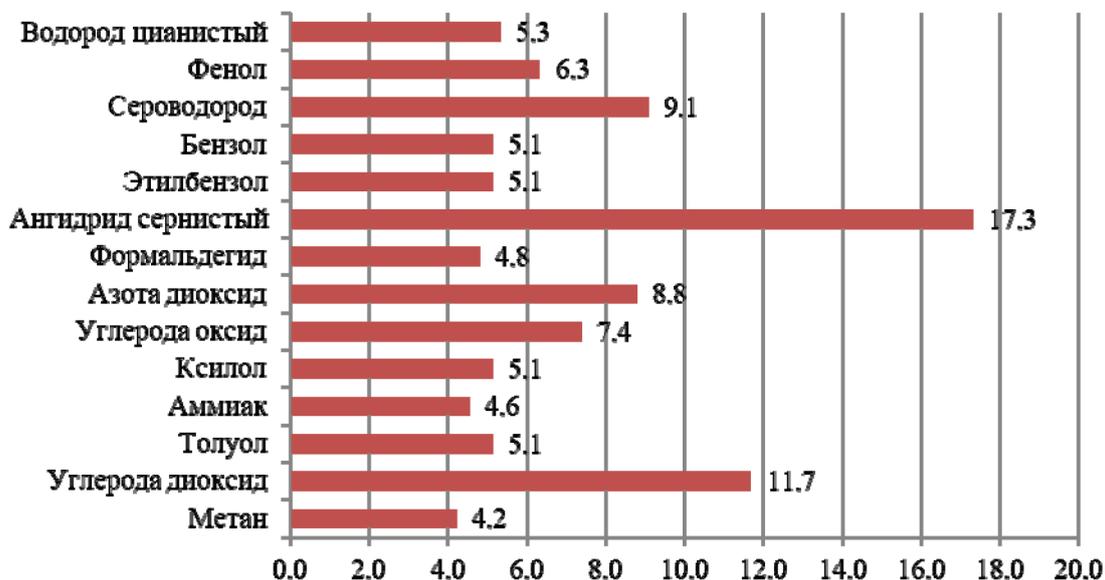


Рис. 2. Ингредиентный состав биогаза, генерируемого в естественных условиях на Велижанском полигоне ТКО, г. Тюмени. (в % от общего объема)

По данным рисунка 2 можно сказать, что биогаз, полученный в естественных условиях, непригоден для применения в народном хозяйстве без предварительной подготовки из-за низкого содержания метана и наличия сероводорода и углекислоты. При использовании биогаза в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания необходима его пред-

варительная очистка и осушка. Поэтому для интенсификации процесса выделения газа лучше отдать предпочтение искусственному сбраживанию в реакторах с пассивной тепловой защитой и принудительным удалением углекислого газа из рабочей зоны. Характеристика полученного в искусственных условиях биогаза приведена на рисунке 3.

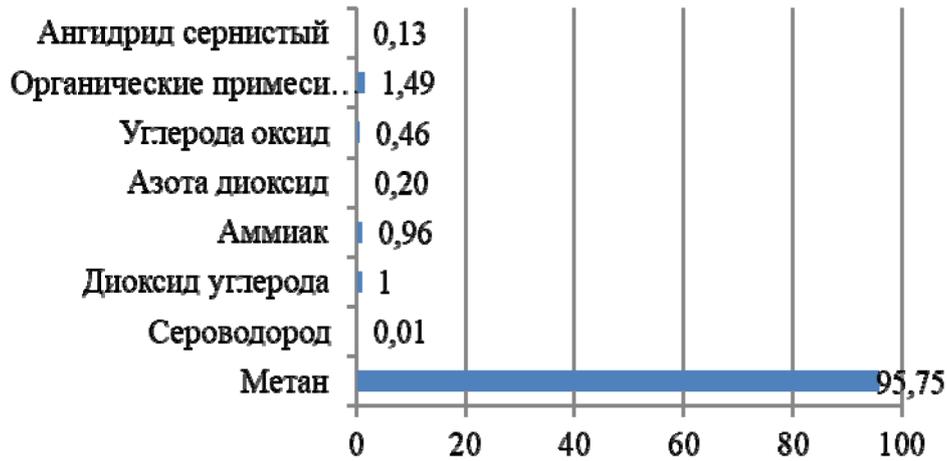


Рис. 3. Ингредиентный состав биогаза, генерируемого в искусственных условиях (в % от общего объема)

Таким образом, метановое брожение в специализированных реакторах позволяет увеличить выход чистого метана и снизить содержание негорючих примесей до приемлемых для утилизации в газовых котлах пределов. Кроме того, благодаря управлению процессом метаногенеза в реакторах возможно и увеличение общего количества об-

разующегося биогаза. Сравнение удельного количества метана, образующегося в толще отходов на полигоне и в реакторе в кг на 1 тонну сбраживаемых отходов, и общее количество метана с учетом объема отходов, накапливаемое на территории Велижанского полигона в течение года, приведено на рисунке 4.

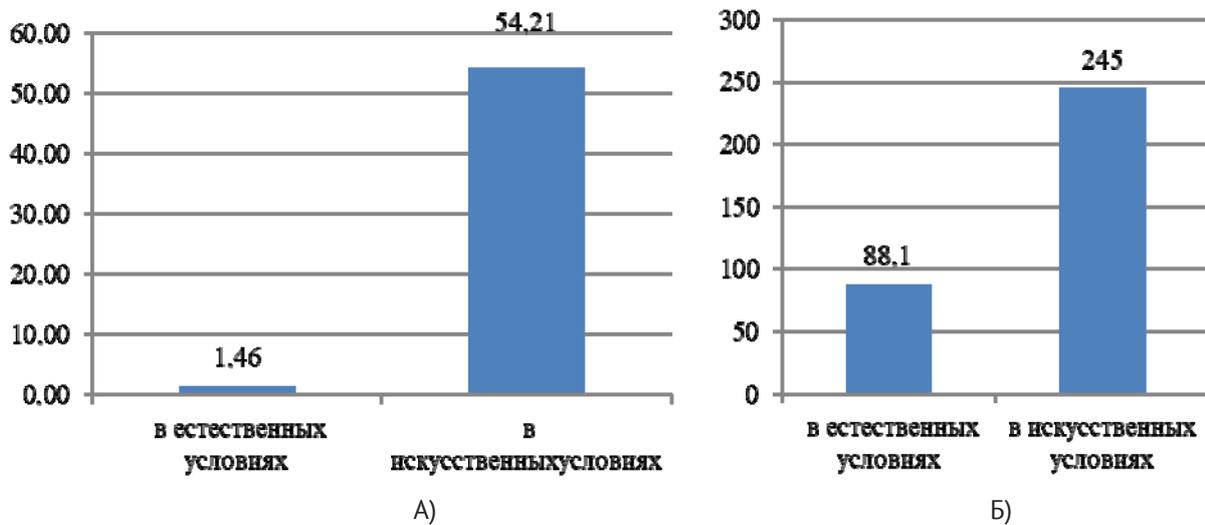


Рис. 4. Сравнение эффективности метанового сбраживания твердых коммунальных отходов (а – по общему количеству образующегося биогаза, в млн. м³/год, б – по удельному выходу метана, в кг/т отходов)

Для определения целесообразности использования биогаза, полученного искусственным путем, в теплогене-

рирующих установках были определены его теплофизические характеристики, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики	Компоненты биогаза					Биогазовая смесь (CH ₄ -95,75%, CO ₂ -1%)
	CH ₄	CO ₂	H ₂	H ₂ S	N ₂	
Объемная теплота сгорания, МДж/м³	35,8	-	10,8	22,8	-	21.5
Предел воспламеняемости, %	5-15	-	4-30	4-45	-	5-12
Температура воспламенения, С	+650-+750	-	+585	-	-	+650-+750
Плотность при н. у., г/л	0,72	1,98	0,9	1,54	-	1,2

Получение тепловой энергии заключается в прямом сжигании биогаза в газовых котлах. Из 1 (м³) биогаза изымается 5–7кВт/ч тепловой энергии. В качестве объекта

