



III Международная научная конференция

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ



Самара

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, А. Н. Кошербаева, В. М. Кузьмина, К. И. Курпаяниди, С. А. Кучерявенко, Е. В. Лескова, И. А. Макеева, Е. В. Матвиенко, Т. В. Матроскина, 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, М. С. Федорова 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. Узатов (Узбекистан), М. С. Федорова Н. Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А. К. Шарипов (Казахстан), З. Н. Шуклина (Россия)*

Т38 **Технические науки: традиции и инновации : материалы III Междунар. науч. конф. (г. Самара, март 2018 г.).** — Казань : Молодой ученый, 2018. — iv, 128 с.  
ISBN 978-5-905483-31-8

В сборнике представлены материалы III Международной научной конференции «Технические науки: традиции и инновации».

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

УДК 62(01)  
ББК 30

## СОДЕРЖАНИЕ

## ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

**Балашова И.Ю., Прошкина Е.Н.**

Методы обеспечения высоконадежной обработки информации в децентрализованных приложениях. . . 1

**Бушев Ю.В.**

Организация непрерывной интеграции в процессе разработки программного обеспечения. . . . . 3

**Бушев Ю.В.**

Горизонтальное масштабирование высоконагруженной облачной архитектуры с использованием распределенной очереди заданий . . . . . 6

**Головин В.С.**

Общая теория уязвимостей компьютерных систем . . . . . 10

**Комков С.С.**

Создание сенсорной перчатки для управления кистью робо-руки . . . . . 12

**Лебедева М.Ю., Цыбина Е.О.**

Сравнительный анализ информационных систем для автоматизации операций по факторингу . . . . . 18

**Олейник М.А., Катунцов Е.В.**

«Индустрия-4.0»: новый подход к сжижению природного газа . . . . . 20

**Ортыков А.У.**

Обеспечение информационной безопасности предприятия от несанкционированного доступа. . . . . 22

**Прошкина Е.Н., Балашова И.Ю.**

Анализ и прогнозирование успеваемости студентов на основе радиальной базисной нейронной сети . . . . . 24

## ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

**Шибeko P.B., Киба Д.А.**

Система мониторинга остатка воды в цистернах пожарных машин . . . . . 28

**Шибeko P.B.**

Стенд для функциональных испытаний насоса. . . . . 32

## АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

**Лисовцов И.А., Медведева Л.И.**

Разработка системы управления процессом дробления карбида кремния . . . . . 37

**Мясоедов А.И.**

Автоматизация управления на производстве . . . . . 39

**Паратунов А.Н., Трушников М.А.**

Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом производства уплотнителей дверей . . . . . 42

## ЭНЕРГЕТИКА

**Гасанов И.Р.**

К вопросу определения давления однофазного состояния пластовых флюидов по данным промысловых замеров . . . . . 44

**Капсудина А.Ю.**

Исследование эффективности использования энергии системами вентиляции и кондиционирования воздуха с помощью эксергетических показателей ..... 49

**Юмаев Н.Р., Юсуфбеков Н.Ш.**

Исследование влияния погодных условий на параметры работы солнечных батарей в естественных условиях эксплуатации. .... 52

**МАШИНОСТРОЕНИЕ****Во Чунг Куанг**

Повышение технологичности трубопроводов судовых систем на стадии проектирования при установке соединений труб. .... 57

**Обухов Д.В., Турабов Р.Ч., Горпинченко А.В., Дюнов В.А., Стрельцов Р.В.**

Стенд проверки контрольно-измерительных приборов ..... 60

**Шилин П.Д.**

Тенденции развития ракет ближней тактической зоны. .... 63

**СТРОИТЕЛЬСТВО****Тельпуховская А.А.**

Обработка результатов экспериментальных исследований влияния деформационной анизотропии на величину модуля сдвига грунтовых образцов. .... 65

**Шоева Т.Е.**

Исследование влияния отходов горнодобывающего комбината на свойства керамического черепка. .... 69

**ТРАНСПОРТ****Арабян А.К., Мамошин А.И., Магомедов А.Р., Стрельцов Р.В.**

Обеспечение бескавитационной работы водяного насоса двигателя внутреннего сгорания ..... 72

**Гришкова Д.Ю.**

Экономическое сравнение вариантов погрузки лесоматериалов в полувагоны и спецплатформы методом расходных ставок. .... 74

**Тюфанова А.А.**

Сравнительный анализ характеристик традиционного автономного инвертора напряжения с dc-dc преобразователем с квази-импедансным инвертором для системы электроснабжения службы управления движением судов ..... 76

**АРХИТЕКТУРА****Брилькова Е.В., Никитина Т.А.**

Торгово-развлекательные центры Архангельска ..... 83

**Иванова Е.Д., Никитина Т.А.**

Скандинавский стиль в интерьере. .... 87

**Самборская Ю.В., Никитина Т.А.**

Центр деревянного зодчества Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова ..... 90

**ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ****Моськина Е.Л., Проколова Е.В.**

Построение конструкции одежды для спортсменов с учетом свойств высокоэластичных материалов. . . 96

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ****Низов В.А., Назаров З.С., Каюмов А.М.**

Отмывка водорастворимых частей шлама. Химический и минералогический состав шламового поля ГУП «ТАЛКО» ..... 99

**ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК****Венгерский А.Д., Бугаёв В.В.**

Технология сжигания твердых бытовых отходов ..... 103



**Пучков И.И.**

Пути решения вопросов повышения эффективности работы предприятий в сфере пищевой промышленности за счёт использования информационных систем .....106

**Таїрова М.В.**

History of arithmetic accountability measures .....109

**Чамеев В.В., Иванов В.В.**

Алгоритмы и машинные программы для исследования технологических процессов лесообрабатывающих производств: эволюция комплекса имитационных программ «ЦЕХ» ..... 110

**Чамеев В.В., Иванов В.В.**

Математическое описание затрат времени операции подачи сырья в лесообрабатывающий цех .... 114

**НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ****Глебович С.А.**

Способы повышения компенсирующей способности сильфонных компенсаторов .....117

**Коробов В.В.**

Инновационные элементы в принципе действия и конструкции устройств для мгновенного приготовления эмульсий в динамическом потоке её компонентов .....121

**Пасечник В.С.**

Технология работы Установки раннего предварительного сброса воды (УРПСВ-5000) на примере Барсуковского месторождения .....126



# ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

## Методы обеспечения высоконадежной обработки информации в децентрализованных приложениях

Балашова Ирина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент;  
Прошкина Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент  
Пензенский государственный университет

*Выделены характеристики децентрализованных приложений, проведен анализ их функционирования. Рассмотрены методы обеспечения надежности и безопасности использования децентрализованных приложений.*

**Ключевые слова:** децентрализованные приложения, блокчейн, обработка информации, надежность, безопасность.

Децентрализованные приложения — это новая форма организации и новая разновидность программного обеспечения, основанная на использовании распределенного реестра и технологии блокчейн. Распределенный реестр представляет собой децентрализованную базу данных, которая содержит информацию о всех транзакциях, проведенных участниками системы. Уникальной особенностью является то, что идентичные копии реестра «распределяются» между несколькими серверами размещения и хранения информации (хостами), которые проводят проверку транзакций, написанных в виде «пакетов», посредством согласованного процесса. После проверки «пакеты» блокируются криптографическим «хэшем» или буквенно-цифровой строкой фиксированного размера, которая позволяет хостам проверять входящие данные, но не дает возможности восстанавливать данные [1, стр. 35]. Технологии распределенного реестра позволяют производить транзакцию анонимно, мгновенно и без участия специализированных посредников. Использование данной технологии минимизирует вероятность возникновения мошенничества, поскольку позволяет отследить историю происхождения активов и историю транзакций в рамках единого источника достоверных данных. Блокчейн — это технология распределенного реестра, основанная на постоянно продлеваемой цепочке записей. Одно из главных преимуществ блокчейна по сравнению с другими технологиями распределенного реестра — интеграция обработки данных, обеспечение корректности и безопасности в единый протокол, реализуемый алгоритмически и минимизирующий человеческий фактор. Любая транзакция в блокчейне — это информация, которая впоследствии проверяется независимыми участниками, собирается в блоки и встраивается в глобальную историю транзакций [1, с. 39]. Поскольку каждый участник сети хранит копию блокчейн, и все предыдущие транзакции постоянно переоцениваются до того, как можно будет добавить дополнение,

чрезвычайно сложно изменить или удалить данные в цепочке блоков. Всякий раз, когда участник хочет добавить актив или транзакцию в блокчейн, все остальные участники сети запускают алгоритм оценки для проверки транзакции. Если большинство узлов согласны с тем, что транзакция действительна, актив или транзакция будут разрешены и записаны в блокчейн. Таким образом, по блокам транзакций можно отследить верность каждой сделки.

Указанные характеристики распределенного реестра и блокчейна послужили отправной точкой для создания нового типа программного обеспечения, получившего название «децентрализованные приложения» [2, стр. 13]. Чтобы приложение считалось децентрализованным, оно должно соответствовать следующим критериям:

1. Открытый исходный код. Приложение должно быть полностью с открытым исходным кодом, оно должно работать автономно и не иметь организации, которая бы владела большей частью его токенов. Приложение может адаптировать свой протокол, в ответ на предлагаемые улучшения и обратную связь от рынка, но все изменения должны приниматься на основе консенсуса всех своих пользователей.

2. Децентрализация. Данные приложения и отчеты по работе должны быть криптографически хранимы в публичной области, т. е. децентрализованном блокчейне, чтобы избежать любого возможного отказа сети.

3. Стимулирование. Приложение должно использовать токены/цифровые активы, чтобы вознаграждать своих сторонников сети.

4. Протокол. Приложение должно генерировать токены согласно стандартному криптографическому алгоритму, выступающему как доказательство значений узлов в распространяемом приложении (например, алгоритм proof-of-work).

В основе функционирования децентрализованного приложения лежат следующие механизмы:

1. Механизм установления консенсуса. Существует два алгоритма, с помощью которых децентрализованное приложение может установить консенсус: *proof-of-work* (POW) и *proof of stake* (POS). При использовании алгоритма *proof-of-work* решение о внесении изменений в децентрализованное приложение делается на основе объема работы, которую делает каждая из заинтересованных сторон, способствующих функционированию приложения. Данный подход реализован, например, в Bitcoin и Ethereum. При использовании алгоритма *proof-of-stake* решение о внесении изменений в децентрализованное приложение делается на основе процента владения, которое имеют заинтересованные стороны. Так, на механизме POS основано приложение Omni Protocol. Два механизма могут использоваться параллельно, как в случае с Peercoin. Такое сочетание позволяет децентрализованному приложению быть более устойчивыми к атаке 51 %.

2. Механизм распространения токенов. Существуют три распространенных механизма, с помощью которых децентрализованное приложение распространяет свои токены: майнинг, фандрейзинг и коллаборация. При майнинге токены распределяются между теми, кто способствует лучшей работе децентрализованного приложения. Такой механизм реализован в Bitcoin. При фандрейзинге токены распределяются между теми людьми, которые финансируют начальное развитие децентрализованного приложения (Master Protocol). При механизме коллаборации токены генерируются с помощью предопределенного механизма и доступны только для развития децентрализованного приложения.

На основе вида используемого блокчейна различают следующие виды децентрализованных приложений:

1. Децентрализованные приложения, которые построены на своем собственном блокчейне (Bitcoin, Litecoin и др.).

2. Децентрализованные приложения, которые используют блокчейн децентрализованных приложений первого вида. Децентрализованные приложения данного типа представляют собой протоколы, которые генерируют токены, необходимые для их функционирования. Так, Omni Protocol является примером второго типа децентрализованных приложений.

3. Децентрализованные приложения, которые используют протокол второго типа децентрализованных приложений. Например, SAFE Network использует Omni Protocol для выпуска криптовалюты Safecoins.

В децентрализованных приложениях использование блокчейн-технологии предлагается как решение ряда проблем надежности и безопасности обработки информации. Так, например, соответствие текущему состоянию приложения удовлетворяется за счет проверки транзакции совместно с этим состоянием, хранящимся в защищенной от злоумышленников памяти. Поскольку текущее состояние можно восстановить при помощи блокчейна, предположение защищенности не сужает безопасность приложения в целом. Это предположение вводит ограничение

на блокчейн, которое заключается в организации хранения транзакций таким образом, чтобы надежная верификация транзакций занимала не слишком много времени.

Проблема авторизации решается за счет использования криптографии с открытым ключом. Каждому пользователю приложения выдается пара из секретного и открытого ключа. Открытый ключ может быть опубликован для определения цифровой личности пользователя, так как секретный ключ невозможно вывести из открытого. Использование цифровых подписей решает не только проблему авторизации, но также и проблему изменяемости транзакций. Если цифровые подписи используются для всех транзакций в блокчейне, злоумышленник, получивший внутренний доступ к приложению, не может изменить эти транзакции.

Неизменяемость и конечность транзакций в децентрализованных приложениях достигается при помощи разделения транзакций в блоки, упорядоченные во времени, и расчете криптографической хэш-функции для каждого из блоков. Неизменяемость транзакций сводится к обеспечению неизменяемости заголовков блоков. Неизменяемости заголовков блоков можно достичь многими способами, включая доказательство работы (используемое, например, в биткойне), подтверждение доли (например, как в Nxt) или делегированное подтверждение доли (например, как в BitShares). Организация транзакций в блоки делает возможным эффективное доказательство того, что определенная транзакция входит в блокчейн; для этого используется упрощенное подтверждение платежей (англ. *simplified payment verification*, SPV). Такое доказательство состоит из списка заголовков блоков, начиная от первого блока и закачивая блоком, в который входит транзакция, а также самой транзакции и соответствующей хэш-ветви.

Использование блокчейн-технологии способствуют обеспечению надежности и безопасности информационных технологий, позволяя предотвратить целый спектр различных атак. Среди них — атаки типа *man-in-the-middle* (MITM), которые представляют собой зашифрованные соединения (например, HTTPS и TLS) для защиты каналов и опираются на инфраструктуру сертификации открытых ключей (PKI) и удостоверяющие центры (CA). Каждый участник сети имеет пару открытый-закрытый ключ. Когда пользователь хочет установить безопасное соединение (зайти на сайт), он запрашивает открытый ключ ресурса у сертификационного центра и шифрует данные перед отправкой. Чтобы расшифровать данные, сайт использует свой закрытый ключ. Надежность системы зависит от того, насколько хорошо защищен удостоверяющий центр. В результате атаки типа MITM выполняется рассылка поддельных открытых ключей, к которым у хакеров есть соответствующие закрытые ключи, и с их помощью выполняется расшифровка передаваемой информации. Однако в системе, основанной на блокчейне, MITM не реализуема. Когда пользователь публикует открытый ключ в блокчейн, об этом «узнают» все узлы. Эта информация записывается в блок, и криптография блокчейна защищает целостность реестра. Так, например, компания Romsog представила

проект, который применяет блокчейн для хранения хешей выданных и отозванных сертификатов. Такой подход дает пользователям возможность проверить аутентичность сертификатов, что оптимизирует доступ к сети.

Другой вид атак — манипулирование данными — может произойти с любой информацией, распространяемой в сети. Однако в блокчейне участник сети может опубликовать хеш, ассоциированный с отдельным файлом, образом операционной системы и другими данными, требующими защиты. В этом случае, если хакеры доберутся до информации и изменят её, они не смогут подправить хеш-сумму, записанную в блокчейне. Стартап GuardTime предлагает использовать структуру бесключевой подписи, которая хранит хеши данных и файлов и верифицирует копии с помощью хеширующих алгоритмов. Данный подход позволяет заменить процесс аутентификации с использованием ключей.

Целью распределенных сетевых атак (DDoS-атак) является ограничение пропускной способности сетевого ре-

сурса. Отказ от центральных DNS-серверов и реализация системы, в которой пары «имя — IP-адрес» регистрируются в блокчейне и распределяются по всем узлам, позволяет обеспечить прозрачность и защищенность данных одновременно. Использование технологии блокчейн также исключит сетевые издержки, связанные с чтением DNS.

Таким образом, блокчейн обеспечивает фундаментально иной подход к обеспечению высоконадежной обработки информации, который включает защиту данных пользователей, каналов общения и критической инфраструктуры, поддерживающей бизнес-процессы организаций. Однако необходимо отметить ряд основных технических проблем, с которыми сталкиваются децентрализованные приложения: плохая масштабируемость (рост объема данных в каждом узле), тенденция к централизации, проблема доверия к данным (любые данные, размещаемые в блокчейн-системах, обладают не большей достоверностью, чем исходная оффлайн-информация).

#### Литература:

1. Равал, С. Децентрализованные приложения. Технология Blockchain в действии. — СПб.: Питер, 2017. — 240 с.
2. Генкин, А. С., Михеев А. А. Блокчейн: Как это работает и что ждет нас завтра. — Москва: Альпина Паблишер, 2018. — 281 с

## Организация непрерывной интеграции в процессе разработки программного обеспечения

Бушев Юрий Владимирович, инженер-программист  
ИП Бушев Юрий Владимирович (г. Нижний Новгород)

**Н**епрерывная интеграция (CI, англ. Continuous Integration) — это подход к разработке программного продукта, заключающийся в слиянии рабочих копий в общую основную ветвь разработки несколько раз в день и выполнении частых автоматизированных сборок проекта для как можно скорейшего выявления потенциальных дефектов и решения интеграционных проблем. [1]

В статье мы на практике рассмотрим, из чего состоит процесс подготовки к непрерывной интеграции, этапы и способы доставки конечного продукта на сервера для последующего интеграционного тестирования.

Для контроля версий исходного кода и организации автоматических тестов и сборок мы будем использовать GitLab [2]. GitLab — система управления репозиториями кода для Git и система отслеживания ошибок, дополнительно расширяемая при помощи Omnibus.

В нашем примере мы будем упаковывать приложение на Node.js (Рис. 1) в Docker контейнер для последующей доставки его на сервер.

Следующим шагом после создания простого Node.js приложения будет написание автоматического теста, ис-

пользуя библиотеку Mocha. Эта библиотека позволяет писать асинхронные тесты, используя JavaScript, и предоставляет детальный отчет по каждому тест кейсу.

В нашем случае мы будем проверять ответ от сервера, что в нашем случае будет означать его успешную инициализацию. На Рис. 2 представлен пример кода, используемый для тестирования приложения. На строке 10 к нашему серверу будет направлен запрос, на который он должен ответить, возвратив код 200 и строку «Hello Node.js Server!».

Для запуска теста, изображенного на Рис. 2 необходимо выполнить команду:

«mocha test.js», где test.js — полное имя файла с тестом. По итогу выполнения этой команды мы увидим результат тестирования (Рис. 3).

Для сборки проекта и доставки его на сервер будем использовать Docker. Docker — программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в среде виртуализации на уровне операционной системы. Для создания Docker образа используются Docker-файлы. Для примера создадим Dockerfile (Рис. 4), наследуя новый образ от node:8.9.0-alpine, с уже предустановленной платформой Node.js.



```

1  const express = require('express');
2
3  const app = express();
4
5  app.get('/', (req, res) => {
6    res.status(200).send('Hello Node.js Server!');
7  });
8
9  const server = app.listen(3000, () => console.log('App listening on port 3000!'));
10
11 module.exports = {app, server};

```

Рис. 1. Серверное приложение на Node.js

```

1  const request = require('supertest');
2
3  const app      = require('./index').app;
4  const server   = require('./index').server;
5
6  describe(`Test`, () => {
7
8    it(`Request for the application index page`, done => {
9
10     request(app)
11       .get('/')
12       .expect(200, `Hello Node.js Server!`, done);
13   });
14
15   after(() => {
16
17     server.close();
18   });
19 });

```

Рис. 2. Пример теста на библиотеке Mocha

Для запуска процесса сборки, необходимо выполнить команду:

«docker build -t docker-registry.site.com/bushev/example.», где «docker-registry.site.com» URL адрес Docker регистра а «.» — путь до директории в которой находится Dockerfile.

По завершению сборки готовый образ контейнера можно размещать в Docker регистре. Для этого будем использовать команду для загрузки образа: «docker push docker-registry.site.com/bushev/example».

Подводя промежуточный итог, мы можем тестировать программный код нашего приложения, причем делать это автоматически, используя специальные команды.

```

App listening on port 3000!
Test
  ✓ Request for the application index page

1 passing (28ms)

```

Рис. 3. Результат выполнения теста

```

1  FROM node:8.9.0-alpine
2
3  WORKDIR /var/proj
4
5  ADD package.json /var/proj
6  ADD package-lock.json /var/proj
7  ADD index.js /var/proj
8  ADD test.js /var/proj
9
10 RUN npm install

```

Рис. 4. Dockerfile для сборки образа контейнера

Умеем упаковывать программный продукт в Docker образ и размещать его на специальном ресурсе для последующего использования. Теперь нам необходимо реализовать процесс загрузки нашего приложения на сервер и его развертывания. Но перед этим создадим специ-

альный файл — `.gitlab-ci.yml` (Рис. 5), который будет соответствующим образом управлять нашим GitLab репозиторием и производить сборку, тестирование и доставку продукта при каждом коммите в Git репозиторий на ветку `master`.

```
1 image: docker:latest
2
3 services:
4   - docker:dind
5
6 stages:
7   - build
8   - test
9   - release
10  - deploy
11
12 variables:
13   CONTAINER_TEST_IMAGE: $CI_REGISTRY_IMAGE:$CI_COMMIT_REF_NAME
14   CONTAINER_RELEASE_IMAGE: $CI_REGISTRY_IMAGE:latest
15
16 before_script:
17   - docker login -u $CI_REGISTRY_USER -p $CI_JOB_TOKEN $CI_REGISTRY
18
19 build:
20   stage: build
21   script:
22     - docker build --pull -t $CONTAINER_TEST_IMAGE .
23     - docker push $CONTAINER_TEST_IMAGE
24   tags:
25     - linux
26
27 test:
28   stage: test
29   script:
30     - docker pull $CONTAINER_TEST_IMAGE
31     - docker run $CONTAINER_TEST_IMAGE npm test
32   tags:
33     - linux
34
35 release-image:
36   stage: release
37   script:
38     - docker pull $CONTAINER_TEST_IMAGE
39     - docker tag $CONTAINER_TEST_IMAGE $CONTAINER_RELEASE_IMAGE
40     - docker push $CONTAINER_RELEASE_IMAGE
41   only:
42     - master
43   tags:
44     - linux
45
46 deploy_staging:
47   stage: deploy
48   image: ubuntu:16.04
49   before_script:
50     - apt-get update -y && apt-get install -y sshpass
51   script:
52     - chmod +x ./deploy.sh && ./deploy.sh
53   environment:
54     name: staging
55     url: http://52.13.243.146
56   only:
57     - master
58   tags:
59     - linux
```

Рис. 5. Структура `.gitlab-ci.yml` файла

Как видно из `gitlab-ci.yml` файла у нас существует четыре основных этапа:

1. Сборка Docker образа
2. Тестирование приложения
3. Выпуск релиза Docker образа в регистр
4. Развертывание приложения на сервере

Если при выполнении какого-либо этапа происходит ошибка, все дальнейшие этапы не выполняются. Таким

образом, для того чтобы очередная версия программного продукта была доставлена на сервер, продукт должен соответствовать всем требованиям и пройти полное тестирование.

В интерфейсе GitLab можно следить за выполнением всех этапов и видеть историю доставки кода на сервер. На Рис. 6 изображен процесс непрерывной интеграции, состоящий из четырех этапов.

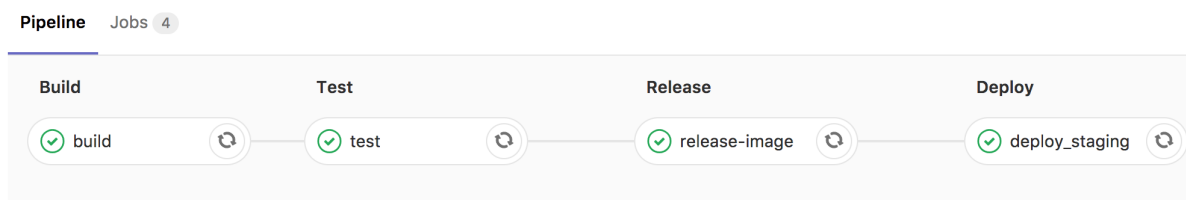


Рис. 6. Процесс непрерывной интеграции

Данный подход к разработке программного обеспечения позволяет еще на этапе разработки находить проблемы в исходном коде, тем самым приближая дату выпуска финальной версии продукта. Вместе с этим, раз-

работчики не тратят время на тестирование и обновления сервера, что в свою очередь позитивно сказывается на скорости работы команды.

#### Литература:

1. Continuous integration. // Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Continuous\\_integration](https://en.wikipedia.org/wiki/Continuous_integration) (дата обращения: 02.12.2017).
2. GitLab. // URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/GitLab> (дата обращения: 04.12.2017)
3. Docker. // What is Docker. URL: <https://www.docker.com/what-docker> (дата обращения: 23.11.2017)

## Горизонтальное масштабирование высоконагруженной облачной архитектуры с использованием распределенной очереди заданий

Бушев Юрий Владимирович, инженер-программист  
ИП Бушев Юрий Владимирович (г. Нижний Новгород)

В жизни практически каждого успешного онлайн проекта наступает момент, когда требуется обрабатывать большее число запросов от пользователей (или какие-либо другие данные) за фиксированный промежуток времени. Такое увеличение производительности называется масштабированием вычислительной системы. И должно быть учтено с самого начала работы над проектом.

Существует два подхода к масштабированию:

— **Вертикальное масштабирование** — наращивание производительности компонент системы для увеличения общей производительности. В частности это может быть переезд на более мощный сервер или оптимизация ресурсов текущего сервера. Этот способ масштабиро-

вания зачастую не требует изменений в исходном коде продукта, что делает его относительно простым и более очевидным.

— **Горизонтальное масштабирование** — разделение системы на компоненты для последующего размещения таких компонент на разных (в том числе и физических) серверах. Масштабируемость в этом случае достигается путем введения параллельности обработки нескольких запросов или каких-либо других заданий. Этот способ повышения производительности системы требует изменение в коде, чтобы программы могли в полной мере использовать все предоставленные им ресурсы.

В этой статье мы рассмотрим реализацию горизонтального масштабирования, как наиболее оптимального

и перспективного с точки зрения использования платных ресурсов хостинга и гибкости в итоге полученной системы.

Каждый компонент системы мы будем помещать в Docker контейнер. Docker — программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в среде виртуализации на уровне операционной системы.

Одна из наиболее часто встречающихся и весьма ресурсозатратных операций с данными на сервере это обра-

ботка изображений. Например, когда требуется создавать копии изображений меньшего размера для отображения контента веб страниц. Для операций с изображениями будем использовать библиотеку Sharp, она позволяет производить всевозможные манипуляции с изображениями в форматах JPEG и PNG. Рассмотрим (Рис. 1) пример исходного кода для модификации размера изображения.

```
1  const sharp = require('sharp');
2
3  module.exports = {
4
5      /**
6       * Resize image
7       *
8       * @param params
9       * @param params.input {string} Ex: 'input.jpg'
10      * @param params.output {string} Ex: 'output.jpg'
11      * @param params.width {number} Ex: '320'
12      * @param params.height {number} Ex: '240'
13      *
14      * @param callback
15      */
16      'resize': (params, callback) => {
17
18          sharp(params.input)
19              .resize(params.width, params.height)
20              .toFile(params.output, (err, info) => {
21                  if (err) return callback(err);
22
23                  callback(null, info);
24              });
25      }
26  };
```

Рис. 1. Изменение размера изображения при помощи библиотеки Sharp

Предположим, мы хотим обрабатывать множество изображений одновременно, разделив тем самым нагрузку между двумя физическими серверами. Для этой цели будем использовать модель очереди заданий. Каждое действие с изображением будет представлено как задание в очереди. В один момент времени на каждом физическом сервере может выполняться одновременно до

десяти заданий (на самом деле это число не ограничено, все зависит от конкретной ситуации и обрабатываемых данных).