для расчета целесообразности использования биогаза принят 20-этажный жилой дом. Общей площадью 9872,4 м² (рисунок 5)

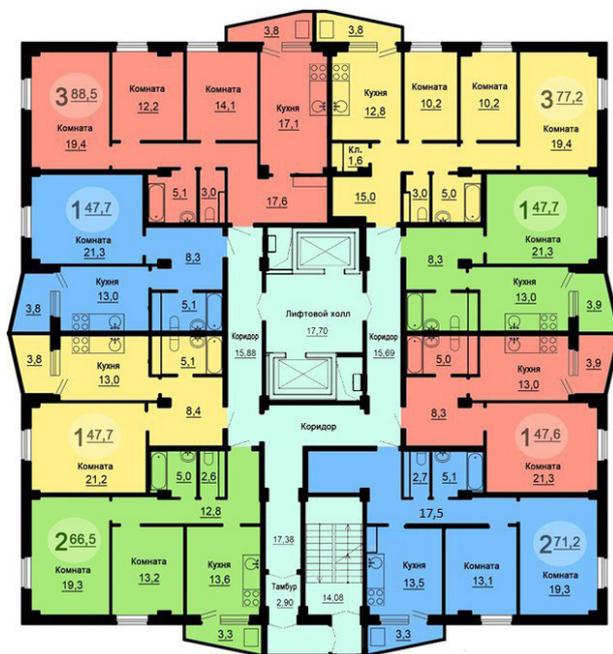


Рис. 5. План объекта теплоснабжения

Принято считать, что 1кВт энергии идет на 10 м² площади помещения. Расчет тепловых потребностей здания произведен в соответствии с [5]. В результате для компенсации энергетических затрат на теплоснабжение и горячее водоснабжение указанного объекта потребуется 3546453,6кВт/год тепловой энергии.

Полученного объема биогаза достаточно для теплоснабжения и горячего водоснабжения выбранного объекта в течение 91,7 лет или для снабжения энергией 101 аналогичного дома.

Заключение

Проведенные исследования позволили установить следующее:

Литература:

1. Региональный кадастр отходов Тюменской области, Тюмень — 2016
2. Доклад об экологической ситуации в тюменской области в 2016 году — Правительство Тюменской области, Тюмень — 2017
3. СП 2.1.7.1038–01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30 мая 2001 г. N 16)
4. Афонин, К.В., Жилина Т.С., Загорская А.А. Расчет выбросов на полигонах твердых бытовых отходов. Фундаментальные исследования, № 11–2014, 987–990 с.
5. Руководство АВОК-8–2011 «Руководство по расчету теплотребления эксплуатируемых жилых зданий» — Департамент топливно-энергетического хозяйства города Москвы, Москва — 2007

— Для интенсификации процесса выделения биогаза лучше отдать предпочтение искусственному сбраживанию в реакторах, что приводит к образованию 54209927,94 м³/год вторичного топлива.

— Данного объема биогаза хватает на отопление и горячее водоснабжение 10120-этажного дома площадью 9872,4 (м²).

— Использование биогаза в качестве вторичного энергетического ресурса целесообразно и позволяет решать экологические, ресурсосберегающие и социальные проблемы утилизации и использования ТКО

Конструктивно-технические решения для создания надежной противофильтрационной защиты каналов, водоемов и накопителей

Баев Олег Андреевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации (г. Новочеркасск, Ростовская обл.)

В настоящее время в Российской Федерации функционирует большое количество каналов гидромелиоративных систем и малых водоемов, общая протяженность каналов составляет более 50 тыс. км. Каналы комплексно используются для подачи воды с целью орошения сельскохозяйственных угодий в аридной зоне, водоснабжения населенных пунктов, обводнения маловодных водотоков гидрографической сети (малых рек, водохранилищ) и для других целей (рассоления прудов, заполнения бассейнов точечного регулирования).

По данным проведенных исследований было выявлено, что только 20–22 % от всей протяженности каналов имеют противофильтрационные покрытия, остальные выполнены в земляном русле. При этом потери воды из каналов составляет более 30 % от забираемого объема воды. Кроме того, большинство прудов-накопителей в настоящее время эксплуатируются без должной противофильтрационной защиты в основании. Жидкий фильтрат вместе с водой из накопителей загрязняет не только почвогрунты, но и подземные воды.

Решением данной проблемы в нашей стране начали заниматься еще в конце XIX — начале XX века. Учеными было разработано значительно количество технических решений (на большинство которых получены авторские свидетельства СССР) по созданию конструкций противофильтрационных экранов и способов исключения потерь воды на фильтрацию. Такие решения включали использование следующих материалов: полимерных пленок, рубероида, битума, асфальтобетона и других, которые в настоящее время не применяются из-за высокой повреждаемости, неэффективности и экологической безопасности.

Решением проблемы значительных потерь воды на фильтрацию из каналов и водоем, а также предотвращения загрязнения подземных вод на накопителях является разработка и внедрение новых конструктивно-технических решений с использованием строительных материалов нового поколения — геосинтетических и геокомпозитных, которые находят все большее применение в гражданском, природоохранном, промышленном строительстве и обладают повышенной надежностью, долговечностью.

В таблице 1 представлены некоторые новые конструктивно-технические решения (по патентам на изобретения РФ), которые могут быть использованы при создании и ремонте конструкций противофильтрационных покрытий каналов, водоемов и накопителей.

Разработанные и представленные в таблице 1 технические решения в виде конструкций экранов, способов их выполнения, ремонта повреждений и определения потерь воды на фильтрацию позволят в целом обеспечить высокоэффективную противофильтрационную защиту на каналах и водоемах, создать более благоприятную обстановку на накопителях отходов, уменьшив загрязнение грунтовых вод и прилегающих территорий.

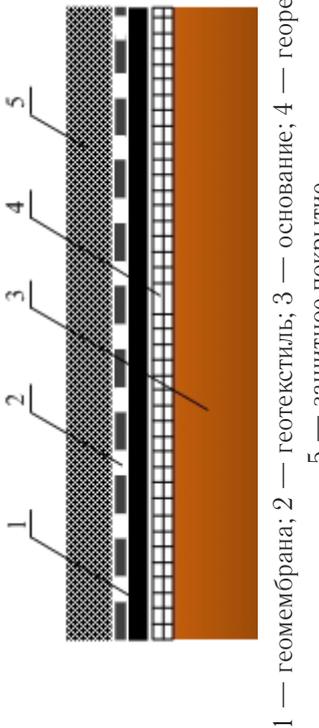
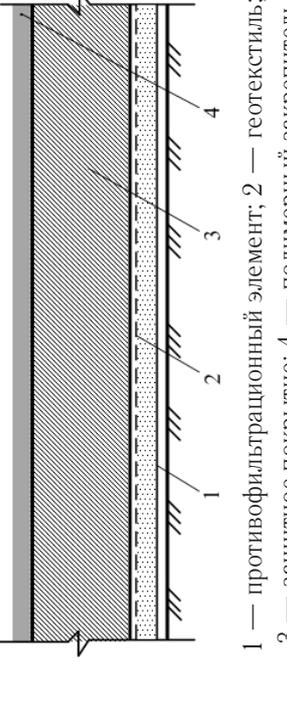
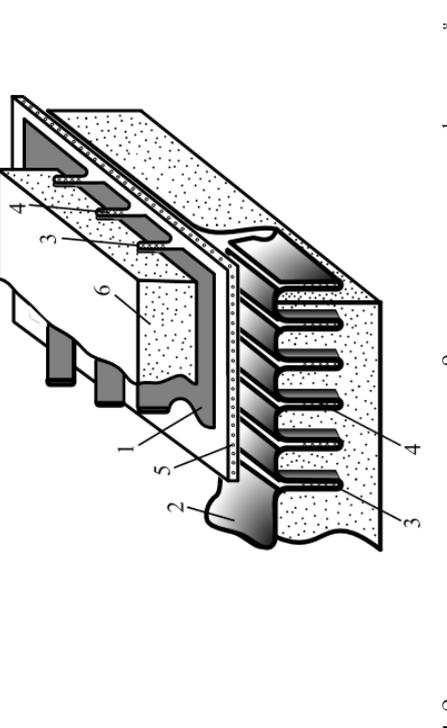
Необходимо отметить, что по данному направлению автором (совместно с учеными проф. Ю. М. Косиченко, проф. А. В. Ищенко, доц. Е. О. Складенко и др.) за последние 3 года получено более 12 патентов на изобретения РФ, подано и находится в делопроизводстве 6 заявок на изобретения. Кроме того, разработаны, зарегистрированы (в качестве программ для ЭВМ) и внедрены методики расчета водопроницаемости противофильтрационных бетонных и полимерных покрытий при наличии в них повреждений, предложены способы их ремонта.