Для реализации очереди будем использовать NPM модуль Kue. Kue — это очередь заданий с приоритезацией, поддерживающая Redis и работающая на платформе Node.js.

```
1  const kue = require('kue');
2
3  const client = kue.createQueue({
4    redis: `redis://127.0.0.1:6379`,
5    disableSearch: false
6  });
7
8  const job = client.create('image', {
9    commandName: `resize`,
10   params: {
11     input: 'GOPR1124.JPG',
12     output: 'GOPR1124-320x240.JPG',
13     width: 320,
14     height: 240
15   }
16 }).save();
17
18 job.on('complete', result => {
19   console.log(`Job completed with data: ${JSON.stringify(result)}`);
20 }).on('failed attempt', (errorMessage, doneAttempts) => {
21   console.log(`Job failed. errorMessage: ${errorMessage}, doneAttempts: ${doneAttempts}`);
22 }).on('failed', errorMessage => {
23   console.log(`Job failed. errorMessage: ${errorMessage}`);
24 }).on('progress', (progress, data) => {
25   console.log(`Job #${job.id} (${progress}%) complete with data ${JSON.stringify(data)}`);
26 });
```

Рис. 2. Кюе клиент для добавления заданий в очередь

На Рис. 2 показан пример создания клиента для подключения к очереди и процесс добавления задания. При этом, в примере, мы указываем какой размер изображения должен быть использован для создания копии.

После того как задание добавляется в очередь, каждый из физических серверов, на котором запущены сервера очереди может начать его выполнение. Распределение заданий происходит случайным образом (при прочих равных условиях).

На Рис. 3 показан серверный код очереди, в котором мы так же указываем адрес на котором работает Redis для синхронизации заданий и добавляем воркер, который

будет обрабатывать задания с типом image.

По завершению выполнения задание будет удалено из очереди и, так же, будет записан текстовый лог о результатах его выполнения.

В итоге мы разделили нагрузку по обработке изображений между двумя физическими серверами, одновременно, перенеся ее с основного сервера приложения. В зависимости от интенсивности нагрузки мы можем выполнять масштабирование, добавляя и удаляя сервера в режиме реального времени, именно тогда когда этого требует от нас текущая ситуация. Что позволяет максимально оптимизировать затраты на аренду серверов.

#### Литература:

1. Kue. // GitHub — Kue. URL: <https://github.com/Automattic/kue> (дата обращения: 14.11.2017).
2. Sharp. // Sharp. URL: <http://sharp.dimens.io/en/stable/> (дата обращения: 05.12.2017)
3. Docker. // What is Docker. URL: <https://www.docker.com/what-docker> (дата обращения: 23.11.2017)



```
1  const kue = require('kue');
2
3  const client = kue.createQueue({
4    redis: `redis://127.0.0.1:6379`
5  }).on('error', err => {
6
7    console.log(`QueueServer: ${err}`);
8
9  }).on('job enqueue', (id, type) => {
10
11    console.log(`QueueServer:[job enqueue]: Job ${id} got queued of type ${type}`);
12
13  }).on('job complete', (id, result) => {
14
15    kue.Job.get(id, (err, job) => {
16      if (err) return console.log(`QueueServer:[job complete]: ${err}`);
17
18      const jobJSON = job.toJSON();
19
20      console.log(`QueueServer:[job complete]: ${JSON.stringify({
21        type: jobJSON.type,
22        data: jobJSON.data
23      })}, ${JSON.stringify(result)}`);
24    });
25
26  }).on('job failed', id => {
27
28    kue.Job.get(id, (err, job) => {
29      if (err) return console.log(`QueueServer:[job failed]: ${err}`);
30
31      const jobJSON = job.toJSON();
32
33      console.log(`QueueServer:[job failed]: ${JSON.stringify({
34        type: jobJSON.type,
35        data: jobJSON.data
36      })}, ${JSON.stringify(jobJSON.error)}`);
37    });
38  });
39
40  client.process(`image`, (job, done) => {
41
42    require('./workers/image')[job.data.commandName](job.data.params, done);
43  });
```

Рис. 3. Сервер очереди и пример добавления воркера

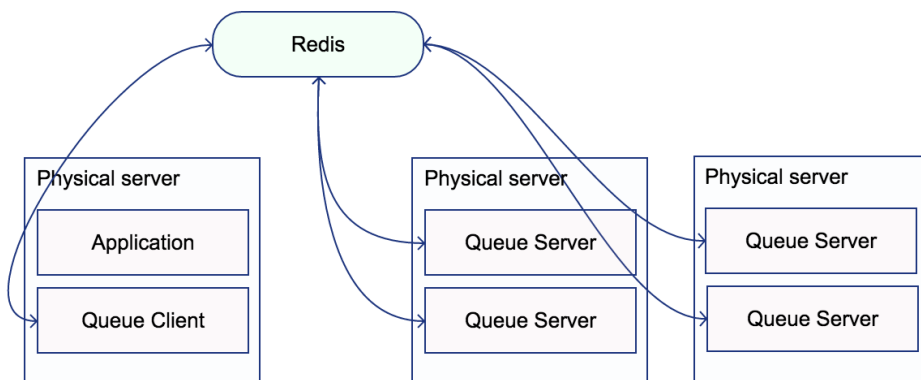


Рис. 4. Архитектура распределенной системы с очередью заданий

## Общая теория уязвимостей компьютерных систем

Головин Валерий Сергеевич, магистр

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва)

*В статье рассматривается гипотетическая возможность создания общей теории уязвимостей компьютерных систем и её аспекты.*

**Ключевые слова:** *общая теория уязвимостей, информационная безопасность, диаграмма Эйлера — Венна, классификация уязвимостей, множества, подмножества, эксплуатация уязвимостей.*

Уязвимость как характерная причина слабости компьютерных систем с многообразием интерпретаций обретает в современном мире подобие философского понятия, за которым зачастую принимают множество случайных величин, связанных с потенциальной угрозой конфиденциальности, целостности и доступности.

Несанкционированный доступ к важной информации наносит, в большинстве случаев, непоправимый ущерб организации, на которую проводится атака. Главный вопрос заключается в общей причинно-следственной связи, которая повлекла за собой возможность проникновения извне.

В большинстве учебников по информационной безопасности не отводится должного внимания на изменчивость мышления злоумышленника, рассматриваются только примеры, основанные на элементарных итерациях, простейших алгоритмах, не включающих динамичное совершенствование информационных технологий, следовательно, и возможность генерации новых алгоритмов для несанкционированного доступа к информационным системам со стороны злоумышленника.

В плане теорий существует большое количество интерпретаций таких понятий как «уязвимость», «классификация уязвимостей» ведущих к работе с множествами и подмножествами. Удачной интерпретацией в разряд абстрактно-математических формулировок попадает диаграмма Эйлера-Венна, которая визуально может отобразить пересечение множеств  $n$  по формуле [4]:

$$n = 2^n,$$

где  $n$  — общее количество множеств.

Отсюда, использование двух множеств выглядит как

$$n = 2^2 = 4,$$

Трёх множеств как

$$n = 2^3 = 8,$$

Четырёх множеств как

$$n = 2^4 = 16$$

Как правило, такие диаграммы ограничены 2–3 множествами. В свою очередь множества могут быть представлены в виде кругов (2–3 множества) и эллипсов (4 множества).

Диаграмма Эйлера — Венна в текущее время помогает в анализе уязвимости при помощи нейронных сетей и нечёткой логики, т. е. проводит анализ существующего со-

бытия, а не вероятностного события, которое ещё не произошло. К сожалению, этиологией и профилактикой наступления вероятностного события мало кто занимается по причине факторов, обуславливающих сложность поиска кадров с мышлением злоумышленника для пентестинга (тестирования на проникновения) компьютерной системы.

Процесс поиска и эксплуатации уязвимости в компьютерной системе представляет собой ряд алгоритмов для решения, где есть постоянные и переменные, их места варьируются в зависимости от визуально-пространственного мышления злоумышленника, его тактическому видению, поочередность решения алгоритмов для достижения поставленной задачи.

Сложность создания общей теории уязвимости компьютерных систем обуславливается сложностью определения переменных объектов, на которые будет оказано воздействие извне, их реакцию и события, произошедшие после.

Если выделить гипотетически главные факторы, определяющие общую теорию уязвимости компьютерных систем то получим следующую формулу:

$$V = \frac{P + K + A}{n_a},$$

$P$  — психологические факторы объектов системы,

$K$  — теоретико-информационная криптографическая безопасность,

$A$  — количество аудитов информационной безопасности до наступления момента несанкционированного доступа,

$n_a$  — количество алгоритмов несанкционированного доступа, которые может сгенерировать злоумышленник.

Психологическими факторами объектов системы являются характеристики объектов по отношению к информационным системам, которые влекут за собой риски связанные с утечкой информации, представляющую особую ценность (Рис. 1). К ним можно отнести следующие:

- профессиональную непригодность;
- полную или частичную неудовлетворённость деятельностью;
- функциональные изменения в организме;
- темперамент,
- эмоциональную неустойчивость;
- пониженную критичность мышления.

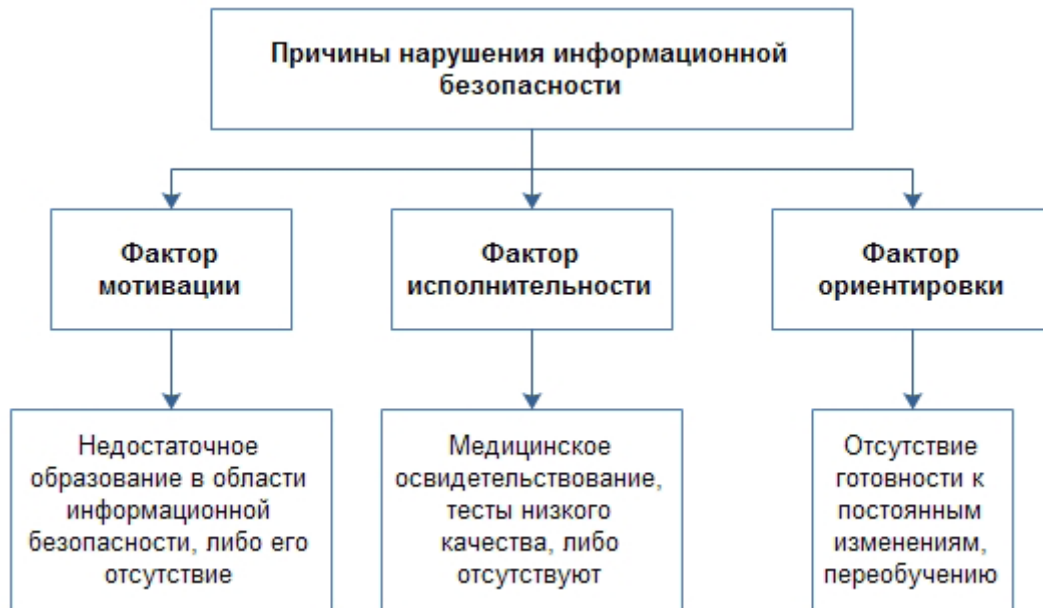


Рис. 1. Основные причины нарушения информационной безопасности

Теоретико-информационная криптографическая безопасность — это понятие, которое ввёл Клод Шеннон. Основывается прежде всего на условии стойкости классических шифров [1].

Аудит информационной безопасности — это прежде всего независимая проверка системы на соответствие требованиям, критериям, которые носят как рекомендательный, так и обязательный характер.

Необходимо отметить что в представлении исследуемых сред необходимо обратить внимание на то что среда защищённых компьютерных систем и среда злоумышленника должны представляться как два совершенно разных пространства со своими множествами и подмножествами переменных и констант, их разделяет сепарабельное пространство [3], представляющее собой топологическое

пространство, которое вмещает в себя счётное плотное множество (Рис. 2).

Алгоритм несанкционированного доступа как понятие, представляет собой совокупность последовательных действий, направленных на получение администраторских прав системы с последующим использованием в корыстных интересах. Алгоритм формируется в зависимости от  $n$ -го количества уязвимостей в системе и может иметь разветвляющую структуру с попеременной манипуляцией как программно-технических средств, так и человеческого фактора. Подразумевается, что злоумышленник предварительно провёл ряд успешных действий, имеющих цель — выявление уязвимостей используя социальную инженерию, программно-технические средства.



Рис. 2. Визуальное представление составляющих общей теории уязвимости компьютерных систем

Определение количества алгоритмов несанкционированного доступа, которые может сгенерировать злоумышленник может быть описано конечным числом исходов  $w_1 \dots w_n$ , их можно обозначать как элементарные события, их совокупность представлять как

$$\Omega = \{w_1 \dots w_n\}$$

пространство исходов, либо пространство элементарных событий [5].

Вероятность несанкционированного доступа к данным итеративным путём, используя классический брутфорс паролей может быть вычислена по формуле [6]

$$P_{нд} = \frac{1}{t_{пт}}$$

где  $t_{пт}$  — время, затрачивающееся на подбор паролей.

Стоит заметить, что постоянное развитие технологий с позиции пределов закона Мура [2] существенно влияет на

механизм подбора подходящего алгоритма для несанкционированного доступа, стабильный уровень безопасности информационных систем возможен только в условиях полной статичности, либо полному отсоединению от скоростного интернета с тщательным отбором сотрудников компании.

Любой несанкционированный доступ имеет ступенчатую природу происхождения и обусловлен недоработками в компьютерной системе, благодаря которым возможно достижение цели злоумышленником. Стоит заметить, что анализ уязвимости компьютерной системы и подготовленность, опыт, знания злоумышленника должны чётко разъединяться, т. е. это два совершенно разных пространства множества вариаций. Поочерёдно просчитав каждое пространство множество вариантов можно прийти к объективному мнению о критичности уязвимости и прогнозированию финансовых потерь в результате эксплуатации уязвимости.

#### Литература:

1. Венбо Мао. Современная криптография. Теория и практика. — М.: Вильямс, 2005. — 768 с.
2. Головин, В.С. Пределы закона Мура как перспектива развития квантовых технологий // Молодой ученый. — 2017. — № 7. — с. 48–51. — URL <https://moluch.ru/archive/141/39801/> (дата обращения: 24.02.2018).
3. Джон, Л. Келли. Общая топология. — М.: Наука, 1968. — 384 с.
4. Как мы анализируем уязвимости с помощью нейронных сетей и нечеткой логики // Хабрахабр. URL: <https://habrahabr.ru/company/pt/blog/323436/> (дата обращения: 23.02.2018).
5. Нефедов, В. Н., Осипова В. А. Курс дискретной математики. — М.: МАИ, 1992. — 264 с.
6. Ширяев, А. Н. Вероятность — 1. — 3-е изд. — М.: МЦНМО, 2004. — 520 с.

## Создание сенсорной перчатки для управления кистью робо-руки

Комков Сергей Сергеевич, преподаватель

Брянский строительный колледж имени профессора Н.Е. Жуковского

На сегодняшний день сложный технологический процесс человек выполнить не может. Операции, выполняемые при помощи человеческой силы будут трудо- и материалозатратные. Также важную роль играет человеческий фактор — присутствие заметных погрешностей в сравнении с точностью машины.

Роботы-манипуляторы созданы для решения сложных технических задач, которые люди не могут выполнить по определенным причинам: поднять большой вес, добраться до труднодоступных мест.

Набрав в «поисковой системе» словосочетание «Что умеет робот», можно поразиться количеством самых нестандартных задач, которые сегодня уже могут решать машины: удерживать равновесие на двух колесах, роботы дерутся, убирают у Вас дома. За каждым «умным» устройством стоит сам человек.

Робот — автоматическое устройство, созданное по принципам распознавания, удержания и перемещения объектов во вредной и опасной средах, предназначенное

для осуществления различного вида операций для производства, которое действует по заранее заложенной программе и получает информацию о положении и состоянии окружающего пространства посредством датчиков, робот самостоятельно осуществляет производственные и иные вспомогательные операции, удовлетворяющие производственные потребности частично или полностью заменяющие труд человека [1].

На базе «Брянского строительного колледжа имени профессора Н. Е. Жуковского» функционирует секция научного студенческого общества «Робототехника и Электроника» с апреля 2016 г. под руководством преподавателя Комкова Сергея Сергеевича. Проект разработали студенты 3 курса специальности 09.02.01 «Монтаж наладка и эксплуатация электрооборудования ППиЗ»

Актуальность

В рамках проекта «Доступная среда» для лиц с ограниченными возможностями осуществляется тренировка мелкой моторики, а также необходимо изолировать чело-

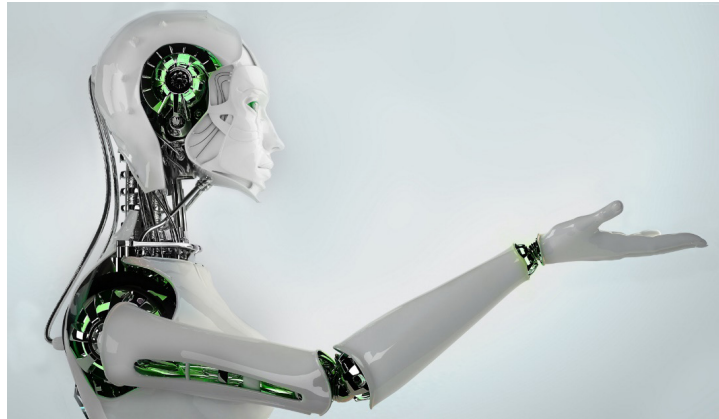


Рис. 1.

века из опасной зоны при выполнении опасной и сложной работы, оператор не должен подвергаться действию опасных факторов влияющих на здоровье организма.

В связи с этим целью нашей работы стояло создание «*робо-руки*», которая повторяет все движения оператора

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Создание «*робо-руки*»
2. Достижение требуемой точности манипулятора на действие оператора
3. Анализ элементов схем датчиков и микроконтроллеров с целью удешевления

1. На сегодняшний момент разработана «*кисть*». Управление изгиба пальцев манипулятора в зависимости от силы сжатия пальцев оператора. То есть «*робо-рука*» повторяет движение пальцев человека посредством наших «*датчиков изгиба*».

Разработка началась с изготовления сенсорной перчатки для оцифровки жестов оператора. В проекте решили использовать в качестве датчиков «*тензорезистор*».

*Тензорезистор* — резистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от его деформации. С помощью данных датчиков можно измерять деформации механически связанных с ними элементов. Тензорезистор является основной составной частью тензодатчиков, применяющихся для косвенного измерения силы, давления, веса, механических напряжений, крутящих моментов [2].



Рис. 2. Покупной тензорезистор.

Датчиков для пяти пальцев, соответственно нужно пять. Так как «*тензорезисторы*» дорогостоящие, нами решено заменить «*датчики изгиба*» на самодельные.

Первый «*датчик изгиба*», сделанный нами, над которым провели опыты и испытания изготавливается из картона, клея, фольги и грифеля. Работа данного устройства основывалось на соприкосновении токопроводящей фольги и графита, нанесенного на одну из сторон картона. Чем больше соприкосновение фольги и стороны с графитом, тем больше изменяется сопротивление. В свою очередь изменение сопротивления оцифровывалось, и сигнал передавался исполнительному органу (сервопривод с углом поворота 180°). Однако данный датчик обладает рядом недостатков: низкая точность, недолговечность в использовании, большие габариты.



Рис. 3. Тензорезистор (1 версия)



«Датчика изгиба», (2 версия) в настоящий момент является основной в проекте. Принцип действия основан

на изменении светового потока в замкнутой системе. Для того что бы изготовить данный датчик нам понадобится:

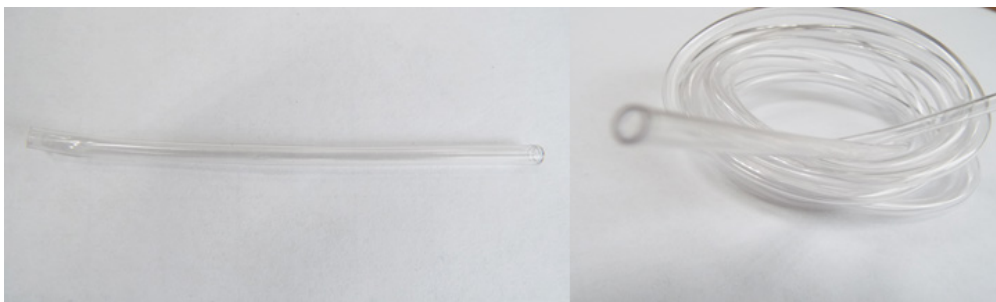


Рис. 4. Трубка от катетера

Трубка отрезается длиной равной длине пальца на перчатке оператора, на которую монтируются сами дат-

чики. С одной стороны трубки помещается фоторезистор.



Рис. 5. Фоторезистор

С другой стороны — светодиод, питающим напряжением 5В.



Рис. 6. Светодиод

Устройство в сборе мы помещаем в термоусадочную трубку, для того чтобы изолировать фоторезистор от

внешнего освещения. Сила света внутри трубки должна быть постоянно равной световому потоку светодиода.



Рис. 7. Термоусадка

На входе фоторезистора мы собираем ограничитель по напряжению. Подать нужное напряжение на вход фоторезистора можно программно, прежде откалибровав, или

при помощи простого резистора. Выбран нами второй вариант, для упрощения программного кода.



Рис. 8. Датчик изгиба в сборе (2 версия)

Достоинства «датчика изгиба» (2 версия): дешёвизна изготовления, небольшие габариты, высокая точность, простота изготовления

Нами были изучены и проанализированы цены на комплектующие элементы «датчика изгиба», представленными на рынке. Ниже приведены таблицы.



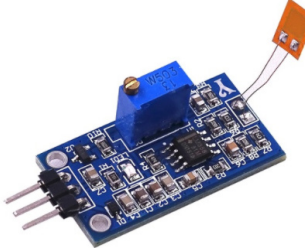
Таблица 1

## Затраты на изготовления датчика

Позиция	Наименование	Цена за 1 датчик	Стоимость за 5 датчиков
1	Трубка катетера, 100мм	1,2 руб.	6 руб.
2	Фоторезистор, 1шт	15 руб.	75 руб.
3	Светодиод, 1шт	3 руб.	15 руб.
4	Термоусадка, 130мм	3,9 руб.	19,5 руб.
5	Резистор 10кОм, 1 шт	1,8 руб.	9 руб.
	Итого	24,9 руб.	124,5 руб.

Таблица 2

Сравнение цен с аналогами, представленными на рынке

Поз.	Наименование	Изображение	Цена
1	Датчик изгиба (2 версия)		≈25 руб.
2	Тензорезистор		≈ 1200 руб.
3	Пьезоэлектрический датчик изгиба		≈215 руб.

Проект построен на платформе Arduino. Пал выбор на микроконтроллер Arduino Uno.

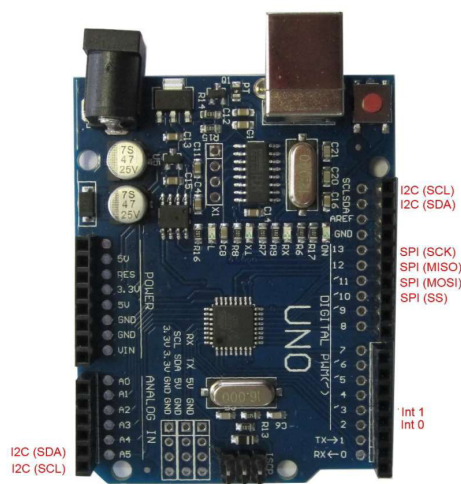


Рис. 9. Arduino Uno

Arduino Uno один из самых распространённых микроконтроллеров. Питание может получать от USB порта или от внешнего источника постоянного тока до 12В. Выходное напряжение 3,3В, 5В, 5–12В. Язык программирования C++ подобный, легок в освоении.

Используются *Микросервопривод FS90* для выполнения механической работы — сжатие пальцев на «*Робо-руке*». Этот сервопривод позволяет установить и удерживать угол поворота колеса. Привод обладает углом поворота 180°, т. е. может быть установлен в любое положение в пределах полуокружности.



Рис. 10. Микросервопривод FS90

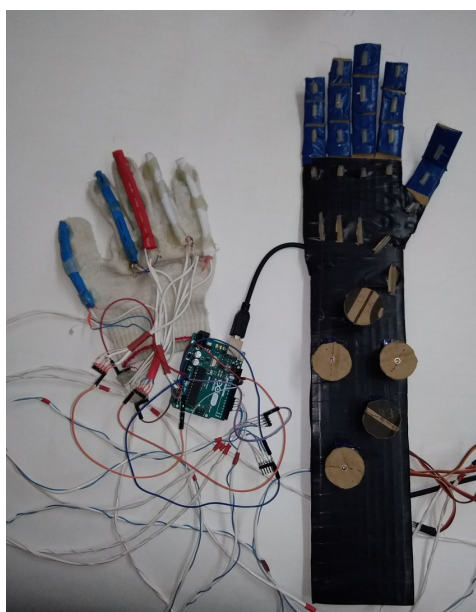


Рис. 11. Макет «Робо-руки» и сенсорной перчатки

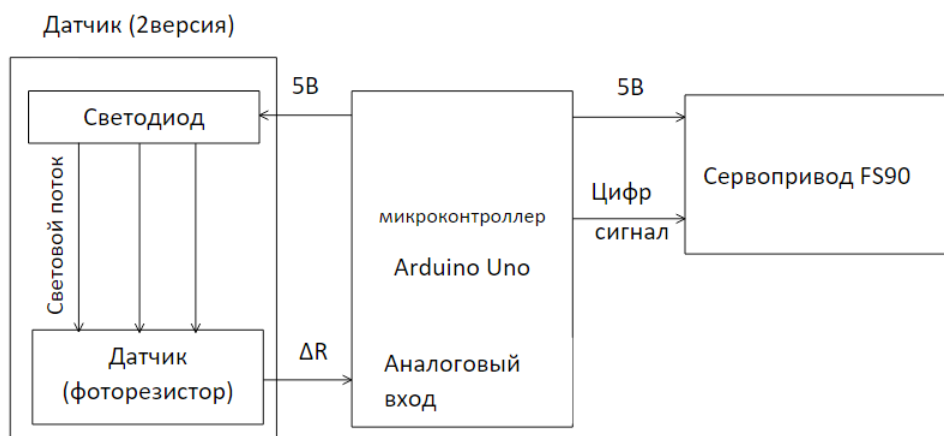


Рис. 12. Структурная схема проекта (один датчик)

Вывод

В результате работы нами была создан макет «Ро-бо-руки», которая повторяет движение оператора, пред-

ставленная на рисунке 9. Макет манипулятора находится в постоянной модернизации и реконструкции.

*Литература:*

1. Робот <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот> (Дата обращения 20.12.2017)
2. Тензорезистор <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тензорезистор> (Дата обращения 20.12.2017)

## Сравнительный анализ информационных систем для автоматизации операций по факторингу

Лебедева Марина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент;

Цыбина Екатерина Олеговна, студент

Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

В настоящее время достаточно актуальным остается вопрос повышения уровня автоматизации операций по факторингу в России. Оптимизация бизнес-процессов факторинговой организации посредством использования современных информационных систем может существенно повысить эффективность оказываемых факторинговых услуг. Выбор эффективного программного обеспечения является важнейшей задачей автоматизации операций по факторингу.

Следует отметить, что на сегодняшний день факторинг является динамично развивающейся формой финансирования в России. Это подтверждается тем фактом, что более 150 факторинговых компаний и банков готовы работать на рынке факторингового обслуживания [1]. Исходя из сложности системы факторингового обслуживания (которая состоит из совокупности таких операций, как оценка рисков, мониторинг, контроль и управление настоящим состоянием данного вида финансирования), необходимо наличие в организации высокотехнологичной автоматизированной системы проведения и отслеживания операций, связанных с факторингом. Таким образом, проблема большинства компаний-факторов при организации операций по факторингу вызвана игнорированием руководителями организации решения вопроса об автоматизации бизнес-процессов факторингового обслуживания. Решение проблемы программного обеспечения факторинговой деятельности может значительно укрепить конкурентную позицию организации как на внутреннем, так и на международном рынке факторинговых услуг.

Рассмотрим представленные на рынке современные программные продукты по автоматизации факторинговой деятельности, а также проведем анализ их функциональности на примере четырех наиболее популярных из них.

Программное обеспечение «Aquarius», разработанное английской компанией «HPDSoftwareLtd», обладает полным набором функциональных возможностей и максимально подстроено под клиента интерфейсом. Кроме того, данный программный продукт имеет дополнение, ко-

торое необходимо устанавливать клиенту факторингового обслуживания, под названием «Модуль клиента». Оно дает возможность кредитору постоянно отслеживать и контролировать всю оперативную информацию по расчетам в факторинговых операциях, в которых он задействован. Пособием использования программного обеспечения «Aquarius» для автоматизации факторинговых операций можно реализовать еще целый ряд функций:

- предоставление информации в режиме реального времени;
- контроль за движением денежных средств;
- отслеживание текущей дебиторской задолженности;
- контроль за деятельностью дебитора в рамках факторинговой деятельности;
- планирование финансовых потоков в течении каждого дня;
- отправка файлов компании-фактору с данными по отгрузке, со сведениями по дебиторам (при первичном запросе), а также с возвратными накладными [1].

Программный продукт «Aquarius» является высоко защищенным. Информация, содержащаяся в системе, имеет много уровней защиты при передаче данных через сеть интернет [1].

Программное обеспечение САФО «SmartFactor» — многофункциональная система автоматизированного учета операций по факторингу, являющаяся отечественной разработкой. Система спроектирована и контролируется специалистами, имеющими опыт в создании и развитии предметной области факторинговой деятельности, и автоматизирует весь процесс проведения факторингового обслуживания в компании-факторе. Программное обеспечение использует СУБД Oracle и реализовано в архитектуре «клиент-сервер» [2].

Программное обеспечение САФО «SmartFactor» хорошо адаптируемо под любые особенности технологий, методологий, учетной и тарифной политик компании-фактора; автоматизирует процессы анализа, принятия ре-



шения, проведения факторингового обслуживания, мониторинга, учета и создания всей необходимой отчетности.

Данная система имеет гибкую архитектуру, что позволяет ей использоваться как в крупных компаниях, имеющих сеть из нескольких офисов, так и в малых проектах. Программное обеспечение САФО «SmartFactor» также является высокозащищенной системой.

Программное обеспечение «Актив-Факторинг» — его основными идейными разработчиками являются сами участники рынка факторинговых услуг, что способствовало наибольшему наполнению в рамках функций и возможностей внутри программного продукта. Данный продукт обеспечивает автоматизацию всего цикла факторинговой деятельности, который начинается с анализа потенциальных клиентов и их дальнейшего привлечения. Перечислим главные особенности программного обеспечения «Актив-Факторинг» [3]:

- возможность обслуживания факторинговых компаний любой организационной структуры;
- обеспечение высокой степени контроля за пакетами предоставляемых документов, за сроками и контрольными датами;
- выполнение анализа текущей факторинговой деятельности;
- ведение справочника контрагентов, включающего договоры факторинга, поставок, поручительств и страхования;
- включает модуль клиента факторинга;
- возможность автоматического определения лимитной политики (лимит финансирования дебитора, договора поставки, факторинга, группового финансирования, а также страховые лимиты);
- оповещение о системных событиях;
- хранит образцы документов;
- ведение журнала работ;
- настройка прав доступа и интерфейса для различных пользователей;

- возможность производить аудит действий пользователей системы;

- формирование отчетности в «MS Excel» и интеграция с внешними учетными системами.

Сервис интеграции «Synerdocs» — является разработкой отечественных специалистов и представляет собой платформу, с помощью которой производится обмен электронными документами, задействованными в факторинговом обслуживании [4].

Процесс факторингового обслуживания с применением системы «Synerdocs» позволит упростить процесс документооборота посредством электронного обмена документами за счет реализации операций:

- контроль со стороны системы за правильностью оформления и юридической значимостью пересылаемых документов;
- хранение и обеспечение доступа к справочным материалам.

Проанализируем рассмотренные выше программные продукты для автоматизации операций по факторингу в соответствии с выбранными критериями (таблица 1).

Как показывает сравнительный анализ программных продуктов, приведенных в таблице 1, наиболее оптимальным для автоматизации факторинговой деятельности является программное обеспечение «Актив-Факторинг».

Следует отметить, что на сегодняшний день на рынке программного обеспечения существует множество систем по автоматизации процессов, содержащихся в факторинговой деятельности. Данные системы не имеют заметных отличительных особенностей, все они построены на принципе хранения информации, необходимой для компании-фактора, кредитора и частично дебитора, упрощения составления на ее основе необходимой документации, защищенного электронного обмена и для упрощения мониторинга за ходом проведения факторинга.

Как показывает сравнительный анализ программных продуктов, приведенных в таблице 1, наиболее опти-

Таблица 1

Сравнение программных продуктов по автоматизации факторинговой деятельности

Критерий для оценки (0–5 баллов)	Программное обеспечение для автоматизации операций по факторингу			
	«Aquarius»	«SmartFactor»	«Актив-Факторинг»	«Synerdocs»
Гибкость архитектуры (при использовании в организациях различного масштаба и организационной структуры)	3	5	5	4
Достаточность функций, выполняемых системой	4	4	5	2
Удобство интерфейса программного продукта. Возможность его настройки под индивидуальные требования пользователя	5	3	5	3
Степень защищенности данных	5	5	4	3
Методологическая и техническая поддержка со стороны производителя/продавца	3	5	5	3

мальным для автоматизации факторинговой деятельности является программное обеспечение «Актив-Факторинг».

Следует отметить, что на сегодняшний день на рынке программного обеспечения существует множество систем по автоматизации процессов, содержащихся в факторинговой деятельности. Данные системы не имеют заметных отличительных особенностей, все они построены на принципе хранения информации, необходимой для компании-фактора, кредитора и частично дебитора, упрощения составления на ее основе необходимой документации, защищенного электронного обмена и для упрощения мониторинга за ходом проведения факторинга.

Выбирая эффективную систему для автоматизации операций по факторингу, необходимо учитывать следующие критерии:

- масштаб организации;
- функциональность программного продукта;
- удобство использования пользовательского интерфейса;
- уровень защиты данных (наличие настроек приватности и контроля потоков данных);
- методологическая и техническая поддержка со стороны разработчика (внедрение системы; исправление ошибок, возникающих в системе; обучение пользователей).

Таким образом, получение совершенной системы по оказанию факторинговых услуг организацией напрямую зависит от верного выбора и внедрения программного продукта, автоматизирующего факторинговые операции.

#### Литература:

1. Оптимизация факторинговой деятельности за счет автоматизации процессов — Аналитический журнал «Управление в кредитной организации» // URL: [http://www.reglament.net/bank/mng/2006\\_4\\_article.htm](http://www.reglament.net/bank/mng/2006_4_article.htm) (дата обращения: 16.10.2017 г.)
2. Факторинг — программное обеспечение, софт, условия, стоимость, методология, учет, обзор рынка // URL: <http://www.smartfactor.ru/> (дата обращения: 16.10.2017 г.)
3. Актив-Факторинг // URL: <http://www.itforce.ru/index.php/aktiv-factoring> (дата обращения: 18.10.2017 г.)
4. Электронный факторинг с помощью сервиса Synerdocs. Описание проекта в Русской Факторинговой компании. Synerdocs // URL: <https://www.synerdocs.ru/6842969.aspx> (дата обращения: 19.10.2017 г.)

## «Индустрия-4.0»: новый подход к сжижению природного газа

Олейник Мария Алексеевна, студент;

Катунцов Евгений Владимирович, кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский горный университет

*В статье разобраны основные понятия, цели и принципы такого явления как «четвертая промышленная революция» Рассмотрены способы ее реализации в развитых странах, а также возможности и преимущества перехода Российской промышленности на автоматизированное производство. Проанализированы перспективы внедрения технологий четвертой промышленной революции в сферу производства сжиженного природного газа.*

**Ключевые слова:** Индустрия-4.0, четвертая промышленная революция, автоматизация, СПГ, Интернет вещей.

Первый паровой двигатель появился в 1698 и ознаменовал собой начало новой эры — индустриальной. В то же время начинается и активное развитие угольной, нефтяной и газовой промышленности. Сейчас, в начале 21 века, мир стоит на пороге четвертой промышленной революции, движущей силой которой является быстро растущая оцифровка экономики и общества [2].

Четвертая промышленная революция — явление, затрагивающее не только промышленное производство, но и рынок труда, жизненную среду, политические системы, технологический уклад и другие. В основе новой модели экономики лежит идея повышения эффективности производства за счет автоматизации без изменения техно-

логичности процессов [10]. По сути, эти процессы могут существовать и без информационных технологий. Но в результате четвертой промышленной революции именно они станут ядром бизнеса и приведут к необратимой трансформации всего производства. Все решения в цифровой экономике будут основываться на возможностях и ресурсах ИТ [6].

Реализация проекта «Индустрия-4.0», осуществляемого в рамках четвертой промышленной революции, базируется на двух столпах [3]:

— **Интернет вещей**, предусматривающий превращение всех компонентов производственной системы в пользователей Интернета.

— **Киберфизические системы** — создают сетевое пространство, в котором «умные» объекты «разговаривают» друг с другом, в результате чего они будут способны осуществлять самодиагностику и ремонт.

Понятие «Индустрия-4.0» впервые было использовано на промышленной выставке в Ганновере в 2011 году. Это один из 10 проектов, которые определяют развитие Германии в рамках программы «Высокотехнологичная стратегия-2020» [9].

Существенным преимуществом проекта «Индустрия-4.0» является возможность его поэтапной реализации на промышленных предприятиях. На начальном этапе переоснащения можно начать с нескольких единиц техники, а затем продолжить нарастание за счет внедрения киберфизических систем [7].

В Японии на правительственном уровне обсуждается концепция «*Connected Factories*», предполагающая использование Интернет-сетей, связывающих встроенные в оборудование мини-компьютеры. Японские и немецкие компании дальше всех продвинулись в оцифровке внутренних операций [3].

Одним из примеров реализации этой стратегии является немецкое предприятие компании *Adidas* — первая практически полностью автоматизированная фабрика по производству кроссовок — *SpeedFactory*. Продукция с данного завода поступила в продажу в конце 2017 года. Концерн давно взял курс на автоматизацию производства и ранее начал производить подошвы для обуви с помощью 3D-печати [8].

На сегодняшний день абсолютное внедрение технологий «Индустрии-4.0» в производства России невозможно по одной причине — 31 июля 2017 г. была утверждена программа «Цифровая экономика», включенная в перечень основных направлений развития до 2025 г, которая не предусматривает полный переход на автоматизированное производство. Однако некоторые рационализаторские задачи решаются с помощью частичной автоматизации, при этом достигается главная цель — экономия средств [5].

Наиболее показательна ситуация, когда на нефтегазодобывающем предприятии, расположенном на Южном Урале, понадобилось автоматизировать мобильную установку для гидравлических испытаний трубопровода. Этот процесс называется опрессовкой и вызывает затруднения у нефтедобывающих компаний по ряду причин [1]:

- операторы работают рядом с трубопроводом под давлением, что очень опасно;
- такую систему неудобно использовать в сложных климатических условиях (провода прокладываются к каждому датчику давления или температуры);
- людям приходится работать на открытом воздухе в любую погоду;
- все данные регистрируются на бумаге, что усложняет их дальнейшую обработку.

Решить проблему помогла саморегулирующаяся рабочая сеть, созданная на основе беспроводных технологий. Был построен передвижной блок, включающий в себя все

необходимые элементы для проведения измерений и испытаний трубопровода. На другой стороне трубопровода было размещено оборудование, обеспечивающее сбор данных и их бесперебойную передачу в операторную с помощью радиомодуля. Передача информации могла осуществляться на расстоянии до 10 км. Это позволило сделать процесс измерения более безопасным и надежным и повысило комфорт персонала.

Также в течение срока эксплуатации беспроводная сеть показала себя очень экономичным решением, позволившим сократить капитальные затраты на 31 % по сравнению с проводными решениями, которые требовали большого количества капитальных вложений и текущих расходов [1].

Отечественным аналогом немецкой программы является утвержденный 14 февраля 2017 года технологический план мероприятий «Технет», который призван обслужить ожидаемую в 2025–2035 гг. промышленную революцию и обеспечить конкурентоспособность отечественных компаний в высокотехнологичных отраслях промышленности. Ключевое значение в ДК «Технет» отводится формированию «Фабрик будущего», способных в кратчайшие сроки проектировать и производить глобально конкурентоспособной продукции нового поколения [4].

Одним из направлений промышленности России, наиболее восприимчивой к внедрению «Индустрии-4.0» является сфера производства и транспортирования сжиженного природного газа. В связи с тем, что СПГ — жидкость, имеющая температуру около  $-163^{\circ}\text{C}$ , все операции, производимые с ним, контролируются датчиками и контроллерами. Однако взаимосвязь между различными стадиями выдачи СПГ потребителю осуществляется «ручным» способом. В данной ситуации, применение концепции четвертой промышленной революции поможет рационализировать и упростить все технологические операции. К тому есть множество подходов.

Наиболее рациональной является ситуация, когда все датчики, контролирующие параметры среды в резервуарах с жидкостью, через «Интернет вещей» «сообщают» исполнительному органу контролирующей аппаратуры информацию о текущем состоянии топлива, такие как его температуру и давление. В зависимости от полученных данных аппаратура будет способна сама принимать решения о дальнейших операциях с СПГ.

Таким образом, важнейшее следствие, к которому неизбежно приведет переход на «безлюдное» производство — повышение уровня безопасности производства. Еще больший эффект от внедрения «Индустрии-4.0» будет получен сочетанием с соответствующими технологиями, например, с 3D-печатью, роботизацией и цифровым моделированием [3].

«Понимание» применяемыми машинами текущей ситуации создаст принципиально новое качество производства. Взаимодействие между интеллектуальными машинами позволит вырабатывать варианты решений, которые ранее невозможно было бы и запрограммировать [3].

*Литература:*

1. В новый дом с новыми технологиями [Электронный ресурс] / Журнал «ИСУП»: отраслевой научно-технический журнал. — Режим доступа: <http://isup.ru>, свободный (Дата обращения: 22.02.2018)
2. Егоров, Н. Как интернет привел к промышленной революции / Н. Егоров / Газета. Ru. — июнь, 2017.
3. Плакиткин, Ю. А., Плакиткина Л. С. Мировой инновационный проект «Индустрия-4.0» — возможности применения в угольной отрасли России / Ю. А. Плакиткин, Л. С. Плакиткина // Уголь. — октябрь, 2017. — с. 44–50.
4. ПЛАН мероприятий («дорожная карта») «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы. — Принят на Заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России, 14 февраля 2017 г.
5. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации № 1632–6 от 28 июля 2017 г.)
6. Происходит ли в России Четвертая промышленная революция? [Электронный ресурс] / Инвест-Форсайт: деловой журнал. — Режим доступа: <https://www.if24.ru>, свободный (Дата обращения: 5.02.2018)
7. Шваб, К., Четвертая промышленная революция / К. Шваб. — «Эксмо», 2016. — 137 с.
8. Adidas запускает полностью роботизированный завод по производству кроссовок [Электронный ресурс] / Hi-Tech News — Режим доступа: <https://hi-news.ru>, свободный (Дата обращения: 7.02.2018)
9. INDUSTRIE, 4.0 — умное производство будущего (Государственная Hi Tech Стратегия 2020, Германия) [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://json.tv>, свободный (Дата обращения: 5.02.2018)
10. What is Industrie-4.0? [Электронный ресурс] / Platform Industrie-4.0. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. — Режим доступа: <http://www.plattform-i40.de>, свободный (Дата обращения: 4.02.2018)

## Обеспечение информационной безопасности предприятия от несанкционированного доступа

Ортыков Амриддин Уктамович, магистрант  
Московский технологический институт

Современное состояние обеспечение информационной безопасности в мире находится на высоком уровне. Однако, несмотря на это ежедневно требуется совершенствовать механизмы защиты, так как текущие средства обеспечения ИБ подвержены взлому. В связи с этим требуется постоянное совершенствование средств обеспечения ИБ.

Словосочетание «информационная безопасность» в разных контекстах может принимать разные смыслы. В Доктрине информационной безопасности Российской Федерации от 5 декабря 2016 года понятие «информационная безопасность» имеет более широкий смысл. Под информационной безопасностью понимается состояние защищенности национальных интересов в информационной сфере, которые определяются совокупностью сбалансированных интересов личности, общества и государства.

В Законе РФ «Об участии в международном информационном обмене» определение информационная безопасность аналогично по смыслу, т. е. информационная безопасность — это состояние защищенности информационной среды общества, обеспечивающее ее формирование, использование и развитие в интересах граждан, организаций, государства.

Таким образом, информационная безопасность — это процесс обеспечения конфиденциальности (обеспечение

доступа к информации только авторизованным пользователям), целостности (обеспечение достоверности, полноты информации и методов ее обработки) и доступности информации (обеспечение доступа к информации и связанном с ней активам авторизованных пользователей по мере необходимости).

Информационную безопасность предприятия условно можно разделить на подсистемы: *компьютерная безопасность, безопасность данных, безопасное программное обеспечение, безопасность коммуникаций (сети)*.

К объектам информационной безопасности на предприятии (фирме) относят: информационные ресурсы, средства и системы информатизации, общесистемное и прикладное программное обеспечение, автоматизированные системы управления предприятиями (офисами), системы связи и передачи данных, технические средства сбора, регистрации, передачи, обработки и отображения информации.

Для обеспечения информационной безопасности предприятия использую различные средства и методы защиты информации.

Современные средства и методы защиты информации направлены на защиту информации и данных предприятия которые включают технологии предотвращающие утечку

информации и ее потерю. Сегодня используется шесть основных способов защиты.

*Препятствие* — это метод физического препятствия от злоумышленника к информации предприятия, например, металлические двери.

*Маскировка (шифрование)* — это один из методов защиты информации в каналах связи путем ее криптографического шифрования.

*Регламентация* — это метод защиты, основанный на создании специальных условий обработки, хранения и передачи информации, при которых возможности НСД сводятся к минимуму.

*Управление* — это метод определения и распределения информационных ресурсов системы авторизованным и санкционированным пользователям.

*Принуждение* — это метод защиты, при котором пользователи и персонал предприятия соблюдают правила обработки, передачи и использования информации под угрозой материальной, административной или уголовной ответственности, т. е. обработка информации регламентируется закрепленными нормативными актами предприятия, государства.

Перечисленные методы имеют своей целью построение эффективной технологии защиты информации, при которой исключены потери по причине халатности и успешно отражаются разные виды угроз.

Способы защиты информации предполагают использование определенного набора средств:

— *физические* — это средства защиты реализуются в виде автономных устройств и систем: обеспечение безопасности помещений (пожаро-охранные системы, системы от сбоев электросети), средства обеспечения контроля доступом (СКУД). Физические средства используются для охраны данных как на бумажных, так и на электронных носителях.

— *программные и аппаратные средства (технические)*. Под аппаратными средствами принято понимать встроенные технические устройства, которые используются для обработки информации (схемы контроля информации по четности, схемы защиты полей памяти по ключу и т. д.).

— *программные средства* представляют собой программное обеспечение, предназначенное для выполнения функций защиты информации. Программные средства позволяют осуществлять: регистрацию и анализ событий, происходящих в системе; осуществлять контроль целостности ресурсов системы в целях обнаружения модификаций; шифрование информации; выполнять защиту от внешних вторжений; осуществлять защиту от вредоносного программного обеспечения (антивирусные пакеты, антиспамовые фильтры); осуществлять резервное копирование и восстановление данных.

— *Организационные* — это средства защиты представляют собой организационно-технические и организационно-правовые мероприятия, осуществляемые в процессе создания и эксплуатации специального ПО и аппаратных устройств для обеспечения защиты информации.

— *Законодательные средства (правовые)* — комплекс нормативно-правовых актов, регулирующих деятельность людей, имеющих доступ к охраняемым сведениям и определяющих меру ответственности за утрату или кражу секретной информации.

— *Морально-этические (психологические средства)* — комплекс мер для создания личной заинтересованности работников в сохранности и подлинности информации.

По функциональному назначению методы и средства информационной безопасности можно разделить на следующие разновидности: *методы и средства предупреждения, методы и средства обнаружения, методы и средства нейтрализации, методы и средства восстановления.*

В настоящее время одной из наиболее распространенных угроз информационной безопасности предприятия является несанкционированный доступ.

Причины несанкционированного доступа к информации — ошибки конфигурации (прав доступа, файрволов, ограничений на массовость запросов к базам данных);

— слабая защищенность средств авторизации (хищение паролей, смарт-карт, физический доступ к плохому охраняемому оборудованию, доступ к незаблокированным рабочим местам сотрудников в отсутствие сотрудников),

— ошибки в программном обеспечении,

— злоупотребление служебными полномочиями (воровство резервных копий, копирование информации на внешние носители при праве доступа к информации),

— прослушивание каналов связи при использовании незащищенных соединений внутри ЛВС,

— использование клавиатурных шпионов, вирусов и троянов на компьютерах сотрудников для имперсонализации.

По степени направленности НСД может быть преднамеренным (целенаправленный) или не преднамеренным (ошибки системы, программного обеспечения и др.).

Несанкционированный доступ осуществляется через существующий или специально создаваемый канал доступа, который определяется как путь, используя который, можно получить неразрешенный доступ к конфиденциальной информации. К каналам НСД относятся:

1. Контакт с лицами, имеющими или имевшими доступ к конфиденциальной информации;
2. Вербовка и (или) внедрение агентов;
3. Физическое проникновение к носителям конфиденциальной информации;
4. Подключение к средствам отображения, хранения, обработки, воспроизведения и передачи информации средствам связи;
5. Прослушивание;
6. Визуальный съем конфиденциальной информации;
7. Перехват электромагнитных излучений;
8. Исследование выпускаемой продукции, производственных отходов и отходов процессов обработки информации;



9. Изучение доступных источников информации;
10. Подключение к системам обеспечения производственной деятельности предприятия;
11. Замеры и взятие проб окружающей объект среды;
12. Анализ архитектурных особенностей некоторых категорий объектов.

Состав каналов несанкционированного доступа к конфиденциальной информации и степень их опасности для конкретного предприятия зависят от вида деятельности предприятия, категорий носителей, способов обработки информации, системы ее защиты, а также от устремлений и возможностей конкурентов.

Статистика фактов НСД к информации показывает, что большинство современных вычислительных систем достаточно уязвимы с точки зрения безопасности. Поэтому при построении защищенной вычислительной системы, актуальной является задача создания средств добавочной защиты, что предполагает разработку усовершенствованных механизмов и средств защиты информации (СЗИ).

Средства защиты от несанкционированного доступа (СЗИ от НСД) — программные, технические или программно-технические средства, предназначенные для

предотвращения или существенного затруднения несанкционированного доступа к информации.

В настоящее время существуют множество СЗИ от НСД, например: SecretNet, Dallas Lock 8.0-K, аппаратно-программный модуль доверенной загрузки «Соболь», контроль запуска программ от Kaspersky, Process Monitor, программно-аппаратный комплекс VipNet и другие.

В заключение можно сформулировать следующие выводы:

- НСД является прежде всего намеренной угрозой с доступом к конфиденциальной информации;
- существует множество способов для осуществления НСД;
- службам информационной безопасности необходимо тщательно следить за информационными потоками, а также за пользователями информационной системы;
- с развитием технологий появляются новые методы НСД и их реализации
- предприятиям необходимо больше выделять ресурсы для обновления и улучшения системы защиты информационной системы, так как со временем она устаревает и теряет возможность препятствовать новым атакам
- следует понимать, что абсолютной защиты нету, но необходимо стремиться к ней.

#### Литература:

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации от 5 декабря 2016 года
2. Федеральный закон РФ «О персональных данных» (152-ФЗ) 2017,
3. Официальный сайт ФСТЭК России [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://fstec.ru/>
4. Мазуров, В. А. Уголовно-правовые аспекты информационной безопасности. — Барнаул: Издательство Алтайского Университета (издательство)|, 2004. — с. 92. — 288 с. — ISBN 5–7904–0340–9.
5. Охрименко, С. А., Черней Г. А. Угрозы безопасности автоматизированным информационным системам (программные злоупотребления) // НТИ. Сер. 1, Орг. и методика информ. работы: журнал. — 1996. — № 5. — с. 5–13.

## Анализ и прогнозирование успеваемости студентов на основе радиальной базисной нейронной сети

Прошкина Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент;  
Балашова Ирина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент  
Пензенский государственный университет

*В статье рассматриваются аспекты применения радиальных базисных нейронных сетей для решения задачи прогнозирования успеваемости студентов. Приводятся результаты проведенного эксперимента, подтверждающие эффективность разработанной методики.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, успеваемость, радиальные базисные нейронные сети.

Процессы, протекающие в системе образования, требуют постоянной объективной оценки, корректировки и управления. Однако без прогнозирования управление невозможно. Поэтому возникает необходимость прогнозирования показателей качества образования как на за-

вершающих этапах обучения, так и в ходе учебного процесса.

Качество образования определяется квалификацией профессорско-преподавательского состава, его заинтересованностью педагогической деятельностью, уровнем



образовательных технологий, состоянием учебно-материальной базы, базовой подготовкой обучаемых и отношением их к приобретению знаний и умений по дисциплине, применением современных методов контроля качества учебных достижений студентов. Прогнозирование успеваемости студентов по той или иной дисциплине позволяет сформировать индивидуальную траекторию работы обучаемого в семестре и тем самым повысить уровень их профессиональной подготовки.

Прогнозирование — это деятельность, направленная на выявление и изучение возможных альтернатив будущего развития организации. Основная цель прогноза — это определить тенденции факторов, воздействующих на конъюнктуру отрасли. В качестве инструментария прогнозирования чаще всего применяются формализованные количественные методы и методы экспертных оценок.