Литература:

1. Пат. 2579482 Российская Федерация, МПК E02B 3/16. Комбинированный противофильтрационный экран / Баев О. А.; заявитель и патентообладатель Баев О. А. —
2. № 2014142662/14; заявл. 22.10.2014; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 10. — 8 с.: ил. 4.
3. Пат. 2555450 Российская Федерация, МПК E02B 3/16. Способ создания противофильтрационного покрытия на накопителях жидких отходов / Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Ищенко А. В., Баев О. А.; заявитель и патентообладатель ООО «ЮжНИИГиМ». — № 2013144167/13; заявл. 01.10.2013; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 19. — 6 с.: ил. 1.
4. Пат. 2553579 Российская Федерация, МПК E02B 3/16. Способ выполнения бентоматоплимерного экрана на просадочных грунтах / Ищенко А. В., Косиченко Ю. М., Баев О. А., Макарова Л. Н.; заявитель и патентообладатель Донской госуд. аграр. универ. — № 2013101079/13; заявл. 09.07.2013; опубл. 20.06.2015, Бюл. № 17. — 5 с.: ил. 1.
5. Пат. 2598635 Российская Федерация, МПК E02B 3/16. Способ герметизации стыков облицовок каналов и водоемов с бентонитовым жгутом / Ищенко А. В., Косиченко Ю. М., Баев О. А., Складенко Е. О.; заявитель и па-

Таблица 1

Конструктивно-технические решения для создания надежной противофильтрационной защиты каналов, водоемов и накопителей

№	Наименование технического решения	Назначение и преимущество	Конструктивная схема
1	Комбинированный противофильтрационный экран (варианты) [1]	<p>Изобретение относится к области гидротехнического и природоохранного строительства и может быть использовано при создании противофильтрационных устройств в основании сооружений.</p> <p>Применение комбинированных конструкций экранов на каналах и водоемах позволяет экономить водные ресурсы на 20–30%, за счет исключения фильтрации и создавать более благоприятную экологическую обстановку на накопителях. Прогнозный срок службы составляет 75–100 лет.</p>	 <p>1 — геомембрана; 2 — геотекстиль; 3 — основание; 4 — георешетка; 5 — защитное покрытие</p>
2	Способ создания противофильтрационного покрытия на накопителях жидких отходов [2]	<p>Изобретение относится к способам создания противофильтрационных покрытий на полигонах захоронения и складирования промышленных, бытовых и преимущественно жидких отходов. Предлагаемое противофильтрационное покрытие отличается высокой эксплуатационной надежностью, долговечностью, самозалечиваемостью повреждений, а также устойчивостью экрана на откосах и при возможных просадках основания.</p>	 <p>1 — противофильтрационный элемент; 2 — геотекстиль; 3 — защитное покрытие; 4 — полимерный закрепитель</p>
3	Способ выполнения бентоматополномерного экрана на просадочных грунтах [3]	<p>Изобретение относится к гидротехнике, в частности может быть использовано при строительстве противофильтрационных экранов (облицовок) на каналах, водоемах, накопителях отходов, выполняемых в сложных инженерных условиях (в том числе на просадочных грунтах).</p> <p>Цель изобретения — упрощение технологии производства работ и повышение противофильтрационной эффективности работы экрана в случае просадок или повреждения полимерных полотнищ.</p> <p>Разработанный способ выполнения бентоматополномерного экрана отличается высокой надежностью его работы при возможных деформациях грунтового основания, заключающаяся в свободном перемещении полимерных полотнищ без защемления их грунтом, образования в них перенапряжений, малых повреждений и разрывов.</p>	 <p>1, 2 — полимерные полотнища; 3 — компенсатор деформаций; 4 — антитифриционный состав; 5 — бентонитовые маты; 6 — защитный слой</p>

<p>4</p>	<p>Способ герметизации стыков облицовок каналов и водоемов с бентонитовым жгутом [4]</p>	<p>Изобретение относится к гидротехническому строительству и может быть использовано для герметизации и ремонта швов бетонных облицовок каналов, водоемов, а также в качестве шпунтовых соединений водопроводящих сооружений.</p> <p>Применение изобретения позволит исключить потери воды на фильтрацию, повысить долговечность и качество герметизации стыковых соединений из бетонных (железобетонных) плит.</p>	<p>1 — бетонные плиты; 2 — перфорированная геомембрана; 3 — бентонитовый жгут; 4 — жидкая резина</p>
<p>5</p>	<p>Способ определения фильтрационных потерь [5]</p>	<p>Изобретение относится к гидротехническому строительству, а именно к способам определения потерь воды на фильтрацию из оросительных каналов гидромелиоративных систем.</p> <p>Способ заключается в устройстве вблизи действующего канала изолированного отсека, выполненного с подводом и сбросом воды в канал, вертикальными стенками из водонепроницаемого материала — геомембраны, защитных прокладок из геотекстиля.</p> <p>Преимущество разработанного способа заключается в том, что замеры потерь воды на фильтрацию осуществляются без предварительной остановки и опорожнения канала.</p>	<p>1 — геомембрана; 2 — геотекстиль; 3 — вертикальные стенки; 4 — обратная отсыпка из грунта</p>
<p>6</p>	<p>Способ создания противофильтрационных завес на накопителях отходов [6]</p>	<p>Изобретение предназначено для перехвата загрязненных грунтовых потоков из накопителей отходов (прудов-накопителей, ишламоохранилищ) и других объектов, устроенных без противофильтрационных экранов и завес.</p> <p>Преимуществом данного изобретения является исключение подпора и понижение уровня грунтовых вод перед завесой, отсутствие подтопления и заболачивания прилегающих территорий.</p> <p>Устройство основной противофильтрационной и дополнительной фильтрующей завесы позволяет произвести комплексную очистку загрязненного потока за счет удлинения пути фильтрации и его механической очистки, а также благодаря выполнению фильтрующему элементу из геотекстильных матов, заполненных адсорбционным материалом.</p>	<p>1 — граншля; 2 — дополнительная фильтрующая завеса; 3 — геотекстильные маты с адсорбирующим материалом; 4 — гидронаблюдательная скважина; 5 — перфорация в полимерном элементе; 6 — отходы</p>

- тентообладатель Донской госуд. аграр. универ. — № 2014154338/13; заявл. 30.12.2014; опубл. 27.07.2016, Бюл. № 21. — 6 с.: ил. 2.
6. Пат. 2616801 Российская Федерация, МПК E02B 3/16. Способ определения фильтрационных потерь / Баев О. А.; заявитель и патентообладатель Баев О. А. — № 2016112250; заявл. 31.03.2016; опубл. 18.04.2017, Бюл. № 11. — 8 с.: ил. 2.
 8. Заявка на изобретение РФ 2017112629, МПК E02B 3/16. Способ создания противофильтрационных завес на накопителях отходов / Баев О. А. Заявитель и патентообладатель Баев О. А. — заявл. 12.04.2017.

Конструктивно-технические решения по ремонту бетонных облицовок длительно работающих каналов

Гарбуз Александр Юрьевич, аспирант, младший научный сотрудник
Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации (г. Новочеркасск, Ростовская обл.)

В статье рассматривается проблема ремонта бетонных облицовок длительно работающих каналов. Приведены и кратко проанализированы существующие способы ремонта, выявлены основные их недостатки, рассмотрена необходимость проведения ремонта поврежденных участков облицовок. Представлены некоторые разработанные конструктивно-технические решения (на основе заявки и патента на изобретение) по ремонту бетонных покрытий с использованием современных строительных материалов.