Рассмотрением сущности прогнозирования в области обучения занимались Б. С. Гершунский [1], В. И. Загвязинский [2], А. Ф. Присяжная [3], Р. В. Майер [4] и др.

Анализ литературных источников позволяет выделить следующие основные группы методов прогнозирования успеваемости студентов:

- методы, основанные на регрессионных моделях,
- методы кластерного анализа,
- методы, основанные на дискриминантных моделях.

Методы, основанные на регрессионных моделях, например, позволяют выявить связь между уровнем знаний и умений студентов по общепрофессиональным и специальным дисциплинам в зависимости от обеспечивающих курсов с помощью многофакторной линейной регрессионной модели.

Методы кластерного анализа позволяют производить разбиение объектов по целому набору признаков, в качестве которых могут выступать уровень начальных знаний студентов, уровень сформированных компетенций, количество пропусков занятий. Для каждого кластера определяются эталонные значения параметров как усредненные данные по каждой типологической группе студентов. Эталонные значения будут использованы в качестве центров будущих кластеров, вокруг которых группируются наиболее близкие объекты по значениям выбранных параметров.

Методы, основанные на дискриминантных моделях, предполагают, что заранее необходимо определить, какие факторные признаки могут влиять на успеваемость студентов и использовать эти факторы для классификации студентов по успеваемости, а также для повышения качества подготовки путем корректировки основных признаков. Дискриминантная модель оптимально разделяет множество объектов на подмножества и проводит классификацию новых объектов в тех случаях, когда неизвестно заранее, к какому из существующих классов они принадлежат.

Однако часто прогнозы, полученные с помощью формализованных методов, бывают не эффективны, поскольку поведение людей, в частности студентов, бывает иррациональным. В последние годы большой интерес вы-

зывают искусственные нейронные сети — это математические модели, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей. Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. После обучения сеть способна предсказать будущее значение некой последовательности на основе нескольких предыдущих значений. Следует отметить, что прогнозирование возможно только тогда, когда предыдущие изменения действительно в какой-то степени предопределяют будущее.

Рассмотрим математическую модель прогнозирования успеваемости студентов на основе радиальной базисной нейронной сети. Простейшая нейронная сеть радиального типа функционирует по принципу многомерной интерполяции, состоящей в отображении  $p$  различных входных векторов  $x_i, i = 1, 2, \dots, p$  из входного  $N$ -мерного пространства во множество из  $p$  чисел  $d_i, i = 1, 2, \dots, p$ . Для реализации этого процесса необходимо использовать  $p$  скрытых нейронов радиального типа и задать такую функцию отображения  $F(x)$ , для которой выполняется условие интерполяции

$$F(x_i) = d_i.$$

Использование  $p$  скрытых нейронов, соединяемых связями с весами с выходными линейными нейронами, означает формирование выходных сигналов сети путем суммирования взвешенных значений соответствующих базисных функций.

Представим структурную схему радиальной нейронной сети (рис. 1), позволяющую прогнозировать успеваемость отдельного студента по дисциплине. Анализ успеваемости студентов с помощью регрессионной модели за три года позволил выявить, что входными данными для нейронной сети будут следующие показатели:

$x_1$  — средняя оценка студента по предшествующим смежным дисциплинам, освоение которых в полном объеме является необходимым условием;

$x_2$  — наличие свободного посещения;

$x_3$  — оценка за тестирование остаточных знаний, проводимое перед началом изучения данной дисциплины;

$x_4$  — наличие задолженностей по другим дисциплинам.

$\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5$  — радиальные функции, на вход которых подаём исходные данные с весовыми коэффициентами  $W$ . На выходе будем получать «1» в случае, если прогнозируемая оценка по дисциплине будет 2,3,4,5 соответственно.

В выходном слое находится линейный нейрон, который выполняет суммирование выходных сигналов от скрытых нейронов с заданными весовыми коэффициентами  $V$ .

$y$  — прогнозируемая оценка по дисциплине, получаемая на выходе сети.

Весовые коэффициенты обозначим в матричной форме, чтобы не усложнять рисунок.

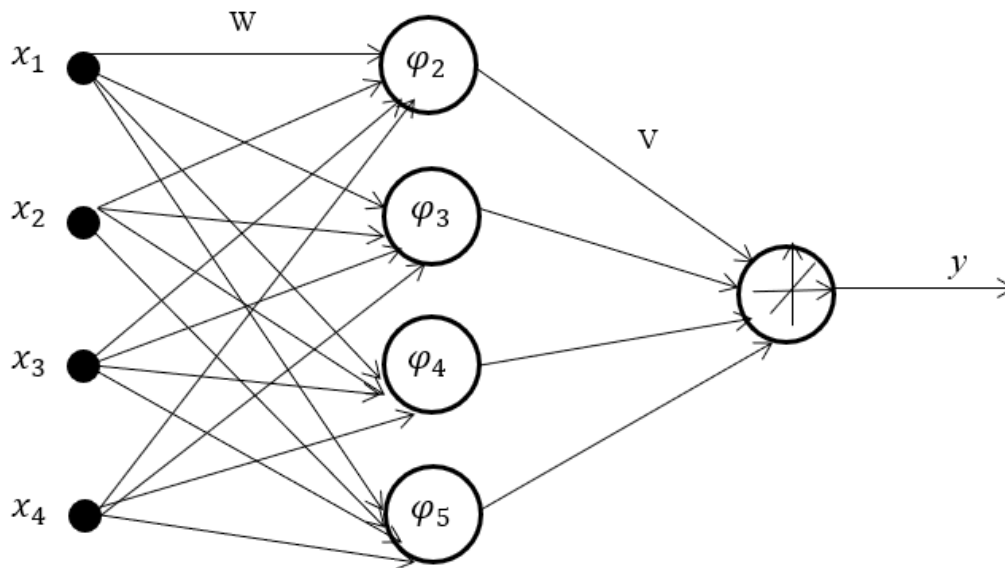


Рис. 1. Структура радиальной базисной нейронной сети

Выполним моделирование радиальной нейронной сети в математическом пакете прикладных программ Matlab. С помощью функции  $net = newrbf(P, T, SPREAD)$  построим радиальную базисную нейронную сеть с нулевой ошибкой. Эта функция имеет следующие параметры:

$P$  — массив размера  $R \times X \times Q$  входных векторов, причем  $R$  — число элементов вектора входа (в нашем случае  $R = 4$  по количеству показателей, являющихся входными данными для нашей сети) а  $Q$  — число векторов в последовательности ( $Q = 600$  — это размерность обучающего множества);

$T$  — массив размера  $S \times Q$  из  $Q$  векторов цепи и  $S$  классов ( $S = 4$  по количеству возможных оценок, которые студент может получить по дисциплине: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»);

$SPREAD$  — параметр влияния, определяющий крутизну функции  $radbas$  (передаточной функции нейронов входного слоя). Данный параметр существенно влияет на качество аппроксимации функции: чем больше его значение, тем более гладкой будет аппроксимация. Выберем значение  $SPREAD=5$ .

Создадим радиальную базисную нейронную сеть с нулевой ошибкой для обучающего множества из 600 эле-

ментов. Выполним прогнозирование успеваемости студентов с использованием данной сети.

Для проверки эффективности применения модели прогнозирования успеваемости студентов на основе нейронной сети был проведен эксперимент со студентами трех групп (всего 59 студентов) факультета вычислительной техники ПГУ, изучающими информатику в осеннем семестре. В качестве исходных данных использованы четыре фактора: средняя оценка студента по предшествующим смежным дисциплинам, наличие свободного посещения, оценка за тестирование остаточных знаний, наличие задолженностей по другим дисциплинам. Эти исходные данные каждого студента подавались на вход нейронной сети, в результате чего был составлен прогноз успеваемости для каждого студента по дисциплине «Информатика».

По окончании изучения дисциплины прогнозируемые баллы студентов сравнили с баллами, которые они получили на экзамене по информатике. Сравнительные данные эксперимента приведены в табл. 1.

Результаты проведенного эксперимента показали, что прогнозируемая успеваемость студентов отличается от реальной не более, чем на 4%. Следовательно, разработанная математическая модель может применяться для прогнозирования успеваемости студентов.

Таблица 1

Экзаменационные и прогнозные данные

	Отлично	Хорошо	Удовлетвор.	Неудовлетвор.	Итого
Экзаменационный балл	10	20	22	7	59
Прогнозный балл	9	19	25	6	59

*Литература:*

1. Гершунский, Б. С. Прогностические методы в педагогике. — К.: Вища школа, 1979. — 240 с.
2. Загвязинский, В. И. Педагогическое предвидение. — М.: Знание, 1987. — 77 с.
3. Присяжная, А. Ф. Прогнозирование как функция педагога (от будущего учителя до профессионала): монография. — Челябинск: Образование, 2006. — 306 с.
4. Майер, Р. В. Классификация учебных фактов методом кластерного анализа // Проблемы учебного физического эксперимента: сб. науч. и метод. работ. — 1998. — Вып. 5. — с. 12–19.

# ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

## Система мониторинга остатка воды в цистернах пожарных машин

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель;  
Киба Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент  
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

*Описывается система мониторинга остатка воды в цистернах пожарных машин. Система производит измерение наполненности цистерны. Информация об остатке воды индицируется в кабине автомобиля для экипажа пожарной машины, а также передаётся для диспетчера в пункт связи.*

**Ключевые слова:** датчик, цистерна, пожарная машина, радиоканал, отображение информации, микроконтроллер.

Проблема безопасности жизнедеятельности человека является емкой и многогранной. Пожарная безопасность занимает в ней весомую составляющую и сама состоит из множества подзадач. Ниже приводится проект системы, решающей проблему контроля наполненности воды в баках пожарных машин, относящихся к одной пожарной части, что актуально в современных условиях. Количество контролируемых пожарных машин по наличию воды — до 20 единиц. Система состоит из двух сегментов: стационарного и мобильного. Стационарный сегмент системы размещается на пункте связи в пожарной части, его органы управления и средства отображения информации предназначены для диспетчера. Мобильный сегмент составляют элементы, установленные на каждом из контролируемых пожарных автомобилей.

Каждый элемент мобильного сегмента системы содержит датчики уровней воды, соответствующих 0, 20, 40, 60, 80, 100 % от вместимости цистерны. Эти уровни соответствуют остатку воды в баке от 0 до его полной ёмкости  $V_{ц}$  с шагом  $dV = V_{ц}/5$ . Так, например, для пожарной автоцистерны АЦ-2,5–40 этот шаг составляет 500 литров, для АЦ-5–40—1000 литров, и т. д.

В кабине машины устанавливается линейный шкальный индикатор, состоящий из шести трёхцветных светодиодов (RGB-светодиоды). Их включение соответствует остатку воды в описанной выше градации. Такой вид индикатора выбран для упрощения восприятия визуальной индикации, по сравнению с различными цифровыми индикаторами, в экстремальной обстановке тушения пожара, при движении автомобиля и т. д.

Для дополнительного привлечения внимания применяется следующий алгоритм работы индикатора. При остатке воды в цистерне 40 % и более светодиоды, которые обозначают уровень воды, горят зеленым светом, при снижении остатка воды менее 40 % светодиоды начинают излучать жёлтый цвет. При остатке воды от 0 до 20 %, све-

одиоды, соответствующие уровням 0 и 20 %, излучают красный свет. При срабатывании самого нижнего датчика уровня (бак пуст) вся шкала индикаторов загорается мигающим красным цветом, а также раздаётся тревожный звуковой сигнал в машине. Для того чтобы отключить данный тревожный сигнал в машине расположена кнопка «стоп звук». После отключения тревожного сигнала на шкале остаётся только один, непрерывно светящийся красным, светодиод, соответствующий нулевому остатку.

Мобильная часть системы периодически передает на стационарный сегмент данные от датчиков уровня. Передача ведется по запросу со стационарного сегмента. Предусмотрены три вида запросов: плановый, экстренный циркулярный и экстренный адресный. Плановый запрос выдается поочередно на каждый контролируемый автомобиль с периодичностью в 3 минуты. Экстренные запросы формируются по команде диспетчера, (по нажатию соответствующих кнопок). Экстренный циркулярный запрос позволяет поочередно опросить все автомобили пожарной части до наступления момента планового опроса. Экстренный адресный запрос применяется для внеочередного, внепланового получения информации об остатке воды в цистерне конкретного автомобиля.

Запрос состоит из номера машины, занимающего 5 бит (потенциальная ёмкость системы — до 32 автомобилей), и кода запроса информации с датчиков уровня (2 бита). Надёжность обмена обеспечивается тем, что каждая посылка запроса и ответа передаётся и принимается трижды, после чего принятые пакеты информации побитно сравниваются (сравнение осуществляется программой микроконтроллера), и при полном совпадении хотя бы двух принятых пакетов принимается положительное решение о достоверности принятого пакета.

Обмен информацией между стационарным и мобильными сегментами системы ведётся посредством

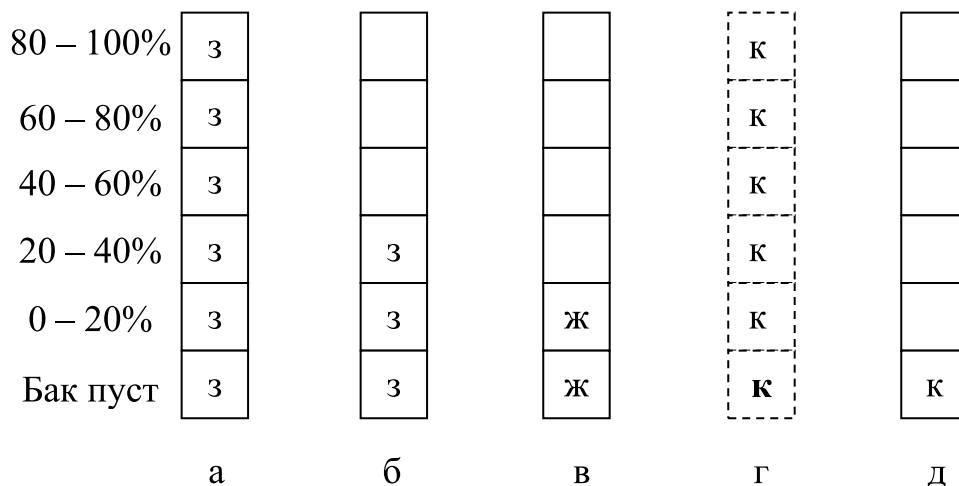


Рис. 1. Работа индикатора: а – бак полон; б – остаток от 20 до 40%; в – остаток от 0 до 20%; г – бак пуст, кнопка «сброс» не была нажата; д – бак пуст, индикация после нажатия кнопки «сброс». Обозначение цветов: «з» – зелёный, «ж» – жёлтый, «к» – красный

штатных средств связи, установленных на пожарных автомобилях и в пунктах связи пожарной части. Это позволяет удешевить систему в целом. При таком подходе к организации связи недопустимо вмешательство в конструкцию радиосвязного оборудования. Поэтому система подключается к радиостанциям стационарного и мобильного сегментов посредством переходного жгута через разъём для подключения гарнитуры к радиостанции. Работа радиостанции на передачу при нажатии оператором тангенты имеет более высокий приоритет, чем работа по команде от системы мониторинга.

В системе применяется частотная манипуляция, логический «0» передаётся в виде синусоидального сигнала с частотой в 1 кГц, а логическая «1» — с частотой в 2 кГц. Перед каждым информационным битом передаётся синхроимпульс с частотой 2 кГц. Этот синхроимпульс необходим для четкого разделения и синхронизации приёма битов. Частоты выбраны таким образом, чтобы обеспечить прохождение сигналов по звуковым трактам радиостанции (настроенным, как правило, на полосу от 0,3 до 3 кГц) и гарантированное разделение посылок частотозависимыми цепями.

Пример пакета показан на рис. 2.

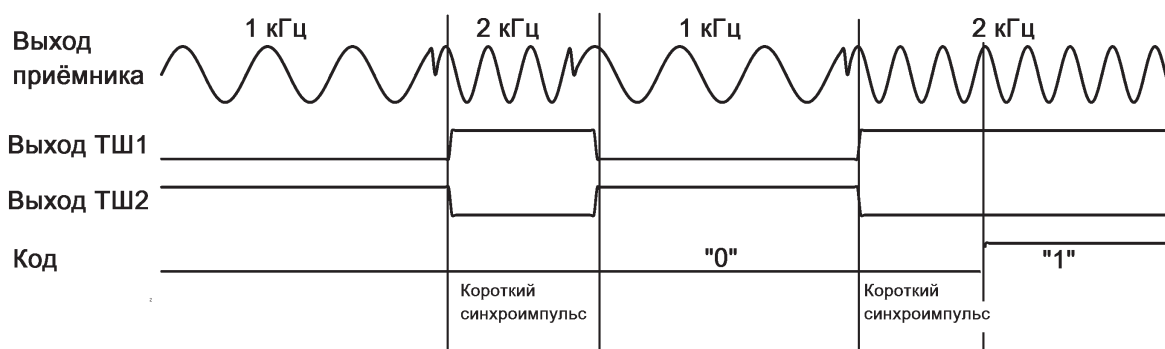


Рис. 2. Пакет битов

Для передачи информации о наличии воды микроконтроллер инициирует перевод радиостанции в режим «передача», а также отключает микрофон. Затем по командам микроконтроллера ключи генераторов КГ1 и КГ2 попеременно подключают к микрофонному входу радиостанции генераторы Г1 или Г2. Таким образом на микрофонном входе формируется частотно-манипулированный сигнал, который затем проходит по штатным цепям радиостанции и передаётся в эфир.

В стационарном сегменте, на пульте диспетчера устанавливаются двадцать светодиодных индикаторов, принцип действия которых аналогичен индикаторам в кабине автомобиля, а также имеются элементы системы отключаемой звуковой индикации, активирующейся при остатке воды в любой из контролируемых машин меньше 0,20%.

На переднюю панель диспетчерского пульта под каждым индикатором размещается кнопка экстренного адресного запроса. Отдельно размещены кнопки «циркулярный запрос» и «Сброс звуковой сигнализации».

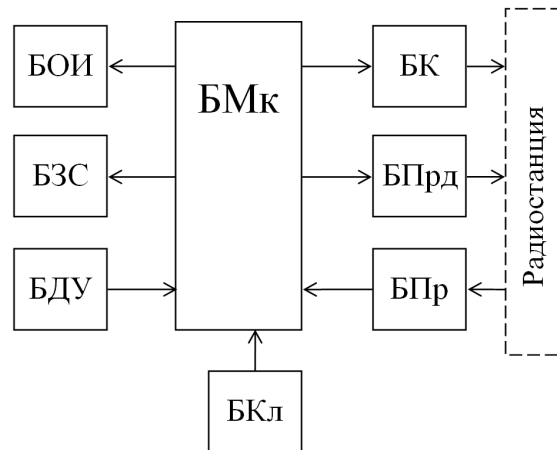


Рис. 3. Структурная схема подвижного сегмента системы

Структурная схема подвижной системы представлена на рис. 3.

Структура подвижного сегмента системы мониторинга включает в себя:

- БМк — Блок микроконтроллера. Ядро системы, служащее для анализа сигналов от датчиков уровня, для декодирования принятых адреса и команды запроса, для кодирования ответа и для управления остальными частями системы.

- БОИ — блок отображения информации. Служит для отображения информации на линейной светодиодной шкале.

- БЗС — блок звуковой сигнализации. Служит для генерации звукового сигнала при низком уровне воды в баке.

- БДУ — блок датчиков уровня. Служит для сообщения системе наличия воды в баке.

- БК — блок контактов. Осуществляет, по команде от БМк, переключение радиостанции с приема на передачу (эмулирует нажатие тангенты на гарнитуре радиостанции), при этом микрофон гарнитуры отключается от входа радиостанции.

- БПр — блок передачи. Формирует частотно-манипулированный сигнал для подачи на вход радиостанции.

- БПр — блок приема. Выполняет нормирование принятого частотно-манипулированного сигнала, разделение его, в зависимости от частоты, на каналы «0», «1», «Синхроимпульс» для передачи в БМк.

- КнС — Кнопка «Сброс звуковой сигнализации». Осуществляет отключение блока звуковой сигнализации в машине.

Структурная схема стационарного сегмента системы построена по такому же принципу. Основное отличие от подвижного сегмента заключается в том, что на стационарном сегменте отсутствует блок датчиков уровня БДУ. Для обеспечения минимальной стоимости системы целесообразно изготовление унифицированной платы подвижного и стационарного сегментов, с возможностью присоединения блоков через разъёмы на плате. Микроконтроллер, обнаружив подключенный блок датчиков

Для описания работы подвижного сегмента системы рассмотрим её функциональную схему, представленную на рис. 4.

На схеме обозначены:

- AVR — микроконтроллер. Осуществляет управление всей схемой;

- Г1, Г2 — генераторы синусоидальных колебаний частотой в 1 и 2 кГц, для использования в частотно-модулированном сигнале;

- КГ1, КГ2 — ключи генераторов Г1 и Г2. Подключают генераторы Г1 и Г2 к радиостанции для передачи кодового сигнала;

- ДС — драйвер светодиодов. Осуществляет управление светодиодной линейкой;

- СД — светодиоды. Осуществляют отображение информации;

- ПФ1, ПФ2 — полосовые фильтры в тракте приема частоты. Осуществляют выделение информационного сигнала и синхровставки;

- Д — детекторы. Осуществляют выделение информационного сигнала из частотно-манипулированного;

- ТШ — триггер Шмита. Осуществляет нормировку сигнала в цифровую форму;

- СП — супервизор питания. Осуществляет сброс микроконтроллера при включении питания или нажатия кнопки сброса;

- КП — контактор передачи. Осуществляет переключение с радиостанции в передающий режим;

- КОМ — контактор отключения микрофона. Осуществляет отключение микрофона в радиостанции при передаче кодового слова уровня воды;

- ДУ1 ... ДУ7 — датчики уровня воды. Служат для формирования сигнала эквивалентного уровню воды в баке;

- СС — схема сопряжения. Служит для изменения сигналов датчиков уровня в цифровую форму;

- ТКл — транзисторный ключ. Служит для подключения динамической головки к порту микроконтроллера;



— ДГ — динамическая головка. Служит для звуковой индикации малого количества воды;

— СС — клавиша «стоп-сигнал». Клавиша для отключения звуковой сигнализации.

Схема работает следующим образом. Центральным звеном является AVR-микроконтроллер, к которому подключены все устройства системы по радиальному принципу.

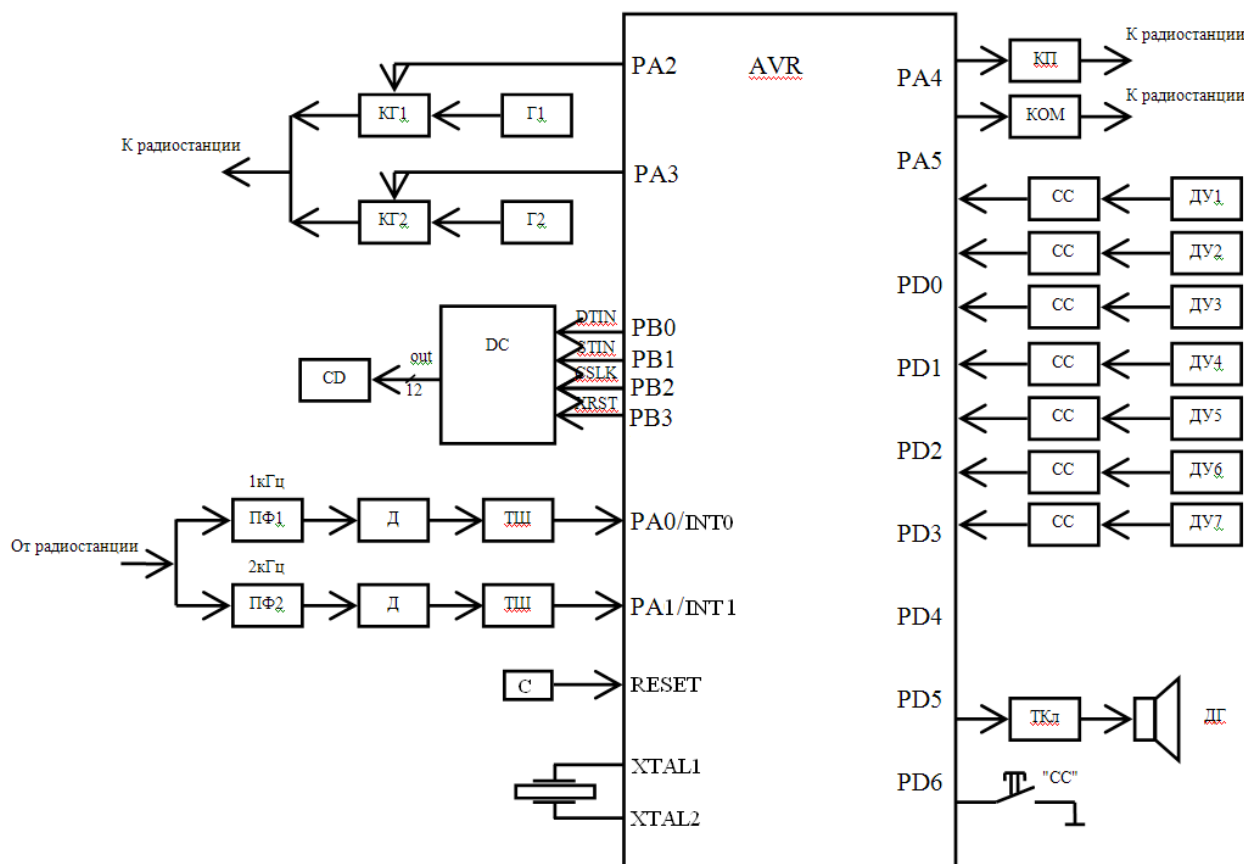


Рис. 4. Функциональная схема подвижной части системы

Опрос датчиков уровня происходит напрямую посредством портов микроконтроллера по логическому состоянию на входе порта (датчик уровня в современных пожарных автоцистернах является датчиком контактного типа).

Генерация сигнала звуковой сигнализации осуществляется микроконтроллером путем выдачи тактовой последовательности на соответствующий транзисторный ключ. Нажатие клавиши «стоп звук» обрабатывается микроконтроллером как прерывание.

Для отображения информации на шкальном индикаторе в устройстве применяется специальный драйвер, осуществляющий контроль над линейкой из 12 светодиодов (в машине имеется 6 светодиодных, двух световых индикаторов). Драйвер светодиода управляется соответствующими сигналами от микроконтроллера.

Прием кодового слова осуществляется при помощи полосовых фильтров, которые выделяют необходимую частоту. Выделенные частотные сигналы, пройдя через

детектор и триггер Шмита поступают на порты микроконтроллера, которые имеют дополнительную функцию — вход аппаратного прерывания. Таким образом, микроконтроллер обрабатывает эти сигналы в первую очередь. Для исключения ложных срабатываний микроконтроллер анализирует соответствие принятых сигналов протоколу передачи данных.

На рис. 5. показана функциональная схема стационарной системы. Схема построена приблизительно по такому же принципу, что и подвижная система с той лишь разницей, что драйверы светодиодов подключены каскадно (это необходимо, поскольку количество светодиодов равняется 240) и каждый драйвер рассчитан на обслуживание 24 светодиодов. Также в данной схеме применена матричная клавиатура, которая обслуживается соответствующим контроллером. Данный контроллер клавиатуры связан с центральным микроконтроллером по интерфейсу I<sup>2</sup>C.

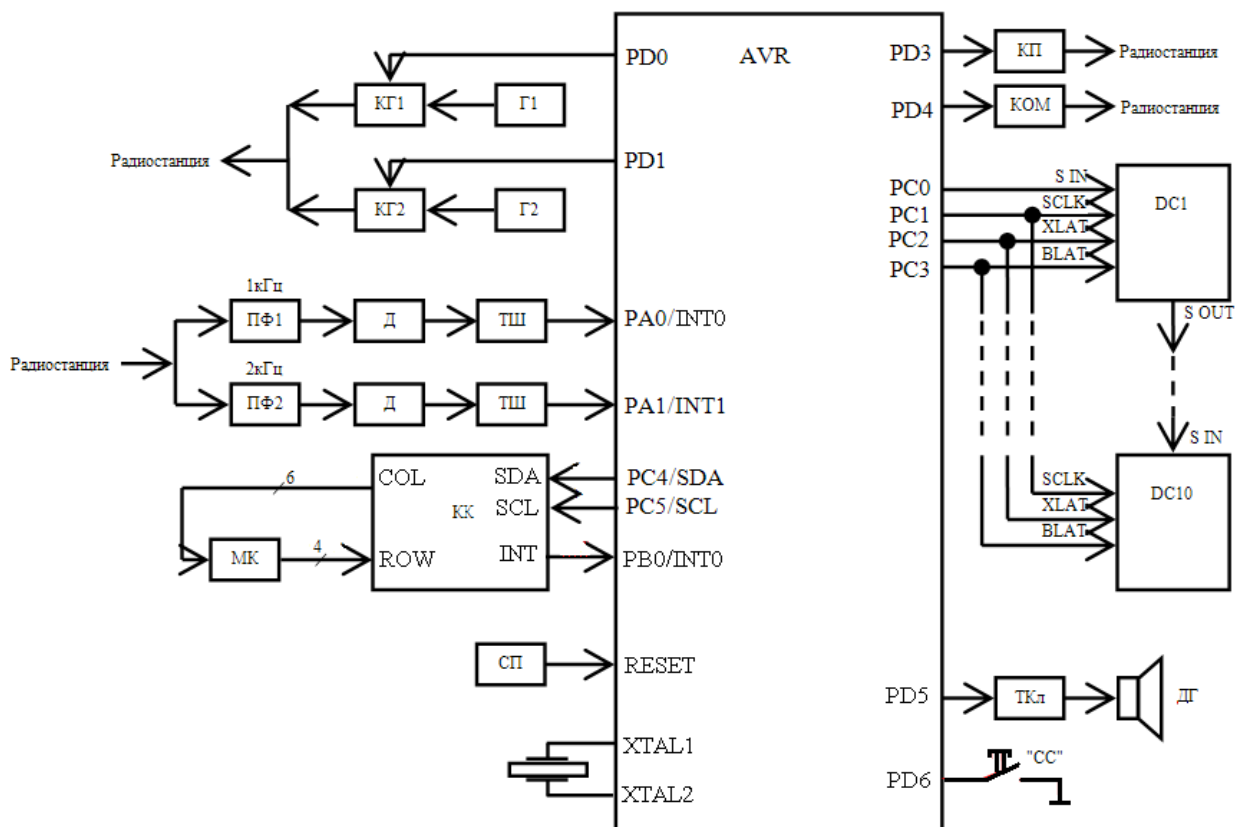


Рис. 5. Функциональная схема стационарной системы

#### Литература:

1. Безбородько, М.Д. Пожарная техника. / М.Д. Безбородько. — М.: Стройиздат, 1983. — 400 с.
2. Горячев, С.А. Основы пожарной безопасности. / С.А. Горячев — М.: ВИПТШ МВД СССР, 1990. — 242 с.
3. Шувалов, М.Г. Основы пожарного дела. / М.Г. Шувалов М.: Стройиздат, 1983. — 400 с.
4. Повзик, Я.С. Пожарная тактика. / Я.С. Повзик — М.: ЗАО «Спецтехника», 1999. — 414 с.

## Стенд для функциональных испытаний насоса

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель  
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

*Представлена электронная часть стенда для функциональных испытаний насосов.*

**Ключевые слова:** насос, стенд, датчик, давление, расход, температура, интерфейс, микроконтроллер.

Гидравлические системы находят огромное применение в механизмах и машинах, уровень развития отдельных агрегатов и систем в целом имеет большое значение. Например в авиации это системы топливоподдачи и автоматики двигателей, системы гидропривода органов управления самолётом в воздухе и на земле, системы кондиционирования воздуха в гермокабинах, противопожарные системы, управление вооружением, системы торможения.

Функциональные испытания насосов проводят в соответствии с ГОСТ 14658. Стандарт определяет правила

приемки при периодических и приемосдаточных испытаниях. Состав испытательного стенда показан на рис. 1.

Электронная часть стенда представлена на функциональной схеме, что изображена на рис. 2.

На схеме обозначено:

- Р — расходомер;
- ДД — датчик давления и пульсации давления;
- ДКМ — датчик крутящего момента и скорости вращения двигателя;
- ДТ — датчик температуры;
- ПИС — микроконтроллер;

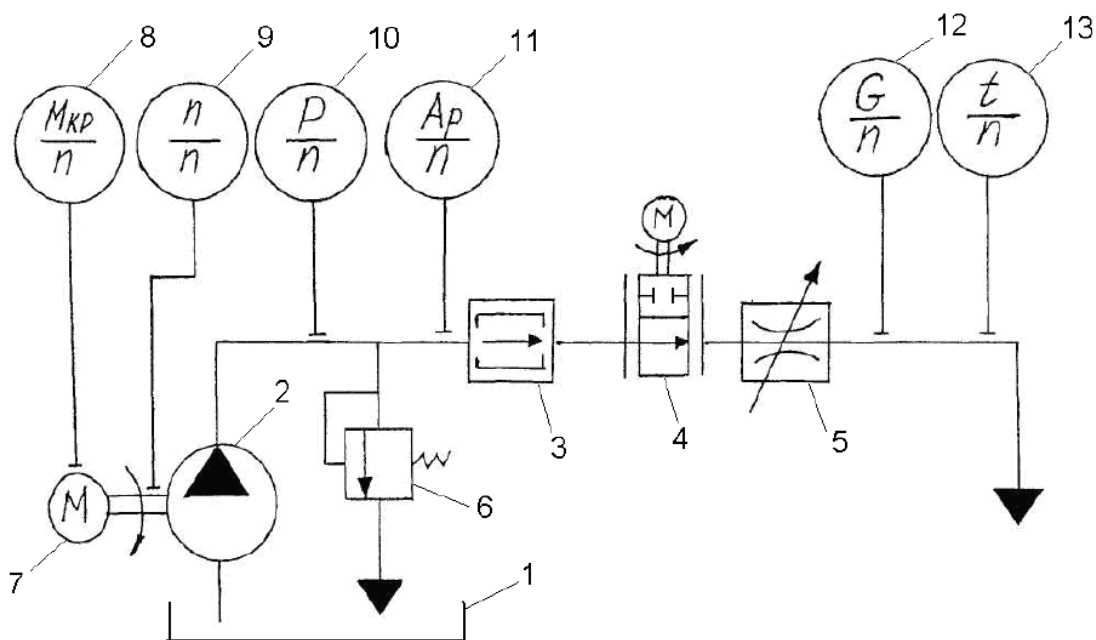


Рис. 1. Испытательный стенд: 1 – гидробак; 2 – испытываемый насос; 3 – гаситель пульсаций давления; 4 – нагрузочное устройство; 5 – гидродроссель; 6 – предохранительный гидроклапан; 7 – электрический мотор; 8 – измеритель крутящего момента; 9 – измеритель частоты вращения; 10 – измеритель давления; 11 – измеритель амплитуды пульсаций давления; 12 – измеритель расхода; 13 – термометр

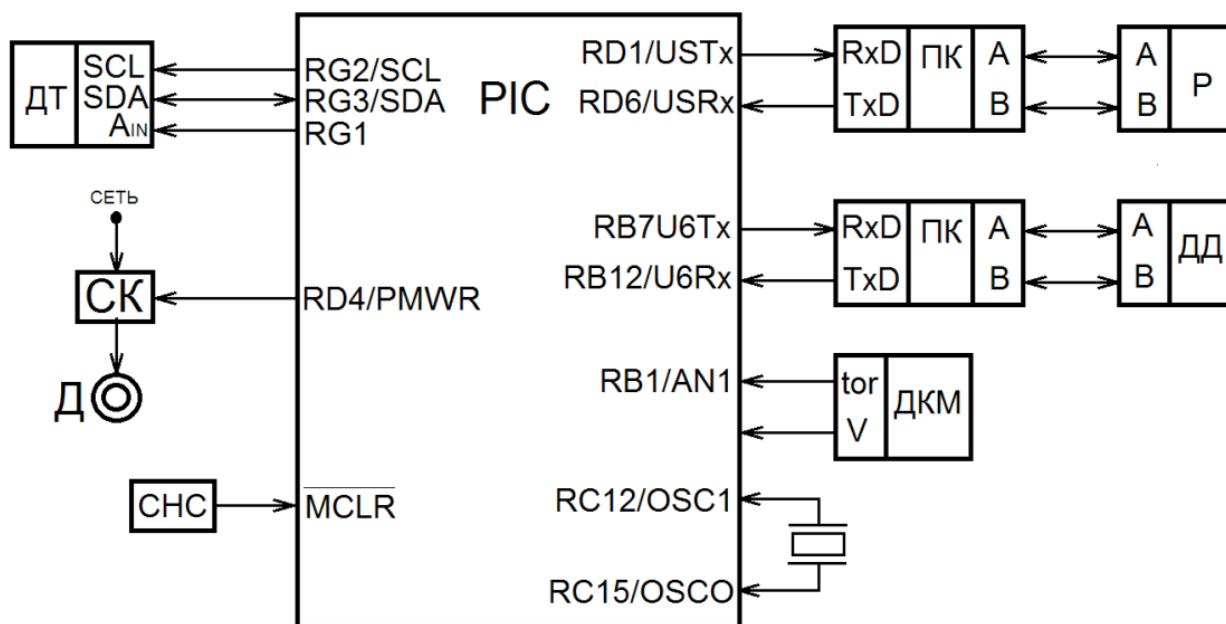


Рис. 2. Функциональная схема электронной части стенда

- СК — силовой ключ;
- Д — двигатель насоса;
- СНС — схема начального сброса;
- ПК — преобразователь интерфейсов.

Схема построена по радиальному принципу. Все датчики подключены в отдельном информационном канале. Используются внутренние интерфейсы микроконтроллера

UART, I<sup>2</sup>C. Расходомер и датчик давления выдают информацию по интерфейсу RS-485 и для совмещения с микроконтроллером применяется преобразователь интерфейсов. Управление скоростью вращения двигателя осуществляется посредством ШИМ через силовые ключи.

Схема ориентирована на использовании компонентов, представленных ниже.

**Микроконтроллер.** Микроконтроллеры PIC24F были разработаны как недорогое аппаратно-программное решение для перехода от 8-битных микроконтроллеров семейства PIC18 к 16-битной архитектуре, призванное обеспечить максимальную преемственность как уже разработанных приложений для PIC18, так и вновь создаваемых, более эффективных и недорогих 16-битных решений.

Выбор микроконтроллеров PIC24F оправдан в тех случаях, когда необходимо обеспечить среднюю производительность системы при относительно невысокой стоимости конечного продукта. Для приложений, требующих более высокой производительности (выше, чем 16 MIPS), можно использовать более дорогие микроконтроллеры семейства PIC24H.

Микроконтроллеры PIC24F обладают следующими характеристиками:

- высокая производительность (до 16 MIPS);

- векторная система прерываний с 16 уровнями приоритетов;

- наличие 16 рабочих регистров;
- возможность выполнения 16-битных математических операций;

- возможность выполнения операций умножения с разрядностью 17x17 бит за один машинный цикл;

- возможность выполнения сдвига на произвольное количество бит (до 16) за один машинный цикл;

- аппаратно-программная архитектура, оптимизированная для разработки программ на языке Си;

- мощная система команд, которая включает инструкцию повторения *repeat* для циклического выполнения команд, что особенно полезно при использовании команд пересылки данных.

В устройстве используется микроконтроллер PIC24FJ256GA412.

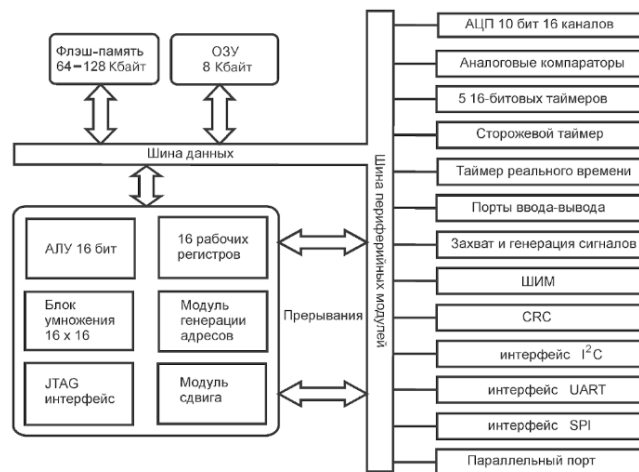


Рис. 3. Внутренняя структура микроконтроллера

**Датчик давления.** Предлагается использовать датчик давления KELLER 33 X. Высокоточный датчик давления серии 33 X / 35 X с цифровым выходом и высокой точностью. Принцип работы основан на стабильном плавающем пьезорезистивном преобразователе и встроенном микропроцессоре. Температурные зависимости и нелинейности датчика компенсируются математическими алгоритмами.



Рис. 4. Внешний вид датчика

**Измеритель температуры.** AD7418 является 10-битными одноканальными аналого-цифровыми преобразователями с внутренними температурными сенсорами работающие при напряжении питания от 2.7 В до 5.5В. АЦП содержат 15 микросекундные конвертеры последовательного преобразования, температурные сенсоры, тактовые генераторы, цепи выборки-хранения и внутренний источник опорного напряжения 2.5 В.

Отличительные особенности:

- 10-битные АЦП с временем преобразования 15 и 30 мксек.;

- Один простой аналоговый вход;

- Внутренний температурный сенсор: от -55°C до +125°C;

- Внутренняя цепь выборки — хранения;

- Внутренний индикатор превышения температуры;

- Автоматический режим выкл. по окончании преобразования;

- Широкий диапазон питающего напряжения от 2.7 В до 5.5 В;

- I²C совместимый последовательный интерфейс.

**Преобразователь** кодов. ADM2795E — изолированный интерфейс RS-485/RS-422 от AnalogDevicesInc. Микросхема ADM2795E способна выдерживать кратковременное повышение напряжения по гальванической

развязке до 5 кВ, имеет встроенную защиту от перенапряжения по уровню  $\pm 42$  В (со стороны шины) и защиту от неправильного включения (miswire).

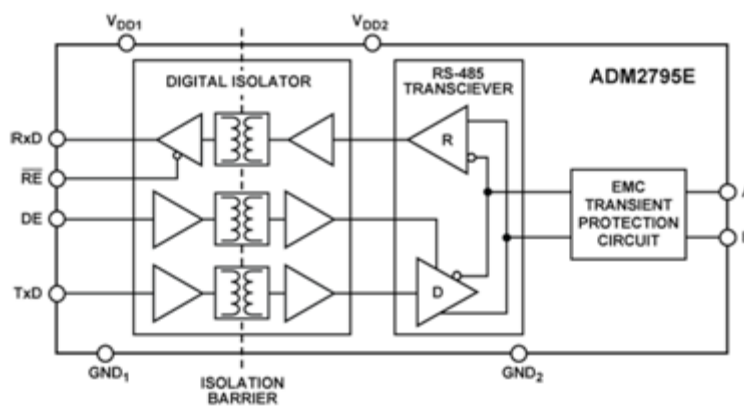


Рис. 5. Внутренняя структура микросхемы

Микросхема работает с напряжением питания от 1.7 до 5.5 В, что позволяет использовать ее с устройствами низковольтной логики, и полностью соответствует стандарту TIA/EIA RS-485/RS-422. При этом синфазное напряжение в сети RS-485 может быть до  $\pm 25$  В, что повышает устойчивость связи в зашумленных условиях и обеспечивает обмен данными в сети RS-485 со скоростью до 2.5 Mbps.

**Расходомер.** Вихревой расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200 предназначен для измерения объемного расхода жидкостей, газа и пара в широком диапазоне изменения расхода, давления и температуры измеряемой среды.

Вихревые расходомеры отличаются высокой надежностью и неприхотливостью, поэтому широко применяются для измерения расхода технологических газов и жидкостей,

Применение прибора обеспечивает повышение стабильности работы и процесса за счет:

- сохранения точности измерений при изменении параметров процесса;
- устойчивости сенсора к гидроударам;
- отсутствия движущихся частей;
- стабильной работе при высоких температурах;

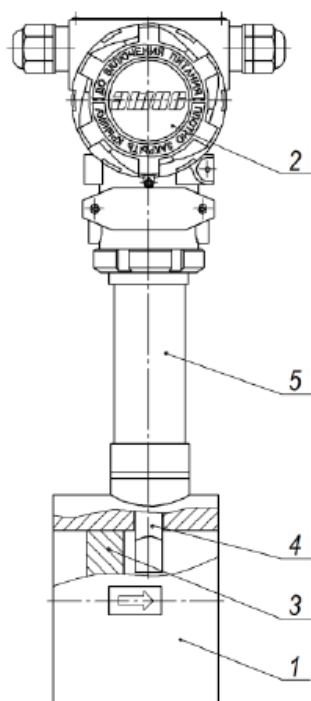


Рис. 5. Расходомер: 1 – проточной часть; 2 – электронный блок; 3 – тело обтекания; 4 – сенсор; 5 – стойка.

— обеспечения низких потерь давления по сравнению с сужающими устройствами;

— адаптивной настройки обработки сигнала на базе рядов Фурье, что снижает влияние вибрации на точность измерений;

— контроля достоверности метрологических характеристик.

Вихри попеременно возникают сначала с одной, а затем с другой стороны тела обтекания, установленного перпендикулярно оси потока. Эти вихри создают так называемую «вихревую дорожку Кармана», внутри которой возникают пульсации давления, которые воздействуют на пьезоэлемент сенсора.

#### *Литература:*

1. Гусев, В. П. Основы гидравлики. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 172 с.
2. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика. — М.: Лань, 2015. — 656 с.



# АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

## Разработка системы управления процессом дробления карбида кремния

Лисовцов Игорь Александрович, студент;

Медведева Людмила Ивановна, кандидат технических наук, доцент

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

*В статье рассмотрены технологические особенности процесса дробления карбида кремния и приведены варианты систем регулирования параметрами процесса.*

**Ключевые слова:** технологический процесс, карбид кремния, регулирование температуры.

Современный рынок технологий обеспечивает широкий выбор средств автоматизации. Благодаря достижениям науки и техники стало возможным решение ранее невыполнимых задач. Среди таких достижений сверхбыстрое увеличение вычислительных мощностей наряду с уменьшением габаритов вычислительных устройств. Операции, ранее выполняемые вручную требующие затрат сотен тысяч человеко-часов ныне можно заменить машинным трудом, а в опасных средах практически полностью исключить участие человека из технологического процесса.

Целью проекта является минимизация затрат человеческих ресурсов на производство, сокращение влияния человеческого фактора на технологический процесс до минимума, а также перейти от системы контроля и регулирования на систему полностью автоматизированного процесса на базе современных цифровых измерительных

устройств и микропроцессорной вычислительной техники. В результате применения современных технологий АСУ ТП к процессу дробления карбида кремния увеличилось качество регулирования, точность измерений, возросло общее быстродействие системы, открылись новые возможности благодаря современным средствам АСУ ТП реализуемые программами верхнего порядка, повысилось качество представления информации, её точность и актуальность. Структура системы управления стала более гибкой, что позволяет без труда использовать любые схемы автоматизации.

Процесс происходит в результате соударения двух струй, движущихся на встречу друг другу в помольной камере, и состоящих из носителя — дымовых газов, и исходного материала — карбида кремния (Рисунок 1). После измельчения взвешенный в дымовых газах абразив под-

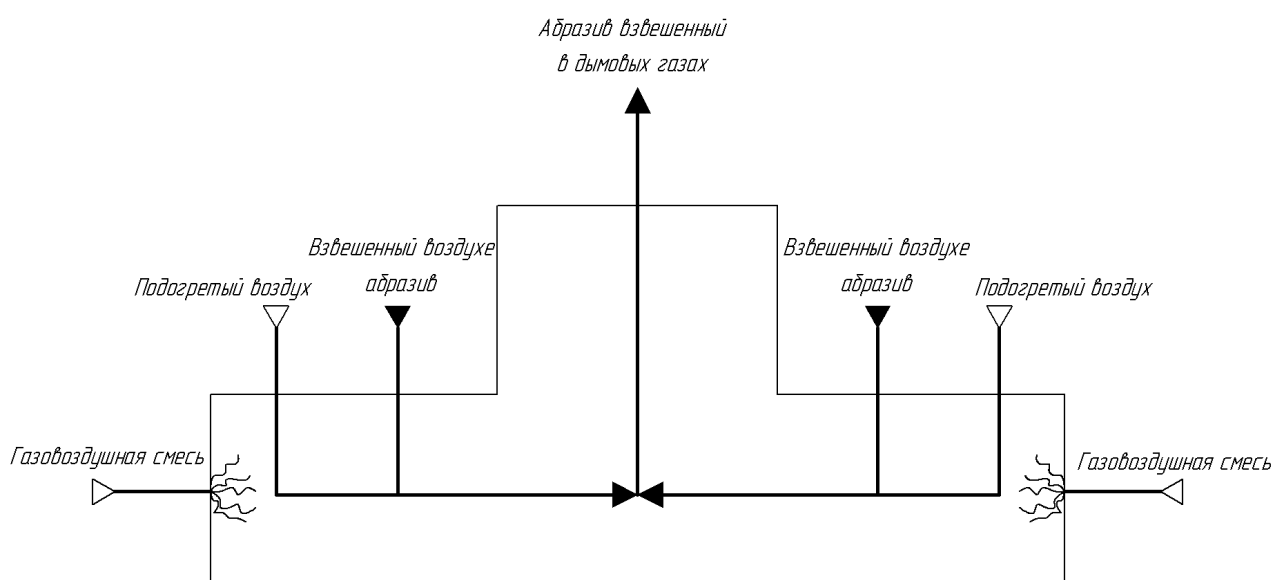


Рис. 1. Упрощённая технологическая схема процесса дробления карбида кремния

нимается в разделительный бункер, где разделяется на две фракции, и либо возвращается на доизмельчение, либо проходит на следующий этап процесса сепарации [1].

Рассматриваемая система, в общем, является системой прямого действия, и все выходные регулируемые величины других участков являются также входными одновременно входными для других. Например, расход природного газа по отношению к расходу воздуха, служит входным воздействием по отношению к давлению и температуре дымовых газов в разгонных трубках газоструйной мельницы, а давление взвешенного в дымовых газах абразива бункере служит также входным сигналом, влияющим на режим работы дутьевого вентилятора.

В рассматриваемом процессе дробления карбида кремния в газоструйной мельнице основными рабочими продуктами являются: природный газ и атмосферный воздух, отходами горения которых являются дымовые газы. Однако в данном процессе дымовые газы являются основным рабочим продуктом.

Система автоматизации процесса дробления карбида кремния строится вокруг основных показателей эффективности:

- энергетические затраты на процесс дробления;
- производительность газоструйной мельницы;
- дисперсность продукта по окончании технологического процесса [2].

Целью управления процессом является поддержание технологических параметров на необходимом уровне, а именно температура среды в разгонных трубках, при оптимальной производительности газоструйной мельницы; обеспечить минимальные энергетические затраты для поддержания показателей на необходимом уровне, при условии, что процесс будет безаварийным, безопасным и непрерывным.

Выбирается одноконтурная замкнутая система автоматического регулирования (САР) температуры в разгонных трубках путём регулирования расхода газа.

Выбор канала внесения регулирующего воздействия сделан из следующих соображений:

- при установке регулирующего клапана на линии начального продукта производительность мельницы не будет величиной постоянной, что приводит к нарушению второго показателя эффективности;
- изменение расхода начального продукта недопустимо, если начальный продукт поступает в следующий процесс на переработку, так как изменение расхода начального продукта будет вызывать изменение нагрузки следующего аппарата.

Выбранная САР температуры разгонных трубок может не обеспечить требуемое качество регулирования, т. к. данная система не предусматривает наличия автоматического регулирования содержанием в газовой смеси воздуха, а также наличия возмущающих воздействий при регулировании температуры.

Для повышения качества регулирования температуры среды в разгонных трубках мельницы необходимо про-

вести анализ возмущающих воздействий и по возможности, устранить их до объекта.

При изменении расхода газа и его калорийности в мельницу поступают возмущения. Одно из этих возмущений, в частности, изменение расхода газа, можно устранить до объекта, используя одноконтурную разомкнутую САР расхода газа.

Эта система сделает расход газа устойчивым, но на все остальные возмущения реагировать не будет. Поэтому выбирается двухконтурная САР расхода газа с коррекцией данных по температуры от пирометра на запальном устройстве. Регулятор температуры будет реагировать на все остальные возмущения как внутренние, так и внешние, в том числе и на изменение калорийности газа и корректировать задание регулятору расход газа.

Если при изменении калорийности газа в мельницу будут поступать большие возмущения, то выбранная двухконтурная САР может не обеспечить качество регулирования. Необходимо выбрать такую систему, которая бы на изменение калорийности реагировала с минимальным запаздыванием.

Такой системой является САР температуры среды в размоленной камере формированием качественной газовой смеси путём одновременного регулирования подачи воздуха и газа для поддержания необходимой калорийности горения.

Итак, выбирается САР температуры среды в размоленной камере. Путём изменения притока газа с коррекцией по температуре горения газа в разгонных трубках, а также коррекцией подачи подогретого воздуха тем самым изменяя условия образования газовой смеси, задавая необходимые параметры горения.

Вторым требованием к процессу является обеспечение оптимальной производительности мельницы. С этой целью необходимо сделать постоянным расход сырья. Это делается при помощи одноконтурной разомкнутой САР расхода сыпучих веществ, но не всегда такое возможно.

Если крупка поступает из предыдущего процесса, то производительность мельницы определяется производительностью предыдущих аппаратов и кроме того в последующий процесс будут вноситься возмущения, что также нежелательно.

Если с изменением расхода абразивной крупки возмущения не велики, то выбранная двухконтурная САР температуры горения газовой смеси обеспечит требуемое качество. Если же изменение расхода сырья носит частый и резкий характер, то для повышения качества регулирования можно выбрать следующие САР с наименьшим запаздыванием, реагирующие на эти возмущения:

1 вариант: САР соотношения расходов абразивной крупки и газа путём изменения расхода газа с коррекцией по температуре в разгонных трубках газоструйной мельницы.

2 вариант: САР температуры горения газовой смеси путём одновременного изменения расхода газа и

подогретого воздуха с коррекцией по давлению дымовых газов в бункере сепаратора.

Первый вариант можно считать оптимальным в том случае, когда основные возмущения поступают при изменении расходов газа и абразивной крупки.