Ключевые слова: бетонная облицовка, повреждение, ремонт, конструктивно-техническое решение, фильтрация, канал

В настоящее время подавляющее большинство (около 70%) каналов оросительных систем выполнено в земляном русле. К их числу относятся и ряд крупных каналов переброски стока на Юге России: Донской магистральный, Невинномысский, Большой Ставропольский (I очередь), Право-Егорлыкский и другие. Общая протяженность только крупных оросительных каналов на Юге России с расходом более 10 м³/с составляет 23128 км [1–4].

Кроме того, некоторые участки каналов имеют противофильтрационные облицовки из бетона (например, объект исследований — Багаевский распределительный канал — БГ-Р-7 выполнен с бетонопленочной облицовкой). По результатам проведенных натурных обследований, было выявлено, что за более чем за 30 лет эксплуатации, некоторые участки каналов имеют ряд дефектов и мелких разрушений.

Для исключения потерь воды на фильтрацию в местах повреждений, предупреждения образования аварийных ситуаций (размыва и деформации откосов и дамб канала), а также с целью продления жизненного цикла бетонных облицовок необходимо проведение своевременной их реконструкции и ремонта [2, 3].

В настоящее время известны различные способы ремонта бетонных покрытий (облицовок) и деформационных швов (например, включающие заполнение повреждений различными цементными составами и бетонами, введение в трещины и швы суспензий на основе цемента, герметизацию мастиками холодного и горячего применения), ремонт тиоколовыми и силиконовыми герметиками, и многие другие мероприятия, направленные на повы-

шение срока службы и водонепроницаемости бетонного покрытия [3, 5].

На рисунке 1 проиллюстрирован участок бетонной облицовки, на котором наблюдается оползание бетонной плиты, оголение арматуры и расхождение швов между плитами.

Следует отметить, что каждый из выше представленных способов ремонта повреждений бетонных облицовок имеет свои определенные недостатки. Так, ремонтные слои, выполненные из бетонов и суспензий являются недолговечными, а тиоколовыми и силиконовыми герметиками, возможно, заделать лишь повреждения в виде небольших повреждений. При этом, многие сухие смеси и герметики необходимо наносить лишь на сухую поверхность при температуре выше + 10 °С, отсюда основной недостаток — «привязанность» режима ремонта к погодным и другим условиям. Более того, ремонт больших повреждений представленными материалами и способами будет достаточно дорогостоящим мероприятием, не способным обеспечить повышенную долговечность, водонепроницаемость и низкую шероховатость поверхности, что особенно важно для облицованных оросительных каналов.

Для ремонта и предупреждения образования различных дефектов и повреждений (в том числе малых трещин, щелей, швов) бетонных покрытий может быть рекомендован к применению комплекс конструктивно-технических решений (на основе патентов и заявок на изобретения) с использованием современных строительных (рулонных геосинтетических и жидких композиционных) материалов для различных условий применения.



Рис. 1. Поврежденный участок бетонопленочной облицовки канала

В связи с этим, автором в составе творческого коллектива разработано техническое решение в виде способа ремонта и герметизации поврежденных бетонных облицовок каналов (заявка на изобретение № 2017120124), которое может быть использовано для ремонта крупных повреждений (деформационных швов, провалов плит и других дефектов) и герметизации малых повреждений (трещин, пустот, щелей, пор и других).

Способ ремонта и герметизации повреждений бетонных облицовок каналов (рисунок 2) выполняется следующим образом. На опорожненных каналах гидромелиоративных систем при обнаружении повреждений на бетонной облицовке сначала производят подготовку дефектного участка покрытия к ремонту, которая заключается в удалении с поверхности воды, пыли, ила и других крупных включений вблизи места повреждения. Для ремонта крупных повреждений (деформационных швов, подплитного пространства, больших трещин и других повреждений с шириной $b_{пов} \geq 0,05$ м) производят заполнение дефектного участка гравийно-щебеночным материалом, с последующим закреплением поверхности дефектного участка жидкой водонепроницаемой полибентонитовой композицией. Для обеспечения адгезии, композиция наносится дополнительно на стенки и бетонную поверхность облицовки с каждой из ее сторон на расстояние 5–10 см. Герметизацию малых повреждений ($b_{пов} \leq 0,05$ м) в бетонных облицовках осуществляют путем нагнетания под давлением полибентонитовой композиции через установленные в повреждениях трубчатые иньекторы.

Используемая для герметизации малых повреждений полибентонитовая композиция представлена в следующем соотношении компонентов, масс %: жидкий полиэтилен 60, бентонит 30, антифрикционные добавки. При введении в поврежденный участок жидкой полибентонитовой композиции происходит регенерация по-

вреждений (трещин, щелей и др.) за счет набухания бентонита с последующим затвердеванием композиции и полимера, что и обеспечивает водонепроницаемость повреждений.

Преимуществом разработанного технического решения является возможность ремонта и герметизации различных повреждений бетонных облицовок каналов вне зависимости от их размеров, повышение надежности, эффективности и продление срока службы бетонных облицовок, ликвидация зон фильтрации на противофильтрационных покрытиях и снижение их шероховатости.

При проведении реконструкции бетонных облицовок длительно работающих оросительных каналов может быть использовано конструктивно-техническое решение с использованием рулонных геосинтетических материалов (рисунок 3) [9].

При обнаружении повреждений на бетонной облицовке канала, сначала производят удаление дефектного участка покрытия, которое заключается в очистке и удалении грязи, ила, крупных и острых включений вблизи места повреждения. Далее по контуру повреждения (с каждой из его сторон с запасом равным, соответственно, $b_{зап} \geq 0,05$ м) на заранее увлажненную поверхность наносят бетон, с толщиной слоя $\delta = 0,05$ м, на который укладывают жесткими ребрами вниз полимерную профилированную геомембрану. При затвердевании бетона происходит самопроизвольное закрепление геомембраны жесткими ребрами к бетону, тем самым обеспечивается водонепроницаемость повреждения и снижется его шероховатость.

Применение полимерной профилированной геомембраны для ремонта повреждений бетонных облицовок позволит продлить срок службы сооружений на 30–40 лет, снизить потери воды на фильтрацию, а также отказаться от больших объемов бетонных работ.

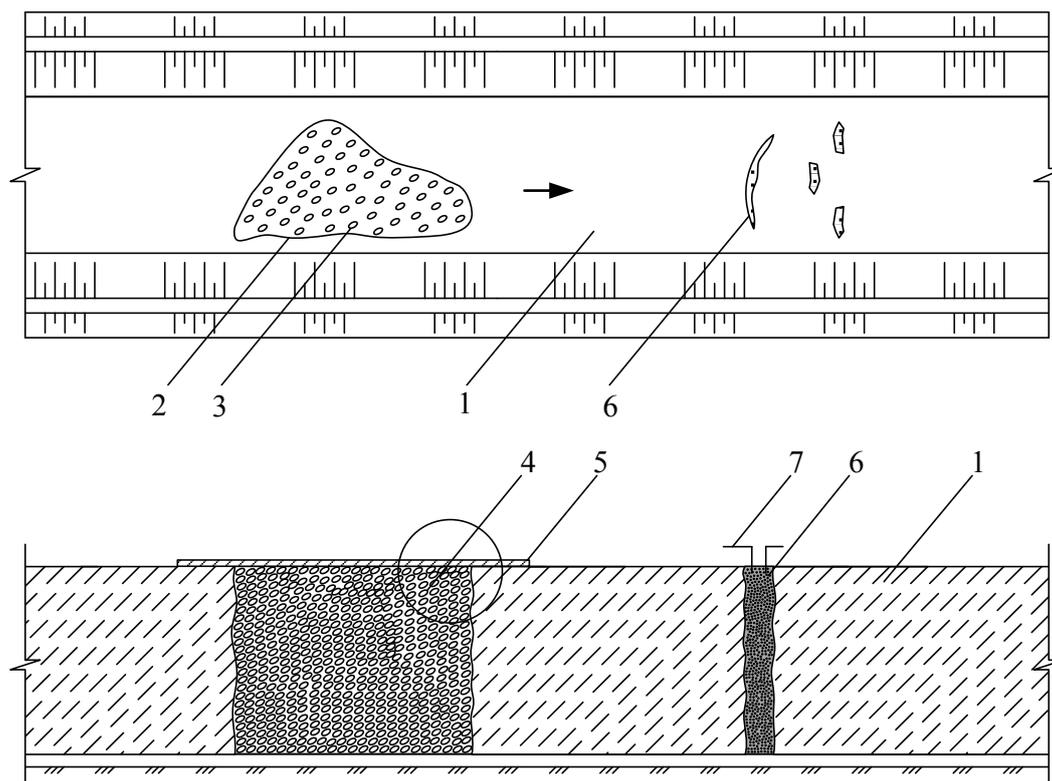


Рис. 2. Способ ремонта и герметизации повреждений бетонных облицовок каналов: 1 – бетонная облицовка; 2 – крупные повреждения; 3 – дефектный участок; 4 – щебеночно-гравийный материал; 5 – жидкая композиция; 6 – малые повреждения; 7 – инъекторы