Работать такая система будет следующим образом: предположим, увеличивается расход газа, срабатывает регулятор соотношения и снижается приток газа до тех пор, пока не будет восстановлено заданное соотношение расходов.

Если возрастает приток сырьевого продукта, то срабатывает регулятор соотношения и возрастает приток газа до восстановления заданного соотношения расходов.

Если возрастает начальная температура в разгонных трубках, то это приведёт к возможности возникновения аварийной ситуации, сокращению срока службы оборудования и преждевременного его выхода из строя. В этом случае также сработает регулятор температуры и уменьшит задание регулятору соотношения расходов газа и подогретого воздуха, а тот в свою очередь уменьшит приток газа и воздуха до тех пор, пока соотношение расходов не станет равно заданному.

Такая система будет работать следующим образом: регулятор температуры в размоленной камере с минимальным запаздыванием будет реагировать на возмущения, поступающие в разгонные трубки при изменении расхода газа.

#### Литература:

1. Технологический регламент процесса дробления карбида кремния
2. Акунов, В. И. Струйные мельницы. Элементы теории и расчета. Издание
3. 2-е переработанное. / В. И. Акунов. — М.: Машиностроение, 1967. — 265 с.
4. Харченко, В. Ю. Теория автоматического управления / В. Ю. Харченко, Ю. Ф. Мартемьянов. — Тамбов: изд-во ТГТУ, 2009, — 64 с.
5. Кон, Л. И. Методические указания и таблицы для выбора настроек ПИ- и П- регуляторов в системах регулирования тепловых объектов с запаздыванием / Л. И. Кон. — Одесса: ОПИ, 2005 г.

## Автоматизация управления на производстве

Мясоедов Алексей Иванович, студент

Московский государственный психолого-педагогический университет

Сложна и многообразна интеллектуальная деятельность человека, управляющего производственными процессами. В определенный момент темпы технического прогресса достигли такого уровня, что уже не стоял вопрос об автоматизации этой деятельности, о передаче функций человека — диспетчера, оператора машине. Определим условия при которых стала возможна автоматизация [1].

Возьмем конкретный пример — работу дежурного на крупной узловой железнодорожной станции.

Ситуация на такой станции меняется каждый день, и дежурному приходится учитывать большое количество раз-

Для обеспечения третьего показателя эффективности процесса, с целью уменьшения энергетических затрат на процесс разгона измельчаемого продукта, необходимо регулировать соотношение расходов газа и воздуха путём непосредственного изменения притока воздуха в разгонную трубку. При этом уменьшение притока воздуха будет приводить к неполноте сгорания топлива, а увеличение притока воздуха — к увеличению потери тепла с дымовыми газами [3].

Для обеспечения эффективной и безопасной работы мельницы необходимо регулировать разрежение в разгонных трубках путём изменения расхода дымовых газов. Если снижается разрежение, ухудшается вытяжка, и часть дымовых газов проникает в производственное помещение. Это, помимо того, что ухудшает процесс горения, увеличивает содержание не сгоревшего топлива в дымовых газах. Возникает ситуация отравления обслуживающего персонала угарным газом [4].

Вывод: на основании проведённого анализа регулируемых параметров и каналов внесения регулирующих воздействий, был разработан типовой вариант системы автоматического управления процессом дробления карбида кремния в газоструйной мельнице. Это позволяет обеспечить высокую производительность установки, устойчивость системы автоматизированного управления, эффективность, а также качество выпускаемой продукции.

личных условий. Поэтому нельзя полностью описать его деятельность с помощью логических схем (алгоритмов).

Для того чтобы машины могли работать в таких условиях, необходимо использовать принципы и методы эвристики. Эвристическая программа должна приспосабливаться к постоянно меняющимся условиям, вырабатывать новую стратегию управления относительно ситуаций, не встречающихся ранее [2]. И главное, что необходимо сообщить машине, которая должна работать за дежурного по станции, — это способность человека моделировать, воссоздавать динамику управляемого объекта. Именно наличие динамической модели станционной работы, как

это было установлено в ходе психологического исследования, сделало возможным создание новых планов действия, новых стратегий. Если можно было бы ввести в машину блок моделирования станционной динамики, то она смогла бы вырабатывать различные эвристические приемы и способы управления.

Необходимо понимать какой именно принцип эвристики, т. е. какое представление о процессе решения задач человеком, должен быть заложен в такую машину.

Как показали исследования, здесь нельзя считать адекватным лабиринтный принцип решения задач. Ведь на станции происходит одновременное перемещение нескольких динамических элементов (локомотивов, поездов, групп вагонов и т. д.). Постоянно меняются их признаки (стоящая перед ними цель и их требования к станции). Здесь трудно установить четко определенную единую цель для всех элементов. Поэтому и нельзя оперировать такими понятиями, как начальная и конечная площадки, расстояние между площадками, что характерно для лабиринтного принципа решения задач [3].

Более эффективным здесь был бы другой принцип, а именно построение оперативных информационных систем из дискретной совокупности элементов. Это значит, что от каждого динамического элемента — локомотива, поезда и т. д. — в машину должна поступать информация об основных характеристиках данного элемента и его требованиях к станции. Например, «грузовой поезд, 50 вагонов, иду на проход» или «грузовой поезд, 70 вагонов, расформирование».

На основе поступивших сигналов машина моделирует динамические единицы, с которыми необходимо осуществлять оперативную работу, реализует их признаки и свойства, устанавливает взаимосвязь и взаимозависимость между ними в условиях данных станционных путей и других возможностей станции. В результате формируется план станционной динамики, в котором устанавливается определенная последовательность выполнения необходимых станционных операций. Моделирование станционной динамики на каждый данный момент, позволит планировать работу станции на необходимое, наперед не заданное количество ходов (перемещений элементов).

Разумеется, здесь не может ставиться задача разработки конкретной схемы указанного устройства, его машинного воплощения. Это задача сугубо техническая. Здесь речь идет лишь о некоторых принципах построения эвристических программ для управления теми видами больших систем, в основе которых лежит взаимодействие дискретных динамических элементов. Необходимо, конечно, иметь в виду, что техническое воплощение этих эвристических принципов, основанных на изучении реальной мыслительной деятельности человека, требует решения целого ряда сложных технических проблем (например, разработки способа подачи информации о характеристиках динамических элементов) [4].

Автоматизация управления системами сначала проводилась с учетом имеющихся электронно-вычислительных

машин. Как известно, машины эти могли работать по четким схемам (алгоритмам) или методом перебора вариантов, с учетом вероятностных характеристик возможных ситуаций. Имея в виду эти принципы работы машин, проблеме автоматизации управления большими системами можно сформулировать следующим образом: какие компоненты умственной деятельности управляющего человеком могут быть переданы машинам и какие компоненты этой деятельности должны быть оставлены за человеком? Иначе говоря, прежде чем приступить к собственно техническому решению вопроса о путях автоматизации, необходимо было установить, что целесообразно автоматизировать в данном виде трудовой интеллектуальной деятельности [5].

В связи с этим встает другой вопрос — об оптимальном распределении функций между машиной и человеком в ходе управления. От решения этого вопроса во многом зависит надежность работы всей системы в целом.

Иногда можно услышать мнение о том, что та или иная система будет работать тем лучше, тем надежнее, чем выше уровень ее автоматизации. Эта точка зрения не может быть, однако, признана абсолютно верной. В ходе автоматизации могут быть затрачены большие средства на передачу машине тех управляющих процессов, с которыми машина справляется не лучшим образом и которые легко и надежно осуществляет человек.

Естественно, что в таком случае целесообразно эти функции оставить за человеком, даже если для надежности управления человека придется определенное время обучать.

Известно, что В. Келер в ходе своих исследований констатировал такой факт. При собственно интеллектуальной деятельности последовательность действий, решающих задачу, запоминается после первого же ее решения [6]. Впоследствии субъекту не нужно решать задачу повторно, чтобы вспомнить найденный прием. Деятельность в условиях необходимости перебора вариантов не может рассматриваться как специфически интеллектуальная (человеческая) деятельность по своей структуре и содержанию.

Необходимо четко разграничить задачи, требующие построения систем из совокупности элементов, и задачи, относительно которых хорошо работает лабиринтный принцип, перебор вариантов. Естественно, что первые задачи необходимо предоставить решать человеку, а вторые — машине. Таким образом, распределению функций между человеком и машиной должен предшествовать тщательный психологический анализ структуры задач, которые могут возникнуть в ходе управления большой системой [7].

Правда, может оказаться, что ряд задач, которые экономно и просто решаются на основе построения систем из дискретной совокупности элементов, могут быть надежно, без большого ущерба для процесса управления решены с помощью существующих методов перебора вариантов. В этом случае, естественно, нет необходимости в использовании человека.

Проблема целесообразной автоматизации тех или иных интеллектуальных функций человека, управляющего большой системой, связана с другой, более широкой проблемой кибернетики — с проблемой границ автоматизации человеческого интеллекта.

Начнем с тех выводов, которые сделал М. Таубе в своей книге «Вычислительные машины и здравый смысл». В течение ряда лет автор занимался проектированием вычислительного центра. По мере того как он и его коллеги пытались решать проблемы, связанные с преобразованием исходной информации в такую форму, которая удобна для обработки на машине, они все время упирались в пределы возможностей машины, в трудности формализации таких продуктов человеческого разума, как понятие, идея, смысл. Эти неудачи и трудности заставили Таубе провести серьезный анализ проблемы автоматизации интеллекта на примере машинного перевода. Анализ этот привел его к отрицанию тех возможностей, которые приписываются кибернетическим машинам, и к пессимизму относительно автоматизации человеческого интеллекта в будущем [2].

Все это приводит Таубе к выводу, что изыскания в области машинного перевода носят характер не истинно научных исследований, а романтического поиска Грааля.

Такой пессимистический вывод едва ли можно считать окончательно доказанным. Существующие машины действительно бессильны перед решением многих задач, успешно решаемых человеком. Но ведь могут быть созданы другие машины, которые будут работать по другим принципам, а не по принципу, например, перебора вариантов и которые смогут решать более широкий класс задач. Анализ психологических особенностей процесса решения человеком оперативных задач в ходе управления большими системами позволяет сформулировать неко-

торые соображения относительно границ принципиально возможной автоматизации человеческого интеллекта [8].

Прежде всего, проблема эта не должна уже формулироваться в том общем плане, в котором она обычно ставилась до недавнего времени: может или не может кибернетическая машина воссоздать творческие компоненты человеческого мышления. В настоящее время при постановке этой проблемы необходимо указывать, какая именно машинная программа (или группа программ) соответствует или не соответствует той или иной форме протекания мыслительных процессов.

Процесс решения задач человеком представляет собой сложную, состоящую из большого числа компонентов деятельность. Некоторые компоненты этой деятельности могут быть в какой-то мере описаны с помощью лабиринтной схемы, другие же не могут быть охарактеризованы с помощью существующих в кибернетике схем и приемов формализации [9]. Но из этого, однако, не следует, что и они не будут в конце концов формализованы, если разработать новые способы формального описания интеллектуальных процессов. В этой связи весьма трудно наметить точные границы формализации мышления. Можно лишь предположить, что главные трудности формализации возникнут при попытке описать компоненты процесса решения задач человеком, связанные со способностью мозга отражать вещи и явления мира, в котором живет и действует человек. Именно эта способность, сложившаяся в ходе общественно-исторической эволюции человека, обеспечивает ему возможность создавать различные системы из совокупности разрозненных элементов и решать на этой основе различные задачи. Как наука преодолевает огромные сложности, связанные с воссозданием особых отражательных свойств нервных элементов, — покажет будущее.

#### Литература:

1. Crabtree, M. A. Industrial flow measurement: M. Sc. thesis [Text] / M. A. Crabtree. — University of Huddersfield, 2009. — 244 p.
2. Таубе М Вычислительные машины и здравый смысл: Миф о думающих машинах: Пер. с англ / МТаубе. — М.: Прогресс, 1964.
3. Джонсон, Д. Современная логистика. 8-е изд. / Д. Джонсон, Д. Вуд, Д. Вордлоу, П. Мэрфи-мл. — М.: Издательский дом Вильямс, 2009. — 523 с.
4. Дорри, М. Х., Рошин А. А. Расчет динамических систем (РДС): Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2004611323 РФ; Зарег. 28.05.2004.
5. Дорри, М. Х., Рошин А. А. Инструментальная программно-алгоритмическая система для разработки исследовательских комплексов // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2008. — № 12. — с. 12–17.
6. Wolfgang Kohler: 1887–1967. American Journal of Psychology, 81, 110–119.
7. Радостева, М. В. Производительность труда как фактор экономического роста // Исследование отношений, механизмов и институтов рынка: вопросы экономики и управления: сб. научных трудов. Вып. 5 — М.: Изд-во Московского гуманитарного университета, 2003
8. Galloway, B. Introduction to Industrial Control Networks [Text] / B. Galloway, G. P. Hancke // IEEE Communications Surveys and Tutorials. — 2012. — Vol. PP. — Issue 99. — P. 1–21.
9. Stouffer, K. Guide to industrial control systems security [Text] / K. Stouffer, J. Falco, K. Scarfone. — NIST special publication 800–82. — 2011. — 155 p.



## Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом производства уплотнителей дверей

Паратунов Александр Николаевич, студент;

Трушников Максим Алексеевич, старший преподаватель

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

Основная сфера использования неформовой резинотехники — автомобильная отрасль, также широко эти изделия применяются в самолетостроении.

К неформовому классу резинотехнических изделий относится небольшое количество наименований резинотехники. В основном это резиновые профили разного сечения и длины. Производство неформовых изделий осуществляется в два этапа. На первом этапе производится экструзия смеси из специальных червячных машин — экструдеров.

В процессе второго этапа полученная заготовка помещается в специальные емкости для того, чтобы изделие прошло процесс вулканизации.

В промышленности распространена так называемая горячая вулканизация. Она достигается нагреванием вулканизуемого изделия или в металлической форме, или в автоклаве в паровой, воздушной либо паровоздушной среде при температуре порядка 140–170 градусов Цельсия. Для непрерывных линий экструзии резиновых изделий в последнее время широко используют вулканизацию токами высокой частоты.

При экструзировании головки из резиновой смеси должны иметь строго определенный профиль, однако в профилирующих отверстиях головки развиваются высокие скорости и напряжения сдвига. Поэтому выходящая из профилирующего отверстия заготовка изменяет свою форму: увеличивается в сечении и сокращается в длину, т. е. дает усадку по длине. Для уменьшения усадки профилируемой заготовки необходимо повышать температуру резиновой смеси, увеличить длину профилирующего отверстия и снижать скорость экструзии.

Изменяя эти параметры, можно регулировать усадку заготовок.

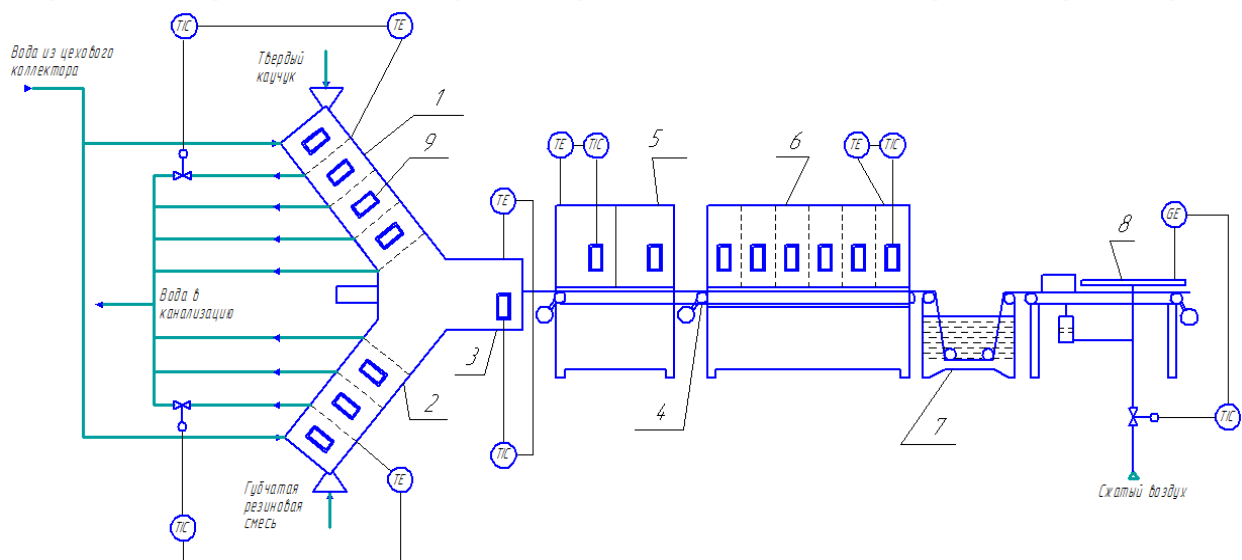
Для получения экструзируемых изделий с гладкой поверхностью необходимо поддержать определенную температуру в зонах экструдера. Получение заготовок с шероховатой поверхностью может быть вызвано пониженной температурой и слишком высокой температурой.

Наиболее важными параметрами процесса экструзии являются давление и температура. Они наиболее точно показывают, насколько правильно функционирует экструдер. Именно датчики давления и температуры первыми откликаются на изменения в ходе процесса.

Контроль давления расплава важен по двум основным причинам: контроль и наблюдение за технологическим процессом, а также с точки зрения техники безопасности. Давление в экструзионной головке определяет характеристики экструдера. Именно это давление необходимо для преодоления сопротивления, создаваемого потоку фильерой. Если входное давление непостоянно во времени, то также непостоянными окажутся геометрические размеры экструдера. Таким образом, следя за изменением давления, мы можем точно установить, является ли экструзионный процесс стабильным или нет.

Поддержание заданной технологическими нормами температуры очень важно и при вулканизации.

Процесс вулканизации заключается в том, что при заданной температуре под воздействием серы происходит пространственное соединение макромолекул каучука между собой в единую сетку с поперечными связями. В результате чего резина теряет свои пластичные свойства и становится эластичной, прочной, твердой и упругой.





Регулированию подлежат:

Температура в 4-х зонах экструдера твердого каучука — регулирующие воздействие вносятся за счет включения ТЭНа и изменения расхода воды.

Температура в 3-х зонах экструдера губчатой резины — регулирующие воздействие вносятся за счет включения ТЭНа и изменения расхода воды.

Температура в экструзионной головке — регулирующие воздействие вносятся за счет включения ТЭНа.

Давление в экструзионной головке — регулирующее воздействие вносятся за счет изменения скорости вращения двигателей экструдеров.

Температура в 2-х зонах микроволнового вулканизатора — регулирующие воздействие вносятся за счет включения ТЭНов.

Температура в 6-и зонах туннельного вулканизатора — регулирующие воздействие вносятся за счет включения ТЭНов.

Нарезка уплотнителя осуществляется за счет отрезки заданной длины уплотнителя резательным ножом.

Существенным недостатком существующей системы является то, что система практически не автоматизирована, так как часть процессов управляется локальными регуляторами, часть дистанционно оператором, а часть процесса управляется в ручную, что естественно отражается на качестве и эффективности управления процессом.

Произведен анализ современного оборудования области автоматизации, патентов и существующих систем управления.

При проектировании использовались современные микропроцессорные средства автоматизации, современные датчики и исполнительные механизмы. Были выбраны частотные преобразователи для всех электродвигателей, что позволит снизить потребление электроэнергии.

#### *Литература:*

1. Автоматические регуляторы в системах управления и их настройка. Часть 3 Цифровые регуляторы и их настройка [Электронный ресурс]// Компоненты и технологии. URL: [http://www.kit-e.ru/articles/elcomp/2003\\_6\\_146.php](http://www.kit-e.ru/articles/elcomp/2003_6_146.php) (дата обращения 04.12.2017)
2. Коновалов, В.И. Идентификация и диагностика: учебное пособие/ В.И. Коновалов. — Томск: Изд — во Томского политехнического университета, 2010. — 156 с.
3. Моногаров, С.И. Автоматизированное управление экструзионной установкой [Электронный ресурс]// Международный научно-исследовательский журнал <http://research-journal.org/technical/avtomatizirovannoe-uvpravlennie-ekstr/> (дата обращения 04.12.2017)

## ЭНЕРГЕТИКА

### К вопросу определения давления однофазного состояния пластовых флюидов по данным промысловых замеров

Гасанов Ильяс Раван оглы, старший инженер

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

*В статье предложен способ определения давления однофазного состояния пластовых флюидов при установившихся режимах фильтрации, правильное определение которого приводит к предотвращению потерь жидкости в пласте и в призабойной зоне скважины и, тем самым, обеспечивает высокие коэффициенты извлечения промышленных запасов нефти, газа и конденсата.*

**Ключевые слова:** давления, однофазное состояние, призабойная зона, скважина.

*The article proposes a method for determining the pressure of a single-phase state of reservoir fluids under steady-state filtration regimes. The correct definition leads to the prevention of fluid loss in the formation and in the bottom hole zone of the well and, thereby, provides high recovery rates for industrial oil, gas and condensate reserves.*

**Keywords:** pressure, single-phase state, bottom hole zone, well.

Давление однофазного состояния пластовых флюидов  $P_{oc}$  является одним из основных широко используемых параметров в теории и практике разработки месторождений. Определение величины этого параметра и установление закономерностей его изменения по площади залежей (а в массивных — и по толщине) необходимы при проектировании, осуществлении и регулировании процесса разработки залежей. Обусловлено это тем, что оно позволяет правильно установить предел снижения забойных давлений в скважинах и, следовательно, рационально использовать природную энергию пласта, обосновать целесообразность и начало осуществления сайклинг-процесса, повысить эффективность различных мероприятий, направленных на интенсификацию добычи, предотвращение потерь жидкости в пласте и в призабойной зоне скважины и, тем самым, обеспечить, возможно, высокие коэффициенты извлечения промышленных запасов нефти, газа и конденсата.

В настоящее время в литературе существуют многочисленные лабораторные [1–3 и др.] и промысловые способы [4–8 и др.] определения указанного параметра. Лабораторные способы основаны на нахождении начала выделения газа (или выпадения конденсата) на пробы пластового флюида. Точность определения давления однофазного состояния при этом зависит от качества и количества проб, отобранных из фильтровой части скважин или рекомбинированных в лаборатории. Отбор проб из забоя скважин по различным техническим и технологическим причинам часто не представляется возможным, а рекомбинированные пробы обычно приводят к значительным погрешностям.

Часть промысловых способов определения  $P_{oc}$  основана на использовании глубинного прибора, имеющего по различным причинам ограниченное применение на промыслах. Что касается других промысловых способов, предусматривающих неоднократные замеры забойных давлений в скважинах, то следует отметить, что с увеличением глубины залегания продуктивных пластов и в условиях больших устьевых и забойных давлений и встречных потоков, спуск глубинных приборов затрудняется и часто становится невозможным. Кроме того, для определения  $P_{oc}$  требуется также закрытие скважины для замера пластового давления.

Исходя из вышеизложенного, здесь предлагается более простой по своему исполнению способ определения давления однофазного состояния пластовых флюидов по промысловым данным, исключающий остановки скважин для замеров пластового давления и сокращающий замеры забойного давления до минимума.

Сущность предлагаемого способа заключается в следующем. При притоке однофазной нефти к забою скважин в условиях  $P_c > P_{oc}$  газовый фактор не меняется, а в газоконденсатных скважинах содержание конденсата в добываемой продукции остается постоянным. В условиях же, когда  $P_c < P_{oc}$ , вследствие выпадения конденсата в пласте, содержание его в добываемом газе уменьшается. А при фильтрации газированной нефти, выделившийся газ в первое время, заполняя поры пласта, остается неподвижным. С этого момента значение газового фактора вначале несколько уменьшается, и только затем начинает расти.

Это явление и заложено в основу предлагаемого способа. Он реализуется следующим образом. Осуществляется эксплуатация скважин при различных установившихся режимах путем установления на устье скважин штуцеров различных диаметров. На каждом установившемся режиме замеряются дебиты скважин. Причем первый замер проводят при минимальном диаметре штуцера ( $d_{шт}$ ). Он должен составить  $(0,2-0,3) d_o$  (здесь  $d_o$  — рабочий диаметр штуцера, при котором скважину эксплуатировали в начале исследования). Далее замеры выполняют при диаметре штуцера, последовательно увеличивающемся на  $(0,2-0,3)$  мм от начального диаметра. На каждом режиме определяют значение газового фактора (ГФ) в нефтяных или же содержание конденсата (КГФ) в газоконденсатных скважинах. Режим эксплуатации изменяют до тех пор, пока два последующих значения ГФ (или КГФ) не окажутся меньше предыдущего. Затем строят графическую зависимость ГФ (или КГФ) от  $d_{шт}$ , которая разделяется на область постоянства указанных параметров (однофазный режим фильтрации) и область снижения их (двухфазный режим фильтрации), представляющих собой прямые линии. По точке перелома полученной кривой находят  $d_{шт}$ , который и устанавливают на устье скважины. При этом режиме эксплуатации скважины замеренное забойное давление ( $P_{заб}$ ) будет равно давлению однофазного состояния пластовых флюидов, т. е. будет удовлетворяться условие  $P_{заб} = P_{ос}$ .

А теперь предлагаемый способ проиллюстрируем на конкретных примерах. Скважина 217 месторождения Нефтяные Камни была исследована методом установившихся отборов в пяти режимах (табл. 1). Исследования начались при эксплуатации скважин через штуцер диаметром 5,5 мм. При каждом следующем режиме  $d_{шт}$  увеличивался на 0,5 мм. На каждом установившемся режиме эксплуатации замерялся дебит нефти и газа, вычислялись соответствующие газовые факторы. В трех первых режимах получили

постоянное значение ГФ. В двух последующих режимах значения ГФ снизились. Затем была построена зависимость ГФ от  $d_{шт}$  (рис. 1). Как видно из рисунка, графический вид изменения ГФ разделяется на две части, каждая из которых описывается прямой линией. По точке пересечения указанных линий определили  $d_{шт} = 6,8$  мм. Затем, построив графическую зависимость между  $d_{шт}$  и  $P_c$  (рис. 2) при  $d_{шт} = 6,8$  мм, находим:

$$P_c = P_{нас} = 7,02 \text{ МПа.}$$

В той же скважине по результатам лабораторных исследований в бомбе PVT установлено, что  $P_{нас} = 7,1$  МПа. Как видно, разница в определенных значениях составляет всего 0,08 МПа.

На рис. 3 и 4 показаны результаты обработки данных исследования скважины 214 месторождения Нефтяные Камни и скважины 12 месторождения Западный Котур-Тепе в координатах  $q/\Delta P_c$  от  $\Delta P_c$  в соответствии с [8] и  $\Gamma_{ф}$  от  $\Delta P_c$ . Как видно из рисунков, форма изменения кривых в обеих системах координат и точка их пересечения точно совпадают. Следовательно, значения  $P_{нас}$ , найденные с использованием указанных способов, будут совпадать.

В таблице 2 приводятся данные исследования и их обработки газоконденсатной скважины 349 месторождения Котур-Тепе методом установившихся отборов. По данным таблицы были построены графические зависимости между КГФ и  $d_{шт}$  (рис. 5) и  $P_{заб}$  и  $d_{шт} = 12,2$  мм, при которых  $P_c = P_{нк}$ . Из рис. 6 при  $d_{шт} = 12,2$  мм находим, что давление начала конденсации газоконденсатной смеси равно 36,9 МПа, т. е.  $P_{нк} = P_c = 36,9$  МПа.