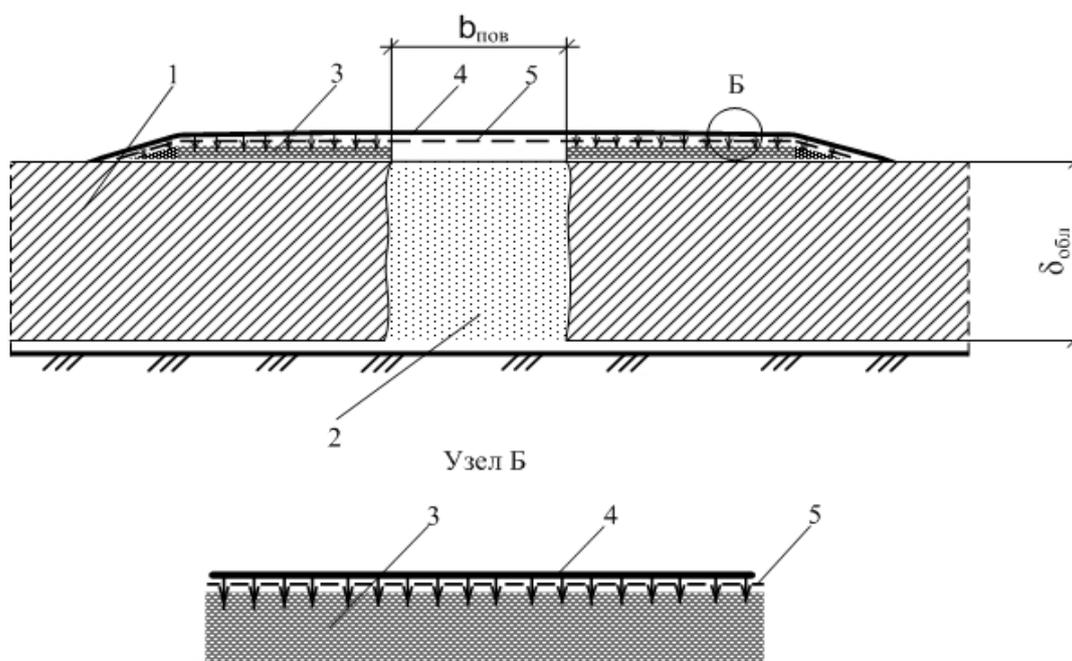


Рис. 3. Схема ремонта бетонных облицовок каналов геомембраной: 1 – бетонная облицовка канала; 2 – повреждение в бетонной облицовке; 3 – бетон; 4 – профилированная геомембрана; 5 – полимерная геосетка

Реконструкция каналов оросительных систем, выполненных в бетонной облицовке, позволит практически полностью исключить потери воды на фильтрацию на поврежденных участках, стыках и швах, повысить обе-

спеченность водными ресурсами системы до 70–90%, КПД — до 0,85–0,90, обеспечит гарантированное получение сельскохозяйственной продукции на 85%.

Литература:

1. Ищенко, А.В. Гидравлическая модель водопроницаемости и эффективности противотрационных облицовок крупных каналов // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. — 2010. — Т. 258. — с. 51–64.
2. Косиченко, Ю.М. Современные методы борьбы с фильтрацией на оросительных системах / Ю.М. Косиченко, О.А. Баев, А.В. Ищенко // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]. — 2014. — № 3. — 12 с. — Режим доступа: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_91_-kosichenko.pdf_55f9154bc5.pdf.
3. Козлов, В.В. Гидроизоляция в современном строительстве: учеб. пособие / В.В. Козлов, А.Н. Чумаченко. — М., 2003. — 120 с.
4. Баев, О.А. Противотрационные покрытия с применением бентонитовых матов для накопителей жидких отходов [Электронный ресурс] / О.А. Баев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. — Электрон. журн. — Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. — № 3 (11). — 10 с. — Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=188&id=199>.
5. Косиченко, Ю.М. Классификация геосинтетических материалов и их применение для противотрационных устройств / Ю.М. Косиченко, О.А. Баев // Актуальные вопросы гидротехники и мелиорации на юге России: сб. ст. / ФГБОУ ВПО «НГМА». — Новочеркасск: Лик, 2013. — с. 108–117.
6. «Руководство по ремонту бетонных и железобетонных сооружений водного транспорта», Москва 2006 г. — 36 с.
7. Косиченко, Ю.М. Математическое и физическое моделирование фильтрации через малые повреждения противотрационных устройств из полимерных геомембран / Ю.М. Косиченко, О.А. Баев // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. — 2014. — Т. 274. — с. 60–74.
8. Баев, О.А. Изучение особенностей конструкций противотрационных экранов каналов и прудов-накопителей / О.А. Баев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд./Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. — Электрон. журн. — Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. — № 3 (15). — 16 с. — Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=273&id=283>.
9. Пат. 2612419 Российская федерация, МПК E02B 5/02. Способ ремонта бетонных облицовок оросительных каналов / Баев О.А.; заявитель и патентообладатель Баев Олег Андреевич. — № 2016105674; заявл. 10.07.16; опубл. 09.03.17, Бюл. № 7. — 6 с.

Исследования сорбентов, используемых для очистки нефтезагрязненных территорий

Джусупкалиева Роза Ибраимовна, магистр, преподаватель;

Таубаева Ардак Утегеновна, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск)

В статье рассматривается вопрос целесообразности использования сорбентов из местного сырья и отходов для очистки нефтезагрязненных территорий. В качестве сырья предлагается: древесные опилки, керамзит, шелуха овса, «эковата-1», «эковата-2».

Ключевые слова: нефтезагрязненные территории, сорбенты, сточные воды

В соответствии с законом нашей страны, промышленные стоки, содержащие нефтепродукты, должны пройти предварительную очистку перед сбросом в водоем, или центральную канализацию. Нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность в настоящее время играют огромную роль в экономике нашего государства. Связанные с ними процессы добычи, переработки, транс-

портировки и хранения нефти всегда сопровождаются загрязнением окружающей среды углеводородами.

В связи с этим в настоящее время имеется значительный арсенал методов очистки нефтезагрязненных территорий. Сейчас в мире при ликвидации разливов нефти предлагается использовать около двух сотен сорбентов, которые можно классифицировать по разным признакам [1].

Большой интерес исследователей привлекает возможность использования в нефтегазовой промышленности неорганических сорбционных материалов для утилизации нефтесодержащих сточных вод и нефтешламов. Исследования, проводимые в конце прошлого века, позволили разработать широкий спектр неорганических материалов, однако они не всегда отвечали требованиям, позволяющим широко использовать их на практике.

Для решения проблемы создания высокоэффективных и экологически чистых технологий на их основе требуется разработка новых, более эффективных методов синтеза сорбентов, исследование их физико-химических свойств, разработка новых способов очистки. До настоящего времени

основные направления регулирования структурно-реологических свойств сводились либо к подбору поверхностно-активных веществ многофункционального назначения, либо к введению специальных присадок и наполнителей.

Для местных нефтедобывающих организаций, как АО «Карачаганак Петролиум Оперейтинг Б. В.», ТОО «Жайкмунай» остро стоит вопрос о целесообразности организации сорбентов из местного сырья и отходов, таких как: древесные опилки, керамзит, шелуха овса, «эковата-1», «эковата-2» (рис. 1). Два последних сорбента — разработка томских ученых [2], которые научились перерабатывать бионеразлагаемые полимерные отходы в волокнистый полимерный материал.



Рис. 1. Слева направо: Шелуха овса, торф, керамзит (верхний ряд), сосновые опилки, эковата

Это позволило бы не только оперативно решать экологические проблемы, связанные с нефтяными разливами, но и принесет существенную экономическую прибыль, так как производство сорбентов чрезвычайно выгодно при сформированном спросе.

Сорбционные емкости различных местных сорбентов приведены в таблице 1, из которой видно, что наибольшую сорбционную емкость в отношении нефти проявил сорбент, изготовленный из отработанных медицинских шприцов. По сорбционной емкости он значительно превышает такие широко используемые в качестве сорбентов природные материалы как цеолиты и торф.

Такая своеобразная «промокашка» в виде полотна или кошмы может собирать нефть с поверхности воды. Этот сорбент более высокого качества, чем его мировые аналоги, себестоимость невысока, а преимущества уже

оценили первые пользователи. Следует отметить, что настоящая технология производства этого сорбента чрезвычайно важна в городе, задыхающемся от собственных отходов. А доля бионеразлагаемых полимерных, к которым относится сырье для этого сорбента — медицинские шприцы, с каждым годом растет.

Второй полимерный сорбент «Эковата-1» (изготовлен из пластиковых бутылок) сопоставим по сорбционной емкости с сосновыми опилками. Несмотря на невысокие сорбционные свойства остальных изученных сорбентов, перспективы их применения также не лишены оснований. Все изученные сорбенты, включая полимерные, оказались гидрофобными, не тонули при сборе нефтяной пленки, (за исключением керамзита), сохраняли сорбционные свойства после низкотемпературной обработки.

Таблица 1

Сорбционная ёмкость различных сорбентов

Сорбент	Сорбционная ёмкость
Керамзит	1,0
Отходы шелушения овса	5,1
Эковата из пластиковых бутылок	14,7
Древесные сосновые опилки	16,1
Эковата из одноразовых шприцов	40,5

Литература:

1. В. Ж. Аренс, О. М. Гридин, А. Л. Яшин. Нефтяные загрязнения: как решить проблему. Экология и промышленность России, сентябрь, 1999.
2. Г. Плющенко Промокашка из отходов. «Красное знамя», 30 апреля 1997 г., № 115–116.

Дальнейшее развитие инновационных приложений, основанных на обратном пьезоэлектрическом эффекте

Рыжов Станислав Сергеевич, ведущий аналитик
Компания CorePartners Soft, Inc (г. Калуга)

В данной статье показана разработка пьезоэлектрического двигателя, значительная роль использования пьезоэлектрических двигателей, работающих на базе принципов обратного пьезоэлектрического эффекта, детализация новых методов конструирования пьезоэлектрических двигателей и процесса их оптимизации.

Ключевые слова: *пьезодвигатели, обратный пьезоэффект, шаговые двигатели, пьезокерамика, ротор*

Как показала практика пьезоэлектрические двигатели, работающие на базе принципов обратного пьезоэлектрического эффекта, могут стать основой новейших систем автоматизации и точной механики.

Основной интерес дизайнеров вызывает возможность построения на базе обратного пьезоэлектрического эффекта систем и конфигураций, относящихся к системам прецизионных и малогабаритных шаговых двигателей.

По мере ужесточения требований к точности и снижению веса таких двигателей, в том числе и за счёт уменьшения габаритных размеров, в качестве базового материала для построения элементов и конструкций таких двигателей, предлагается всё больше вариантов и технических решений, основанных на комплексном применении специальных композитных материалов.

Как видно из фото одного из типов пьезоэлектрического двигателя на рисунке № 1, в его конструкции использо-

ваны обычные конструкционные материалы: анодированный алюминий, бронза, нержавеющая сталь, слоистые пластики и тому подобное.

Испытания этих типов пьезоэлектрических двигателей и попытки использования их в качестве шаговых двигателей, привели к необходимости ответить на целый ряд технических вопросов, в значительной степени связанных с несовместимостью новейших управляющих процессоров и их программных функций с конструктивным несовершенством, явившемся следствием применения традиционных конструктивных материалов, отлично работавших при старой элементной базе.

Кроме того, программируемая часть системы контроля и управления работой двигателя, особенно в режиме шагового двигателя со всей остротой поставили вопрос о необходимости соответствия механических характеристик указанных материалов с требованиями стабильности

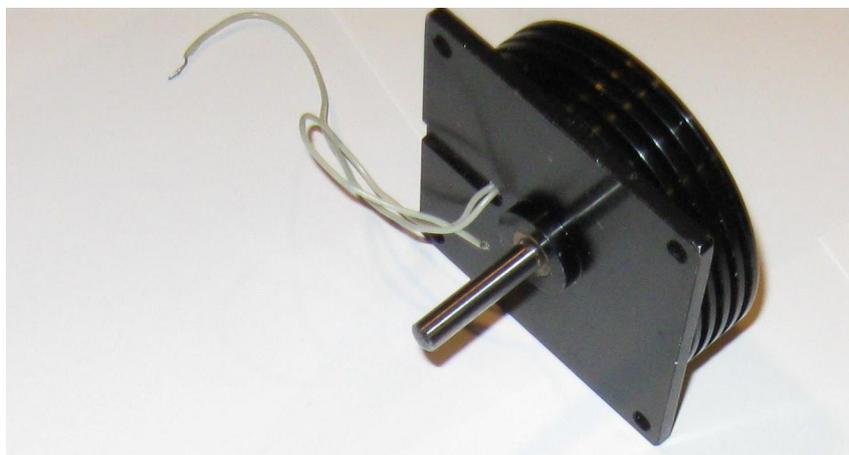


Рис. 1. Конструкция пьезоэлектрического двигателя

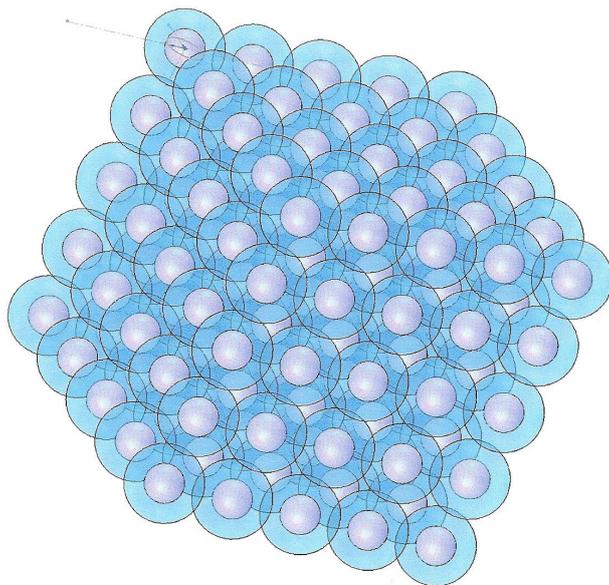


Рис. 2. Структура композитного материала

их реакции на воздействие от пьезоэлектрических импульсов.

Требуемая точность шаговых вариантов пьезоэлектрических двигателей в сочетании с программным управлением от систем управления и контроля, потребовали стабильной координации выходных параметров двигателей с параметрами сигналов-импульсов, подающихся на пьезо-керамическое кольцо.

Конструктивное несовершенство кинематической цепочки от подшипника скольжения до пьезокерамического кольца, затем от припаянных к пьезокерамическому кольцу, изготовленных из пружинной стали, лепестков к фрикционному кольцу и от него к ротору двигателя, показало, что основной причиной большого диа-

пазона разброса выходных параметров двигателя является невосприимчивость элементов указанной цепочки к изменениям и даже пульсациям управляющих и контрольных импульсов.