Как видно, для реализации предлагаемого способа достаточно одного замера забойного давления, что позволяет значительно сэкономить время и материальные средства.

Кроме того, простота внедрения предлагаемого способа позволит определять значения  $P_{нас}$  по площади залежи и оперативно контролировать процесс разработки.

Таблица 1

Результаты исследования скважин при установившихся режимах для определения значений  $P_{нас}$

№ скв. мест.	$d_{шт}$ , мм	$P_c$ , Мпа	$\Delta P$ , МПа	$Q_n$ , т/сут	$Q_r$ , м <sup>3</sup> /сут	$q/\Delta P$ , т/сут · МПа	$\Gamma$ , м <sup>3</sup> /т
217 Нефтяные Камни	5,5	7,402	0,61	37,0	2664,0	60,6	72
	6,0	7,237	0,69	41,9	2933,0	60,7	70
	6,5	7,158	0,73	44,1	3175,2	60,3	72
	7,0	6,987	0,89	53,6	3644,8	60,5	68
	7,5	6,830	0,93	56,6	3282,8	60,6	58
12 Запад. Ко- тур-Тепе	4	37,69	1,74	94,2	15170	54	161
	6	36,67	2,76	163,9	26200	59	161
	7	34,87	4,56	226,6	34200	50	151
	8	33,28	6,18	253,0	37240	41	147
	10	29,17	10,26	359,0	41090	35	114

214 Нефтяные Камни	4,0		6,693	0,121		14,5	107	120		7,38
	4,5		6,648	0,166		20,0	102	120		5,1
	5,0		6,588	0,226		27,0	102,6	119		3,8
	5,5		6,467	0,347		37,0	80,0	107		2,16
	6,1		6,226	0,588		45,0	79,2	77		1,79
	6,4		6,287	0,527		52,0	68,0	98,7		1,9
	7,0		5,944	0,87		59,7	79,3	69		1,33
322 Нефтяные Камни	7,5		5,721	1,093		67,0	78,0	61		1,16
	5,0		12,44	0,65		35,5	5147,5	55		145,0
	5,5		12,32	0,73		39,0	5674,5	53		145,5
	6,0		12,17	0,79		44,3	5984,93	56		135,1
	6,5		11,95	0,98		61,7	7391,66	63		119,8
	7,0		11,91	1,12		69,0	5354,4	62		77,7
	7,5		11,72	1,31		72,0	4622,4	55		64,2
	8,0		11,25	1,69		74,3	6189,19	44		83,3

Таблица 2

Результаты исследования скважин при установившихся режимах для определения значения  $R_{нк}$

Диаметр штуцера, мм/ $d_{шт}$	Давление, МПа			Депрессия МПа, $\Delta P$	Дебит		Содержание конденсата, $см^3/м^3$ КГФ	Коэффициент продуктивности скважин, $\frac{q / \Delta P;}{с \cdot МПа}$ $\frac{м^3}{с \cdot МПа}$
	$P_б$	$P_{зат}$	$P_{заб}$		газа, тыс. $м^3/$ сут, $Q_r$	конден- сата, $м^3/сут,$ $Q_k$		
8	27,9	29,7	38,5	1,3	268,0	97,4	363,4	206,1
10	26,8	29,3	38,0	1,8	334,9	122,6	366,1	186,1
14	20,2	27,7	36,0	3,8	492,5	174,4	354,1	129,6
18	16,3	26,6	34,6	5,2	575,7	195,8	340,1	110,7

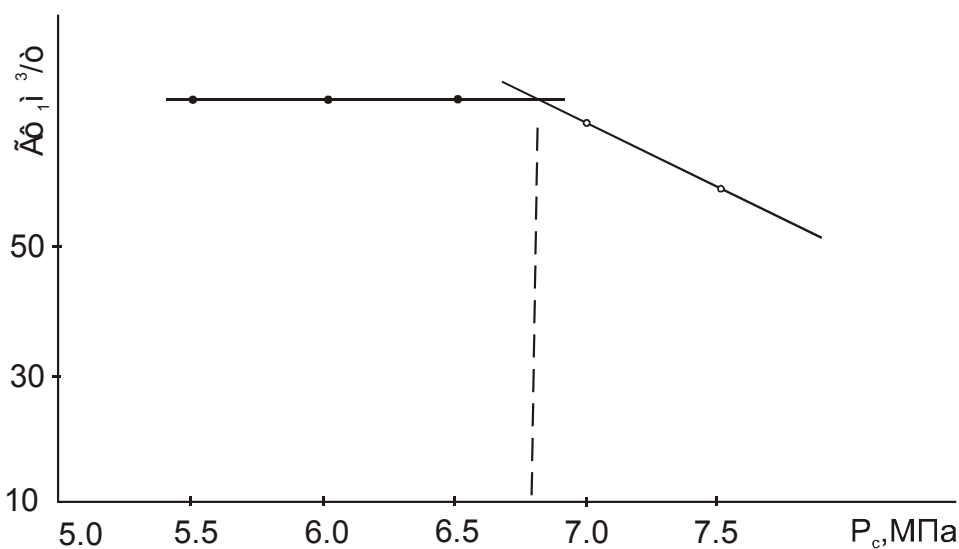


Рис 1. Зависимость газового фактора  $G_{ф}$  от диаметра штуцера  $d_{шт}$  скв. 217 месторождения Нефтяные Камни.

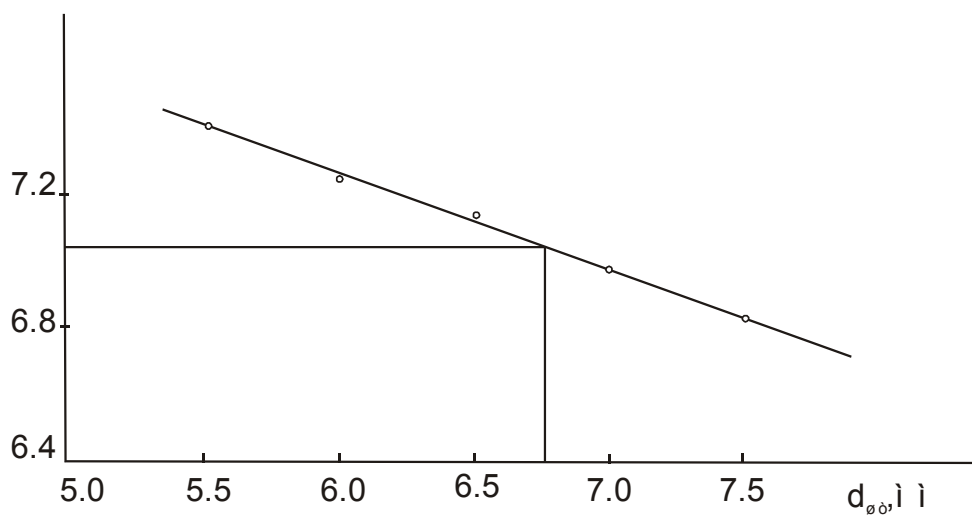


Рис. 2. Зависимость  $P_c$  от  $d_{шт скв.}$  217 месторождения Нефтяные Камни

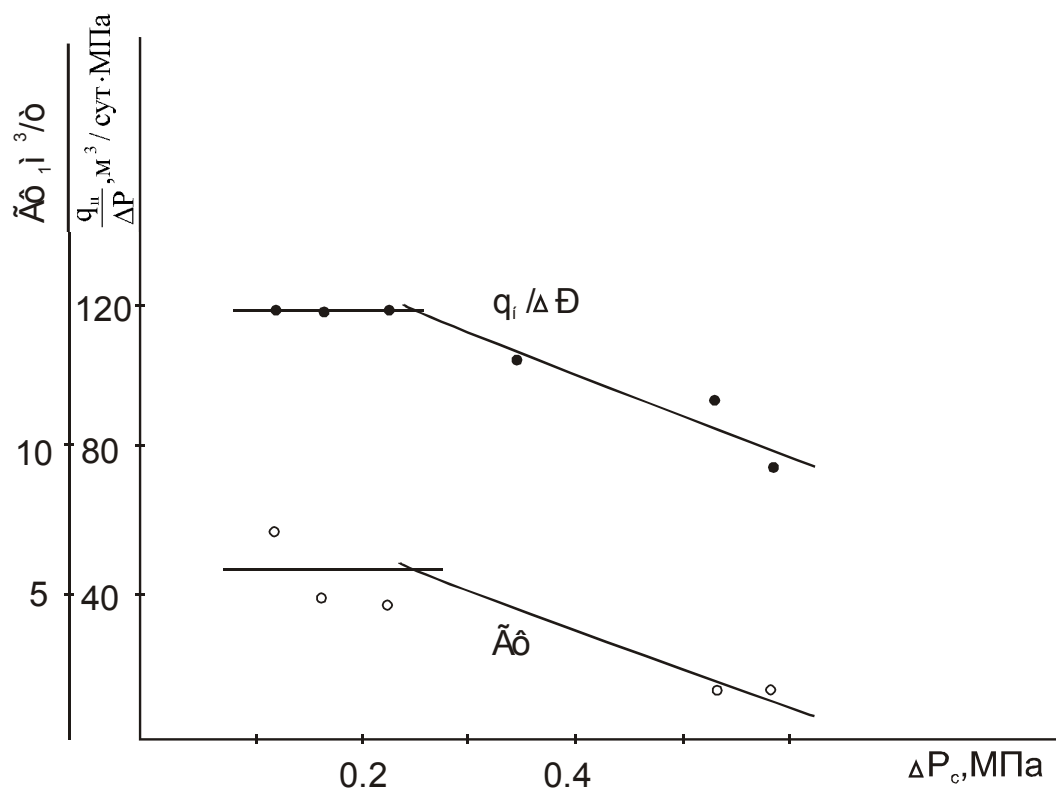


Рис. 3. Скв. 214 месторождения Нефтяные Камни

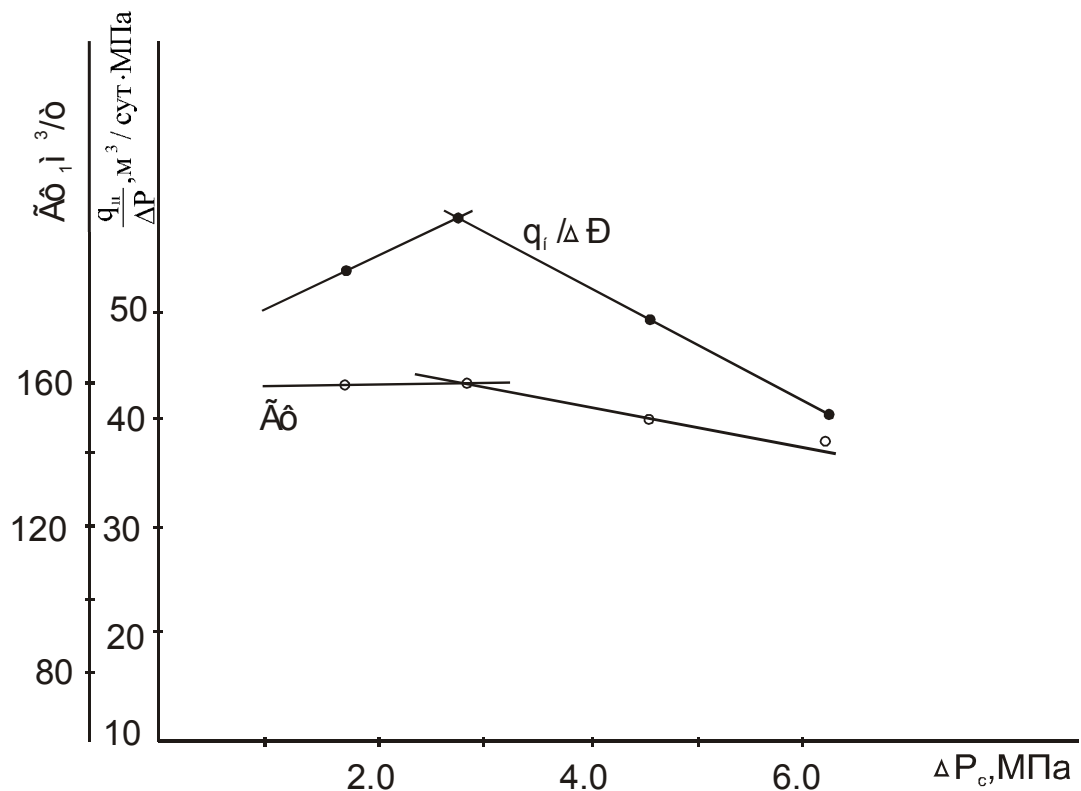


Рис. 4. Скв. 12 месторождения Западный Котур-Теле

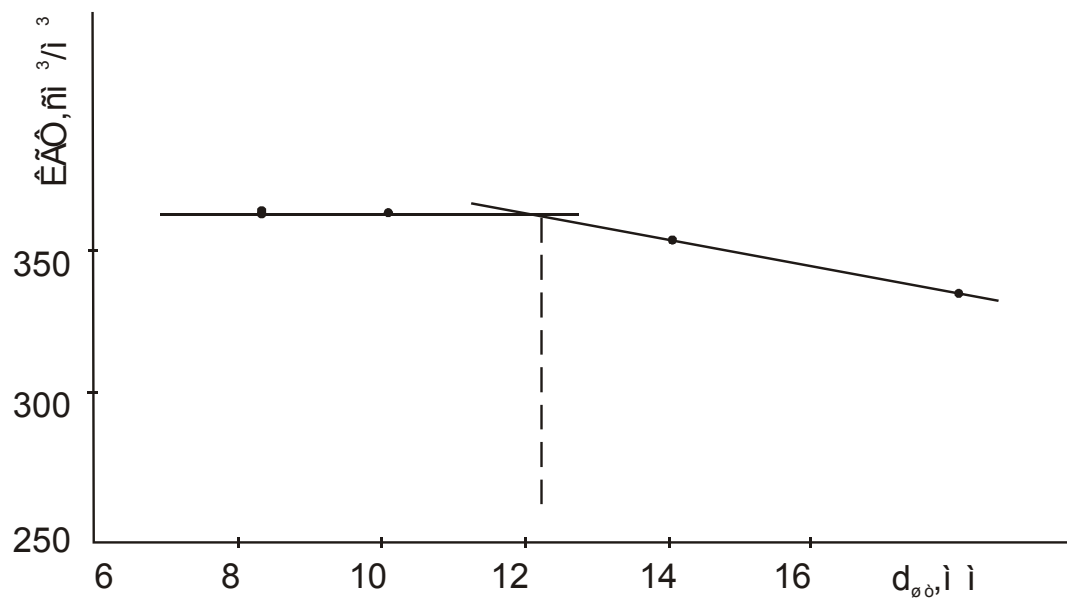
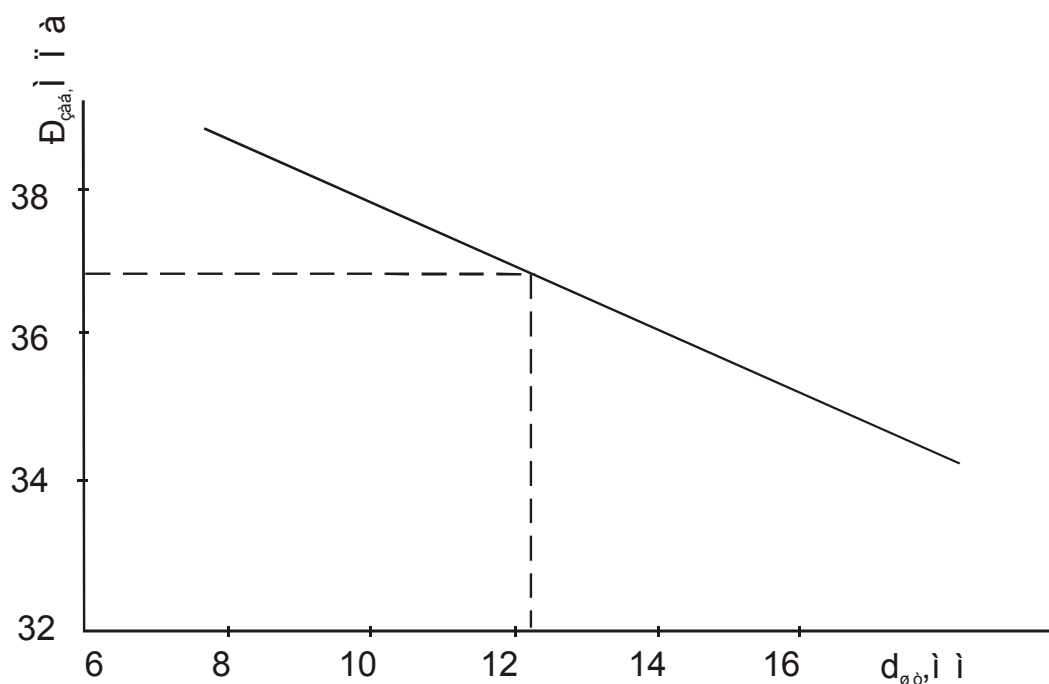


Рис. 5. Зависимость КГФ от дшт скв. 349



Рис. 6. Зависимость  $P_{наб}$  от  $d_{скв}$  скв. 349*Литература:*

1. Гиматуддинов, Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта. — М.: Недра, 1971. — 312 с.
2. Рафибейли, Н.М. О влиянии пористой среды на величину давления насыщения. — Изв. АН СССР, ОТН, Металлургия и топливо, 1959, № 2, с. 173–174.
3. Разработка газоконденсатных месторождений / А.Х. Мирзаджанзаде, А.Г. Дурмишьян, А.Г. Ковалев, Т.А. Аллахвердиев. — М.: Недра, 1967. 356 с.
4. Бузинов, С.Н., Умрихин И.Д. Гидродинамические методы исследования скважин и пластов. — М.: Недра, 1973. с. 246.
5. Усенко, В.Ф. Исследование нефтяных месторождений при давлениях ниже давления насыщения. — М.: Недра, 1967. 216 с.
6. Способ определения давления начала конденсации газоконденсатной смеси / М.Т. Абасов, А.М. Кулиев, Э.Х. Азимов, В.Н. Аллахвердиев. — Геология, бурение и разработка газовых месторождений: Экспресс-информация / ВНИИЭгазпром, М., 1982, вып. 7, с. 7–9.
7. Способ определения давления насыщения нефти газом по данным термодинамических исследований скважин / А.М. Кулиев, Н.Б. Касумов, Э.Х. Азимов, Ш.А. Джаруллаев. — Азерб. нефт. хоз-во, 1984, № 1, с. 36–39.
8. Определение давления насыщения по изменению коэффициента продуктивности / М.Т. Абасов, Э.Х. Азимов, Г.С. Мамиев, А.М. Кулиев. — Нефтяное хозяйство, 1982, № 6, с. 37–40.

## Исследование эффективности использования энергии системами вентиляции и кондиционирования воздуха с помощью энергетических показателей

Капсулина Антонина Юрьевна, магистрант

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Сегодня одной из важнейших задач, ставящихся перед всеми инженерными системами и оборудованием, в том числе и системами вентиляции и кондиционирования являются задачи экономии энергетических ресурсов «энер-

госбережения». В нашей стране ежегодно строится и реконструируется большое количество зданий, в которых предполагается устройство систем вентиляции и кондиционирования воздуха, тогда как работа этих систем за-

нимает одно из первых мест среди энергопотребляющих отраслей и приводит к значительным потерям энергии различного вида (электрической, тепловой и т. д.).

В настоящее время существует острая необходимость в критериях и показателях, на основании которых и предполагается производить оценку эксергетической эффективности, наряду с широко используемым в настоящее время понятиями термодинамической, экономической, технико-экономической, термо-экономической эффективности.

В целом эффективность энергосберегающих мероприятий зависит не только от конструктивных особенностей энергосберегающей системы, но и правильного учета объема полезной экономии теплоты получаемого в результате осуществления энергосберегающих мероприятий в конкретном районе эксплуатации энергосберегающей системы. Для определения наиболее оптимального варианта проекты энергосберегающих систем следует разрабатывать на основе многовариантных решений, а выбор наиболее эффективного варианта производить путем сравнительной оценки основных показателей с базовым вариантом.

При оценке энергетической эффективности здания требуется добиваться снижения энергопотребления в каждом из звеньев его цепи, осуществляя при этом комплексный подход, рассматривая здание как единую энергетическую систему и применяя соответствующую систему показателей для оценки технико-, термо- и энергоэкономической эффективности.

Для оценки эффективности использования энергии в различных процессах, установках, в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, многими авторами предложены энергетический и эксергетический коэффициент полезного действия (к. п. д.), для расчета которых нужно разработать идеализированный (идеальный) аналог исследуемого процесса и определить минимально необходимые (теоретические) затраты энергии/эксергии на его осуществление.

Однако оценку эффективности использования энергии только на основании энергетического к. п. д. Не представляется возможной, так как он не учитывает качества соотносимых форм энергии (он пригоден для оценки степени совершенства технических систем, к которым подводится и в которых получается в виде целевого продукта только безэнтروпийная энергия). Он не учитывает различное качество затраченной рассматриваемым объектом и полученной в нем целевой энергии.

В виду того, что на данный момент не существует единого показателя, с помощью которого можно судить об эффективности использования энергии во всех элементах вентиляции и кондиционирования, не представляется возможности судить об эффективности этих систем в целом, а существующие на данный момент общепринятые методы и величины, применяемые для оценки термодинамической эффективности в других областях науки иногда возможно использовать для отдельных частей оборудования систем

вентиляции и кондиционирования, но они не применимы для данных систем в целом.

Кроме того, анализ современных сложных схем энергоиспользующих установок затрудняется тем обстоятельством, что каждый тип установки имеет обилие многообразных к. п. д., пригодных только для данного типа установок. Невозможно просто увязать между собой эти коэффициенты и создать удобную для анализа систему, связывающую их с общим расходом первичной энергии (топлива). Да и для многих отдельно рассматриваемых энергетических установок часто нет логической увязки между разноречивыми относительными к. п. д.

Существует переоценка возможности (термического к. п. д.) как единственного термодинамического показателя. Термический кпд не в состоянии характеризовать в общем виде степень совершенства таких систем как вентиляция и кондиционирования воздуха, а если и может, то только энергетического оборудования, тогда как в эти системы входит большое разнообразие не энергетических устройств.

Неполноценность термического к. п. д. сказывается также в том, что он не в состоянии оценить все необратимости в рабочем процессе установки (трение рабочего тела в проточной, трение деталей, электрические потери и т. д.). Так как при любом трении или электрических потерях выделяется тепло, то трение, как и электрические потери, безусловно, является термодинамической категорией и должно описываться каким-либо термодинамическим коэффициентом, характеризующим совершенство процесса превращения работы в тепло или тепла в работу. Так как термодинамический к. п. д. не является таким коэффициентом, то в анализ систем вводится серия новых к. п. д.: внутренний относительный к. п. д., абсолютный внутренний к. п. д., относительный эффективный к. п. д., абсолютный эффективный к. п. д., относительный электрический к. п. д., абсолютный электрический к. п. д., механический к. п. д., к. п. д. трубопроводов, холодильный к. п. д., эксергетический к. п. д., и т. п. Указанные к. п. д. разнородны по смыслу, трудно сопоставимы друг с другом и, не приемлемы для любых установок.

Кроме того, во многих случаях эти к. п. д. нельзя связать воедино в уравнение для общего к. п. д. установки, они позволяют определить эффективность отдельного узла установки, а не всей системы.

В связи с этим возникает необходимость упрощения и унификации системы коэффициентов, при которой совершенство в узлах систем вентиляции и кондиционирования воздуха характеризовалось бы, по возможности, одинаково, а сама система представляла бы собой простейшую связь однородных коэффициентов.

Целью процессов вентиляции и кондиционирования является не производство продукции, а обеспечение необходимых условий для жизни и деятельности человека, или каких, либо производственных процессов. Для нормальной жизнедеятельности человека требуется поддержание определенных метеорологических условий (температур-

но-влажностного режима помещения) так температуру комнатного воздуха поддерживают 16–18°C. Если в помещении постоянно поддерживать такой температурно-влажностный режим, то температура человеческого тела, одетого в относительно легкие одежды, будет сохраняться примерно равной 36,6°C. Так как, наружные ограждения помещений не являются абсолютно нетеплопроводными, в холодный период года из помещения на улицу, а в теплый период с улицы, постоянно перетекает определенное количество тепла, величина которого зависит от толщины и материала стен, типа ограждения, от разности температур между воздухом помещения и наружным воздухом, от скорости наружного воздуха и т. д. Количество тепла, выделяемого отопительными батареями, зависит от только что перечисленных факторов и всегда равно разности между количеством тепла, переходящим к окружающей среде через ограждения помещения и количеством тепла, выделяемого людьми, находящимися в помещении. При работе систем вентиляции и кондиционирования в помещении для обеспечения дыхания, удаления запахов, охлаждения помещения (поддержания температуры и влажности) возникают потери, связанные с удалением отработанного (охлажденного или нагретого) воздуха в окружающую среду. Никакое количество тепла или холода, отводимое от калориферов и теплообменников в конечном итоге, не остается в помещении, а целиком отдается окружающей среде, как в результате теплопередачи сквозь ограждения, так с воздухом, выбрасываемым на улицу. В то же время температура воздуха внутри помещения поддерживается неизменной на уровне 16–18°C. Таким образом, основной и важнейшей характеристикой отопления, вентиляции и кондиционирования является не количество тепла, отводимого от отопительных батарей, теплообменников и калориферов, а температура и влажность воздуха в помещении, так как эти параметры определяют условия нормальной жизнедеятельности человеческого организма в помещении.

Используемые сейчас методы анализа не делают никакой разницы между качеством тепла, используемым в системах вентиляции и кондиционирования.

Любые энергетические ресурсы термодинамической системы, как и превращения энергии, должны оцениваться с учетом влияния параметров окружающей среды. Поэтому использование понятия энергии как общей меры движения материи в рассматриваемой системе недостаточно. Необходимо учитывать тот факт, что не всякая энергия и не при всех условиях может быть целиком пригодна для практического использования. Техническая ценность энергии зависит не только от ее собственной формы и параметров, но и от параметров окружающей среды. Во всех энергетических превращениях, обеспечивающих работу установки, может использоваться энергия двух видов:

- полностью превратимая в любой другой вид энергии независимо от параметров окружающей среды;
- энергия, которая нее может быть полностью превращена в другой вид энергии.

Наиболее рациональным, для оценки энергетической эффективности систем вентиляции и кондиционирования является использование следствий понятия обратимости и необратимости процессов: максимально возможной работы (эксергии) — общей меры для всех видов энергии, способных при взаимодействии с окружающей средой с постоянными параметрами к преобразованию в другие виды организованной энергии, а для более удобной и наглядной оценки термодинамической эффективности процессов в целом и их частей, а также источников потерь в них целесообразно использовать эксергетический метод анализа, основанный на эксергетических показателях.

Эксергетический и энергетический анализ позволяет выявлять потери в СКВ и намечать пути их устранения.