Как показали аналитические исследования, основной проблемой системы является отсутствие возможности, практически мгновенного распределения или рассеивания импульсов, подаваемых на пьезоэлектрическое кольцо.

Для начала процесса оптимизации было принято решение заменить в пьезоэлектрическом кольце привычную пьезокерамику на композитную пьезокерамическую композицию, содержащую компоненты, не реагирующие на импульсы, подаваемые на пьезоэлектрическое кольцо.

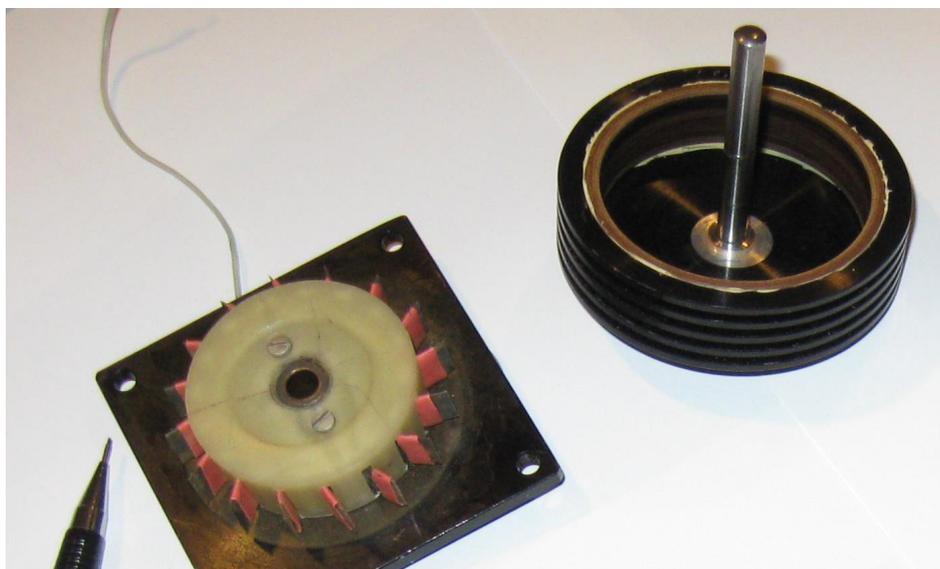


Рис. 3. Устройство пьезоэлектрического двигателя



Рис. 4. Устройство пьезоэлектрического двигателя

Как показала предыдущая практика, такую возможность может обеспечить равномерное внедрение в пьезо-керамику микросфер из синтетических алмазов.

На модели такого материала показана его трёхмерная структура, состоящая из множества сферических капсул, имеющих, как минимум два уровня.

Первый уровень — это микросферы из искусственного алмаза, которые сегодня можно получить с очень высокой точностью, при минимальных производственных затратах и при минимальной стоимости самого исходного материала.

Причём, требования к синтетическим алмазам не содержат каких-либо требований по прозрачности и чистоты, как, например, у кристаллов ювелирного класса.

На следующем фото показана структура такого композитного материала.

После изготовления алмазных сфер, они покрываются керамической увлажнённой массой, после чего помещаются в пресс-форму, где под давлением керамика, окружающая алмазные сферы подвергается объёмной деформации, образуя множество кубических микроструктур, в геометрическом центре каждой из которых располагается алмазная сфера.

Такая структура является псевдопористой, так как алмазные сферы, практически инертные к импульсам, заставляют сигналы или импульсы практически равномерно распределиться в объёме керамических кубиков, что обеспечивает исключительную стабильность и гомогенность прохождения сигнала в псевдопористом пьезокерамическом кольце.

При этом необходимо отметить тот факт, что ввиду того, что на наружную цилиндрическую поверхность кольца припаяны пружинные лепестки, равномерно распределённый в пьезоэлектрическом кольце импульс-сигнал, позволяет решить все основные требования к стабиль-

ности и однородности толкающих виброимпульсов, передающихся от указанных лепестков к контактирующему с ними ротору.

Теперь необходимо вернуться к вопросу износостойкости ротора.

Если учесть тот факт, что концы пружинных лепестков находятся в постоянном динамическом контакте с внутренней поверхностью ротора и если импульсы неравномерно распределяются в трёхмерном пространстве ротора, изготовленного из обычной пьезокерамики, можно предположить, что усилие, передаваемое от концов пружинных лепестков на внутреннюю поверхность ротора, является неоднородным, что вызовет неравномерный износ этой поверхности и, вследствие этого, радиальное биение выходного вала двигателя.

В случае замены материала пьезоэлектрического кольца на псевдопористую композитную пьезокерамику, зависимость износа ротора от неравномерности распределения импульсов в пьезокерамике значительно снизится и это должно положительно повлиять на характер выходных параметров и характеристик пьезодвигателя.

К таким параметрам можно отнести следующие:

- радиальное биение вала двигателя
- синхронизация всех взаимных механических контактов между элементами конструкции двигателя
- увеличение срока действия двигателя
- облегчение условий одновременной синхронизации рабочих выходных параметров нескольких двигателей, работающих в системах преобразования вращения двигателей в линейное перемещение суппортов
- обеспечение равномерности и однородности частоты вращения ротора двигателя

Надо также отметить тот факт, что в существующей структуре двигателя имеет место вибровисимость всех

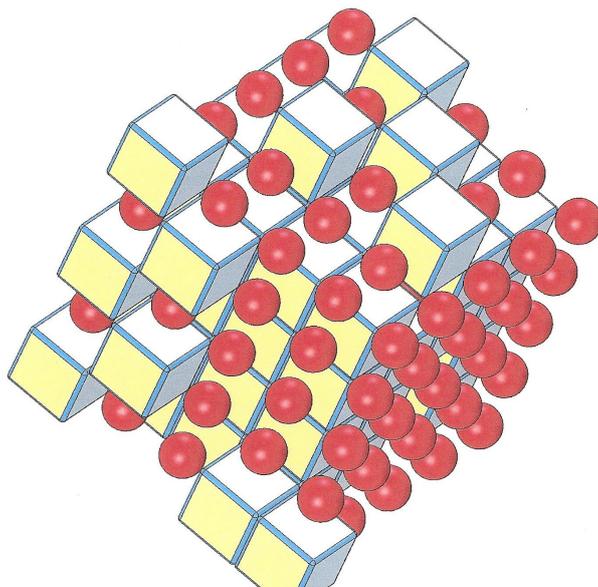


Рис. 5. Структура композитного материала

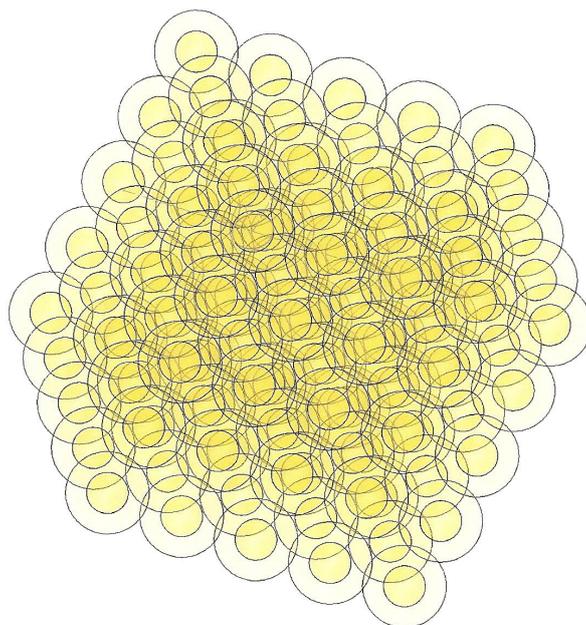


Рис. 6. Псевдопористая структура материала

систем двигателя от неравномерности и цикличности передачи кинематических усилий от пьезокерамики к ротору и в конечном счёте к выходному валу.

Системный анализ и компьютерное моделирование показали, что и для ротора имеет смысл замена материала на аналог псевдопористого композита пьезокерамического кольца.

В этом случае структурный характер композитного материала не меняется, а только изменяется состав материалов.

Так, например, для повышения долговечности конструктивных элементов двигателя ядро материала ме-

няется с алмаза на, например, бериллий. При этом оболочкой является алюминий.

Алюминий достаточно пластичный материал, чтобы обеспечить достаточную хладнотекучность при объёмной пластической калибровке геометрической формы элементов и компонентов двигателя.

Может быть выбрано множество вариантов и сочетаний материалов для капсул, что даёт максимальную гибкость при дизайне систем управления и контроля, использующих приводы на пьезодвигателях.

В настоящей публикации имеет смысл также затронуть вопрос о пружинных лепестках. В случае их крепления на

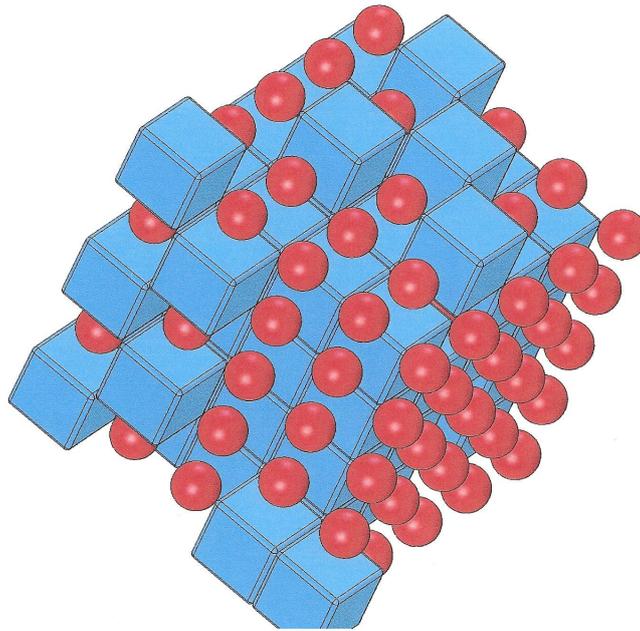


Рис. 7. Структура композитного материала

пьезокерамическом кольце при помощи пайки появляется дополнительный узел проблем, связанных с невозможностью обеспечить требуемый уровень точности, а также требуемые уровни прочности и долговечности. Причины такого поведения известны — это зависимость от специфических особенностей материалов, традиционно применяемых для пайки.

Исключительную сложность также представляют вопросы подготовки наружной поверхности пьезокерамического кольца к пайке и вопросы нанесения на эту поверхность металлического или эквивалентного слоя, к которому можно припаять пружинные лепестки.

Решение проблемы автор настоящей публикации видит в отказе от пайки и в применении оптимального дизайна

системы пружинных лепестков в виде пружинной ленты в которой выштампованы указанные лепестки.

Такая лента обжимается на наружном диаметре пьезокерамического кольца, что обеспечивает несколько дополнительных положительных аспектов оптимизации всех систем пьезодвигателя за счёт следующих факторов:

- равномерного распределения лепестков по диаметру пьезокерамического кольца
- возможности регулирования усилия прижатия пружинной ленты к поверхности пьезокерамического кольца
- возможности лёгкой, качественной и быстрой замены ленты из-за износа лепестков
- резкого снижения стоимости двигателей, при повышении эффективности и уровня качества

Приложение 1

United States Patent
Burov, et al.

6,242,849
June 5, 2001

Piezoelectric step motor

Abstract

A piezoelectric stepping motor comprises a cylindrical housing (1), a stator and a rotor (4). The stator comprises at least two rotary-fixing (2) and fixing (3) piezoelectric units which are located one behind the other in a longitudinal plane. The piezoelectric unit (2) comprises a rotary piezoelectric cell (5) and a fixing piezoelectric cell (6), insulators (7) and a friction element (8). The piezoelectric unit (3) comprises a fixing piezoelectric cell (9), insulators (7) and a friction element (8).

Приложение 2

United States Patent
Uchino, et al.

7,095,160
August 22, 2006

****Please see images for: (Certificate of Correction) ****

Piezoelectric motor and method of exciting an ultrasonic traveling wave to drive the motor

Abstract

A rotary ultrasonic piezoelectric motor is provided and a method of exciting a flexure traveling wave to drive the motor. The motor includes a stator having a piezoelectric ceramic disc polarized in the radial direction and bounded by a top electrode and a segmented bottom electrode. The motor also includes a power source for applying two pairs of alternating voltages to the bottom electrode segments to excite a shear-shear mode vibration in the stator, resulting in a shear-shear mode flexure traveling wave in the stator. The motor further includes a rotor operatively connected to the stator, and the stator is driven to rotate through a frictional force between the rotor and the stator due to the traveling wave deformation of the stator. A linear ultrasonic piezoelectric motor and method of exciting a flexure traveling wave to linearly drive the motor is provided. The motor includes a stator having a rectangular piezoelectric ceramic plate that is polarized in the longitudinal direction. The motor also includes a power source for applying two pairs of alternating voltages to the bottom electrode segments to excite a shear-shear mode vibration in the stator, resulting in a shear-shear mode flexure traveling wave in the stator. The motor further includes a slider operatively connected to the stator, and the stator is driven to move linearly through a frictional force between the slider and the stator due to the traveling wave deformation of the stator.

Приложение 3

United States Patent
Moteki, et al.

7,116,037
October 3, 2006

Rotary drive device

Abstract

A rotary drive device is configured to be reduced in size while still delivering a prescribed torque. The rotary drive device has a base part with a vibrating body and a rotating body attached to the base part. The vibrating body has at least one piezoelectric element that vibrates an abutting part, which rotates the rotating body. Specifically, the rotating body has a contact part that is positioned at a prescribed distance from the rotational center and that is abutted against by the abutting part. When voltage is applied to the piezoelectric element, the vibrating body vibrates to repetitively press the abutting part against the contact part to rotate the rotating body. The vibrating body is positioned in a plane that intersects the rotational axis of the rotating body, and is disposed at least as close to the rotational axis of the rotating body as that of the contact part.

Приложение 4

United States Patent
Vyshnevskyy, et al.

7,218,031
May 15, 2007

Method for operating a piezoelectric motor, and piezoelectric motor comprising a stator in the form of a hollow-cylindrical oscillator

Abstract

The invention relates to a method for operating a piezoelectric motor having a stator in the form of a hollow-cylindrical oscillator, the at least one front side of which has frictional contact with a rotor and which comprises standing wave generators. According to the invention the hollow cylinder is set into a coupled tangential-axial oscillation mode so that the cylinder mainly has tangential and axial oscillatory components. The oscillatory speed maximums of the tangential components are formed on the front sides of the hollow cylinder and those of the axial components directly underneath thereof, wherein the components decrease towards the center of the cylinder height and, in the center of the cylinder height, substantially parallel to the front sides, a nodal line is formed on which the axial oscillatory component adopts the value zero and the tangential components adopt a minimum. With a motor operated in such a manner the kinetic drive energy for the rotor is concentrated in the proximity of the front sides of the hollow cylinder, wherein a mechanical attachment for the motor can be arranged in the central portion on the zero line of the oscillatory speed components.

Литература:

1. Burov, Piezoelectric step motor. — United States Patent 6,242,849, June 5, 2001.
2. Uchino, Piezoelectric motor and method of exciting an ultrasonic traveling wave to drive the motor. — United States Patent 7,095,160, August 22, 2006
3. Moteki, Rotary drive device. — United States Patent 7,116,037, October 3, 2006.
4. Vyshnevskyy, Method for operating a piezoelectric motor, and piezoelectric motor comprising a stator in the form of a hollow-cylindrical oscillator. — United States Patent 7,218,031, May 15, 2007.

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

VII Международная научная конференция
Москва, ноябрь 2017 г.

Сборник статей

Материалы печатаются в авторской редакции

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*
Верстка: *П.Я. Бурьянов*

Издательский дом «Буки-Веди», г. Москва

Подписано в печать 24.11.2017. Формат 60x90 1/8.
Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 6,15. Уч.-изд. л. 4,37. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»
420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.