Для оценки эффективности энергии системами вентиляции необходима:

Разработка показателей эксергетической эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха на основании которых можно говорить о эффективности как каждого элемента систем вентиляции и кондиционирования, так и системы в целом, показать величины потерь, их потоки, направления, и наиболее «слабые» места этих систем;

Составление эксергетического баланса и анализа систем вентиляции и кондиционирования на основании показателей эксергетической эффективности, для учета степени термодинамического совершенства рабочих процессов установок этих систем и указание путей увеличения экономии топлива или электроэнергии, вводимых в установку. Часто уменьшение одной потери вызывает увеличение другой (или других). Поэтому рационально искать минимум суммы всех эксергетических потерь.

Эксергетический анализ дает возможность получить оптимальные соотношения между параметрами тепловой схемы, обеспечивающими минимальные расходы вводимой в установку превратимой энергии. Однако на выбор оптимальных параметров тепловой схемы реальных установок влияют как термодинамические факторы, так и экономические: стоимость металла, из которого выполнено оборудование; стоимость сооружения зданий, эксплуатации установки и т. д. Известно, например, что понижение температурных напоров в теплообменниках всегда приводит к уменьшению эксергетических потерь, вызванных необратимостью теплообмена, но увеличивает поверхность теплообмена, их веса, а значит, и стоимость. Поэтому выбор оптимальных температурных напоров в реальных установках должен осуществляться путем увязки эксергетического анализа с технико-экономическим анализом, чтобы учесть как термодинамические, так и стоимостные показатели. В будущем, вероятно, будет создан единый комплексный метод, который, возможно будет назван термодинамико-экономическим методом и позволит осуществить комплексную оптимизацию параметров энергетических установок.

Для оценки эксергетической эффективности также как термодинамической эффективности может быть использован коэффициент полезного действия (эксергетиче-

ский), полученный отношением минимально возможной эксэргией идеализированного аналога с полученной эксэргией реальной системы;

Однако необходимо помнить, что термодинамические показатели дают лишь представление о степени термодинамического совершенства процесса и не могут служить

основанием для принятия технического решения. Но они могут пригодиться на практике, так на основании термодинамических показателей можно будет сравнивать различные проектируемые и существующие системы и на их основании делать выбор в пользу более эффективной с термодинамической точки зрения системы.

#### Литература:

1. Богословский, В. Н. и др. «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение» Учебник для вузов/ В. Н. Богословский, О. Я. Кокорин, Л. В. Петров; Под ред. В. Н. Богословского.-М.:Стройиздат, 1985.—367 с., ил.
2. «Эффективность использования энергии» /В. С. Степанов, Т. Б. Степанова. — Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1994.—257 с.
3. Кокорин, О. Я. Современные системы кондиционирования воздуха. — М.: Издательство физико-математической литературы. 2003.—272 с. ISBN 5—94052—066—6
4. Карпис, Е. Е. «Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха» — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 268 с., ил. ББК 38.762.3, К 26 УДК 697.94:620.9.004.183
5. Гохштейн Давид Петрович Современные методы термодинамического анализа энергетических установок, М., «Энергия», 1969., 368 с, с ил,
6. Бродянский, В. М., Фратшер В., Михалек К., Эксергетический метод и его приложения. Под ред. В. М. Бродянского.-М.: Энергоатомиздат, 1988.—288 с. — ISBN 5—283—00152—0, УДК 621.1.016.7

## Исследование влияния погодных условий на параметры работы солнечных батарей в естественных условиях эксплуатации

Юмаев Наиль Рашидович, младший научный сотрудник;

Юсуфбеков Наримон Шодихонович, научный сотрудник

Центр инновационного развития науки и новых технологий Академии наук Республики Таджикистан (г. Душанбе)

Энергия — это основа существования человеческой цивилизации. Сегодня с целью получения экологически чистой и дешевой энергии во всем мире используются электростанции на солнечных батареях (СЭС). Объемы использования солнечных батарей и выработка энергии с помощью автономных солнечных электростанций (АСЭС) постоянно растут. На сегодня установленная мощность всех СЭС в мире составляет более 160 ГВт и продолжает увеличиваться огромными темпами [1].

По оценкам специалистов, источником энергии будущего являются возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Среди ВИЭ солнечная энергия занимает особое место своей повсеместностью, доступностью и величиной суммарной мощности [2–3].

Мировая энергетика развивается по пути диверсификации источников и систем энергоснабжения, среди которых, безусловно, найдут своё место для широкого практического использования солнечных батарей (СБ). Солнечные батареи непрерывно совершенствуются, а их стоимость снижается. СБ не нуждаются в каком-либо топливе, они характеризуются исключительно низким эксплуатационными затратами, однако эффективная выработка электроэнергии с помощью СБ возможно только в солнечные дни. Средняя мощность СБ, оснащенных

устройствами слежения за солнцем, оказывается меньше половины пиковой мощности, достигнутой в полдень при ясном небе, а средняя мощность СБ без устройств слежения составляет около четверти пиковой мощности.

При выборе солнечного модуля (СМ) очень важно знать его параметры, то есть мощность, напряжения и токи, вырабатываемые в различных режимах и условиях при которых получены эти значения. Эффективность и производительность СМ определяются различными стандартами и тестовыми условиями. К основным тестовым условиям относятся:

— Standard Test Condition (STC) — Стандартные условия тестирования;

— PV-USA Photovoltaics for Utility Systems (PTC).

Параметры STC отражают работу солнечной панели в идеальных условиях (освещенность — 1000 Вт/м<sup>2</sup> температура модуля — 25°C, АМ — 1,5, а скорость ветра равна нулю). Именно параметры СМ при STC обозначены на паспортной табличке (ПТ) всех солнечных панелей и являются обязательными для всех производителей.

Однако, условия STC редко встречаются при реальной эксплуатации СМ. параметры PTC на 10–15% меньше, чем STC, что более реалистично отражает условия эксплуатации СМ. Однако далеко не все производители ука-

зывают параметры при РТС. Кроме того, большинство производителей СМ излишне оптимистично оценивают возможности своей продукции.

Так же и STC, РТС дают завышенные показатели по мощности модуля, чем в реальных условиях эксплуатации. Это означает, что в реальных условиях СМ будет вырабатывать около 75–85% от её пиковой мощности (указанной в ПТ). Т. е. 100 Вт СМ, расположенная под оптимальным углом и ориентированная на юг, будет выдавать летом в среднем 78–85 Вт, в зависимости от метода установки. Это необходимо учитывать при проектировании АСЭ.

Кроме того, что особенно важно ни РТС, ни STC не отражают всех факторов, которые влияют на изменения мощности СМ и их работы в естественных условиях эксплуатации. В естественных условиях эксплуатации на производительность АСЭС влияют следующие факторы:

- климатические и географические условия;
- потери энергии в проводах, инверторе, контроллере и т. д.;
- деградация СМ с течением времени;
- снижение мощности за счет пыли, грязи (загрязнение СМ) и загрязнение воздуха;
- чрезмерного нагрева СМ или их затенения;
- разной мощности СМ в последовательных цепочках.

Влияние указанных факторов может меняться:

- в зависимости от сезона года;
- географического положения;
- способа монтажа;
- азимута и угла наклона СМ.

При проектировании и эксплуатации АСЭ важно иметь информацию и знать параметры работы не только отдельного СМ, но и системы в целом — включая контроллеры, инверторы, аккумуляторные батареи и т. д.

Однако, тестирования СМ и АСЭС и их использования в естественных условиях эксплуатации, где на их производительность в отличие от STC и РТС условий испытания влияют вышеуказанные многочисленные факторы в доступной литературе освещены недостаточно. Поэтому проектирование и тестирование АСЭС в естественных условиях эксплуатации в зависимости от различных факторов, влияющих на их производительность, разработка алгоритма управления АСЭС и выдача рекомендаций по практическому их использованию для широкого круга автономных или неавтономных потребителей электроэнергии является актуальной задачей.

Известно, что количество солнечной энергии поступающей на поверхность Земли зависит от состояния атмосферы, продолжительности солнечного дня, время суток и сезонности года. Причем основным атмосферным явлением, определяющее количество солнечной радиации, достигающей поверхности Земли является облако. В любой точке Земли солнечная радиация, достигающая поверхности Земли, уменьшается с увеличением облачности.

Поэтому изучения влияния погодных и других условий, а также оптимальной ориентации и угла наклона на параметры работы СБ в естественных условиях их эксплуатации

является актуальной задачей, которые позволят учитывать их при разработке и проектирование АСЭС различной мощности и разработке алгоритма управления этими станциями.

В настоящей работе исследовано влияние погодных условий (пасмурности, температуры, осадков) на параметры работы СБ в климатических условиях г. Душанбе.

В качестве СБ использовалась батарея производства КНР, площадью 0,71 м<sup>2</sup> с пиковой мощностью 100 Вт (паспортной). Исследования проводились на экспериментальной площадке Центра инновационного развития науки и новых технологий АН Республики Таджикистан, в г. Душанбе на высоте 706 м над уровнем моря. Солнечная батарея была закреплена на дюралюминиевом каркасе под углом 45 градусов и установлена на земле экспериментального участка. Высота нижней стороны СБ от уровня земли 0,3 м.

Для г. Душанбе средняя годовая температура составляет 14,5 градусов, среднее количество осадков 53,38 мм в год. Для данной территории характерно жаркое лето, умеренно прохладная осень и весна и непродолжительная холодная зима. На рассматриваемой территории осадки наблюдаются в виде снега, дождя, града и росы. Атмосферные осадки в зависимости от фазового состояния могут быть твердыми, жидкими и смешанными. К смешанной фазе относится снег с дождем, дождь с градом. Осадки смешанного типа наблюдаются в основном осенью и весной. По средним многолетним данным в г. Душанбе 20 дней с твердыми осадками, 89 дней с жидкими, 10 дней со смешанными. Неустойчивый снежный покров в основном образуются в третьей декаде ноября и до конца февраля. В г. Душанбе в среднем в году бывает около 25 дней со снежным покровом. В пределах Душанбе первый снег выпадает в конце ноября [4].

Очевидно, что погодные условия (пасмурность, осадки, запыленность) будут влиять на эффективность работы СБ и СЭС. В связи с этим для оценки эффективности применения СБ и СЭС в конкретной климатической зоне в естественных условиях эксплуатации необходимо учитывать влияния этих условий.

Для оценки влияния погодных условий на эффективность работы СБ в климатических условиях г. Душанбе, в настоящей работе проведены тестирования СБ в период с июля 2016 по март 2017 года и получены статистические данные работы СБ в различные дни и сезоны года: солнечные, пасмурные, дождливые дни и дни со снежным покровом. Продолжительность светового дня была одинаковой и составляло 10 ч.

На рис. 1. представлена среднечасовая выработка электроэнергии СБ за 22.07.16 (ясный солнечный день), 05.07.16 (пасмурный день), 19.12.16 (снежный покров) и 13.02.17 (переменная облачность)

Максимум интенсивности солнечной радиации в солнечный день 22.07.16 составил — 367 Вт/м<sup>2</sup>, в пасмурный день 05.07.16 — 148 Вт/м<sup>2</sup>, со снежным покровом 19.12.16 — 52 Вт/м<sup>2</sup> и в день переменной облачности 13.02.17 — 200 Вт/м<sup>2</sup>.

Продолжительность светового дня 10 часов.



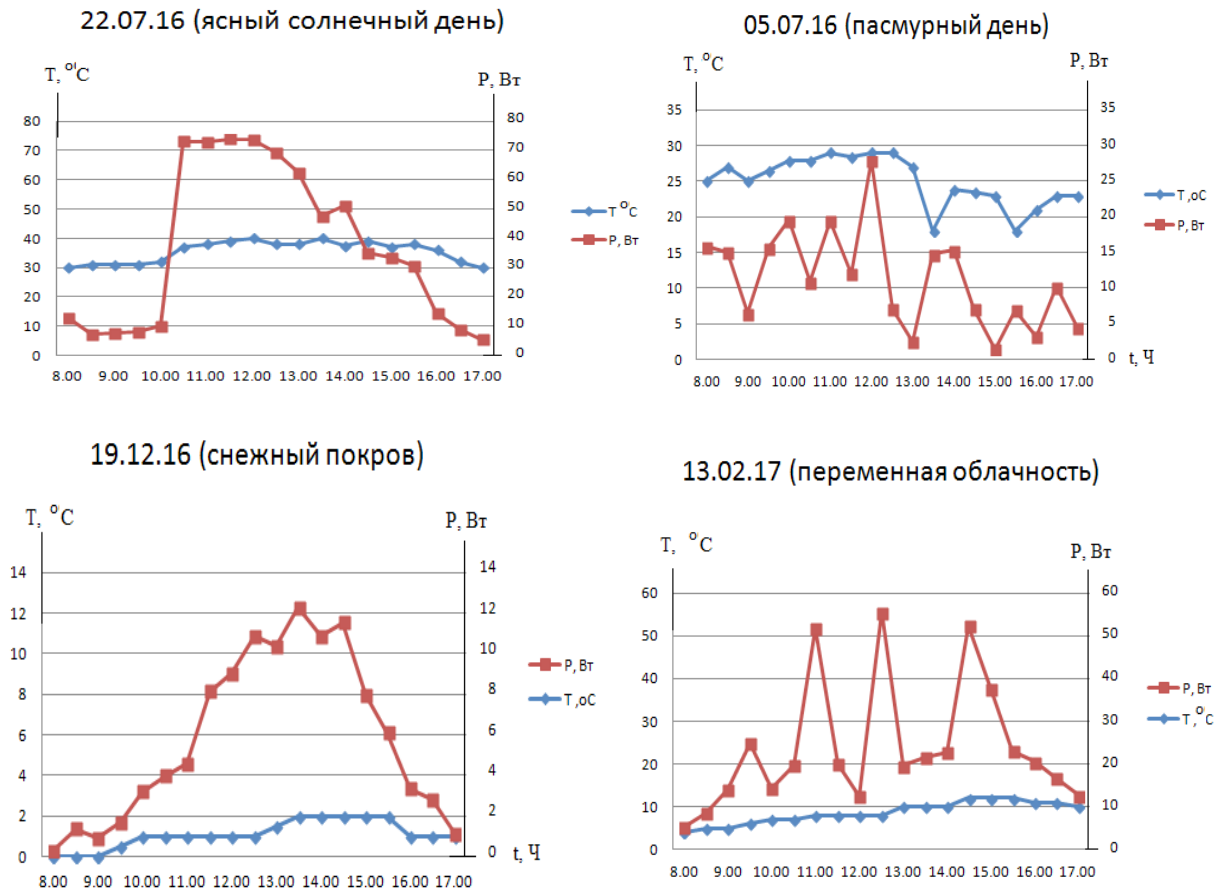


Рис. 1. Среднечасовая выработка электроэнергии СБ в зависимости от времени, погодных условий и сезонов года

При этом, как показано в таблице 1, максимум вырабатываемой мощности ( $P_{\max}$ ) СБ составило для 22.07.16—74 Вт, 16.09.16—75 Вт (ясные солнечные дни); 05.07.16—28 Вт, 30.09.16—17 Вт (пасмурные дни); 19.12.16—10 Вт (снежный покров) и 13.02.17—48 Вт (переменная облачность).

На рис. 2а и 2б показаны изменения тока ( $I$ ) и вырабатываемой мощности СБ в зависимости от времени и сезона года.

В таблице 2 приведены статические данные по выработке электроэнергии при различных погодных условиях г. Душанбе для СБ с пиковой мощностью 100 Вт.

Из таблицы 2 видно, что на параметры работы СБ электрическую энергию влияют такие природные условия, как погода, так и осадки.

Известно, что повышение температуры и нагрев солнечных элементов в солнечных модулях оказывает отрицательное влияние на работу СБ снижая фотоэффект и выработку электроэнергии. Охлаждаемые или вентилируемые СБ имеют более высокий КПД. В морозную, но ясную погоду СБ вырабатывают больше энергии, чем в жаркую погоду (хотя общий кумулятивный эффект снижается из-за короткого светового дня).

Таблица 1

Среднедневная выработка электроэнергии (Вт/ч) СБ с пиковой мощностью 100 Вт в период июль 2016 – февраль 2017 г.

Среднедневная выработка электроэнергии (Вт/ч)	Солнечные дни		Пасмурные дни		Пасмурные дни со снежным покровом	Переменная облачность
	22.07.16	16.09.16	05.07.16	30.09.16	19.12.16	13.02.17
Минимальная	5.48	2.11	1.5	1.59	0.12	1.2
Среднедневная	36.78	41.23	11.62	9.66	4.71	15.21
Максимальная	72.96	74.49	19.55	17.07	10.29	47.57
Общее	699	783	216	184	90	289



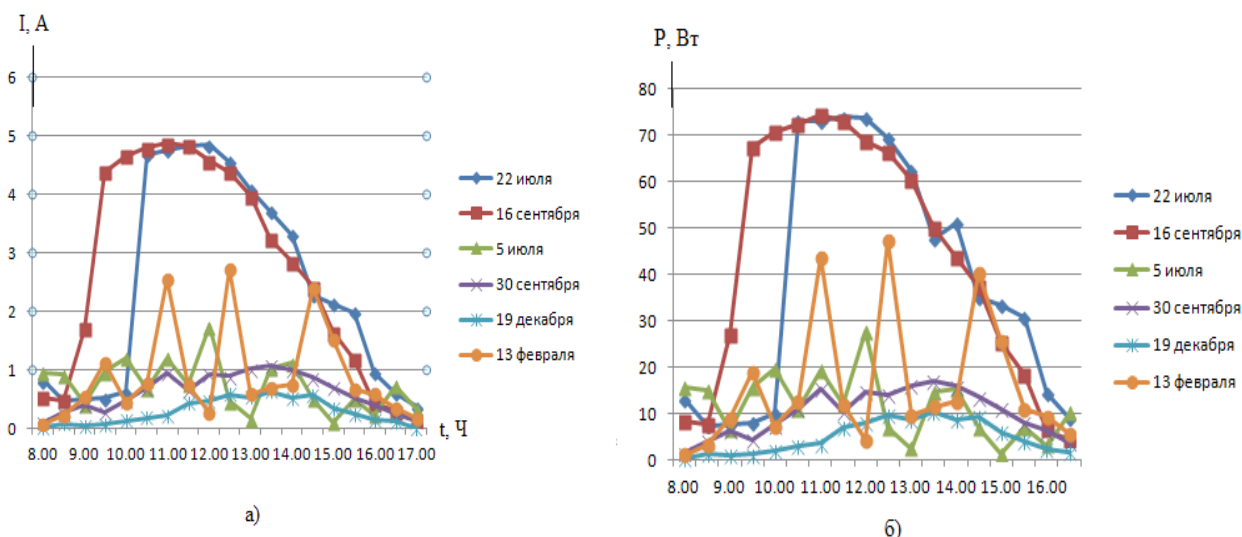


Рис. 2. Изменение тока (а) и вырабатываемой мощности (б) солнечной батарей в зависимости от времени и сезона года

Таблица 2

Статические данные выработке электроэнергии при различных погодных условиях г. Душанбе для СБ с пиковой мощностью 100 Вт

Измеряемые параметры	Ясные солнечные дни		Пасмурные дни		Пасмурный день со снежным покровом	Переменная облачность
	22.07.16	16.09.16	05.07.16	30.09.16	19.12.16	13.02.17
Максимум интен. солн. радиац., Вт/м <sup>2</sup>	367	406	148	85	52	200
Макс. выроб. мощности, Вт	73	75	28	17	10	48
Выроб. электр. энергия Вт. ч/сутки	699	783	216	184	90	289

Известно, что аэрозоли, пылевые бури оседают на рабочую поверхность СБ снижая эффективность их работы [6]. Чем чище рабочая поверхность СБ тем больше количество фотонов поглощаются солнечными элементами и тем больше коэффициент преобразования световой энергии в электрическую.

В таблице 3 приведены исследования авторов по из-

мерению параметров СБ до и после отчистки поверхности батарей от пыли.

Как видно из таблицы 3, вырабатываемая мощность СБ в зависимости от продолжительности времени запыленности, сезона года после отчистки поверхности батареи от пыли увеличивается от 3 до 43% по сравнению с неочищенной поверхностью.

Таблица 3

Работа СБ до и после очистки поверхности от пыли

До отчистки					После отчистки				
Дата	t, Ч	U <sub>хх</sub> , В	I <sub>кз</sub> , А	P <sub>max</sub> , Вт	t, Ч	U <sub>хх</sub> , В	I <sub>кз</sub> , А	P <sub>max</sub> , Вт	Увеличение мощности, %
18.11.16	10.30	20.10	3.43	55.15	10.35	20.15	3.53	56.90	3.2
28.11.16	10.30	20.60	3.60	59.33	10.35	20.70	3.76	62.27	5
20.12.16	10.30	19.70	0.19	2.99	10.35	19.82	0.27	4.28	43

*Литература:*

1. Ирха, В. А. Чеботарев С. Н. Пашенко А. С. Региональный опыт инсталляции и эксплуатации индивидуальной солнечной энергоустановки в условиях юга России. Renewable energy forum, REEFOR 2013 — М, 2013, с. 205–209.
2. Ахмедов, Х. М., Каримов Х. С. Солнечная энергетика. — Душанбе: Дониш, 2007, 179 с.
3. А. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы/ Перевод с англ. под ред. С. П. Малышенко и О. С. Попеля. — М.: Издательский дом 2010, 704 с.
4. Климат Душанбе / Под редакцией д-ра геогр. наук Ц. А. Швер, В. Н. Владимировой. — Ленинград, Гидрометеоиздат, 1986, 126 с.
5. Назаров, Б. И. Салиев М. А., Махмудов А. Н., Абдуллоев С. Ф. Расчет потока суммарной радиации по наклонной плоскости солнечных приемников в условиях аэрозольного загрязнения атмосферы. — Докл. АН Республики Таджикистан. 2015, т. 58, № 12, с. 11–16.

# МАШИНОСТРОЕНИЕ

## Повышение технологичности трубопроводов судовых систем на стадии проектирования при установке соединений труб

Во Чунг Куанг, аспирант

Астраханский государственный технический университет

*Авторами рассматривается актуальная проблема повышения технологичности трубопроводов судовых систем на стадии проектирования. Представлены пути решения вопроса изготовления и монтажа судовых трубопроводов без снятия размеров по месту. Проведён анализ стандартизованных отклонений, контролируемых при изготовлении труб по чертежам. Выявлены причины, способствующие отказу от технологии изготовления труб по проектной документации методом гибки. Определены причины возникновения и величины отклонений конструктивных размеров, возникающих в процессе изготовления труб.*

**Ключевые слова:** трубопроводы, проектирование, изготовление, монтаж.

При современном уровне вычислительной техники сделать трассировку трубопровода без касаний с соседними конструкциями не сложная и решённая задача. Проблема заключается в том, что трубы, изготавливаемые по чертежам, как любая деталь и изделие машиностроения, имеют стандартизованные допуски размеров. Однако в процессе прокладки трубопроводов, ни в одной программе трассировки эти допуски не учитываются. В результате, запроектированные зазоры между трассами или с соседними конструкциями оказываются минимальными (могут достигать до «0», контролируются только минусовые зазоры). Другими словами, при назначении зазоров допуски на изготовление труб по чертежам не учитываются в проектной трассировке, что приводит к невозможности провести монтаж трассы, т. к. трубы натываются на соседние трубопроводы или конструкции.

Такое проектирование привело к тому, что предприятия вынуждены отказываться от изготовления труб по проектным чертежам, хотя вся документация передаётся в электронном виде.

Это положение устраивает проектные организации, т. к. у заводских работников не возникает претензий по трассировке. По этим причинам проблема изготовления труб в задел остаётся не решённой.

В ходе проведенных исследований был проанализирован выпуск документации, учитывающий допускаемые отклонения, возникающие в процессе изготовления труб по чертежам, позволяющей проводить монтаж трубопроводов из готовых труб, без уточнения размеров по месту.

Для исключения проблемы необходимо решить следующие задачи:

— провести анализ стандартизованных отклонений, контролируемых при изготовлении труб по чертежам;

— определить причины возникновения и величины отклонений конструктивных размеров, возникающих в процессе изготовления труб;

— сравнить полученные величины отклонений со стандартными;

— найти инструменты компенсации или снижения величин отклонений, возникающих в процессе изготовления труб;

— разработать методику трассировки трубопроводов, позволяющую учитывать и компенсировать влияние отклонений, возникающих при изготовлении труб, на смещение трассы в процессе монтажа трубопровода;

— внести соответствующие изменения в стандарты, касающихся проектирования трубопроводов.

Первые четыре задачи требуют научного подхода в их решении. Они обозначены в работе [3–5], даны научные подходы и обоснования их решения. В ней определены причины и величины отклонений линейных размеров, возникающих при резке и гибке труб.

Кроме этих отклонений возникают угловые отклонения прямых участков трубы. Устанавливаемые приварные соединения также имеют угловые отклонения. Существующие стандарты регламентируют угловые отклонения плоскости соединительной поверхности соединения относительно оси участка трубы. Угловые отклонения участков трубы, к которым примыкают соединения, стандартами не регламентируются. Такое положение приводит к тому, что отклонение установки соединения накладывается на не контролируемое угловое отклонение участка трубы.

В результате, решение двух оставшихся вышеуказанных задач является целью проводимого диссертационного исследования.

Рассмотрим влияние этих отклонений на смещения трассы трубопровода, монтируемого из труб, изготовленных по чертежам.

Существующая нормативная документация на изготовление труб по эскизам (в задел) регламентирует контроль двух параметров — это отклонение строительных размеров трубы и угол неперпендикулярности установки соединений, относительно осей концевых участков.

В процессе формирования конфигурации трубы на трубогибочном станке выполняется несколько операций — это продвижение до начала погиба, непосредственно погиба и разворот трубы для выполнения последующего погиба в нужной плоскости. Погрешности двух последних операций приводят к угловым отклонениям направлений прямых участков трубы, в том числе и концевых участков.

Контроль этих отклонений существующими стандартами не регламентируется.

Установка соединений с контролем перпендикулярности относительно осей концевых участков не уменьшает угловые отклонения, а только добавляет новые хаотичного направления.

Контроль линейных размеров не выявляет эти угловые отклонения. Действие этих отклонений проявляется в процессе монтажа труб, когда трасса трубопровода отклоняется в непредсказуемых направлениях.

Допуски на отклонение конструктивных размеров труб регламентированы табл. 1 [2] и составляют  $\pm 10$  мм для труб диаметром меньше 100 мм и  $\pm 15$  мм для труб большего диаметра.

Таблица 1

Допускаемые отклонения строительных (координатных) размеров труб

Форма и диаметр труб	Предельные отклонения
Прямые трубы	$\pm 3$ мм
Гнутые трубы диаметром до 100 мм	$\pm 10$ мм
Гнутые трубы диаметром св. 100 мм	$\pm 15$ мм

Кроме допусков на конструктивные размеры трубы, регламентируются допуски на неперпендикулярность установки соединений. Они регламентируются табл. 2 [1]

в зависимости от диаметра труб, либо  $0,5^\circ$  (европейский стандарт).

Таблица 2

Величина отклонения фланцев (колец) от перпендикулярности к оси трубы, мм

Условный проход	Величина отклонения от перпендикулярности, не более
До 100	2,0
От 100 до 200	4,0
От 200 до 400	6,0

Рассмотрим, что может произойти при монтаже трассы, состоящей всего из двух труб, если трубы были изготовлены в соответствии с требованиями стандартов (рис. 1).

Трасса состоит из труб Ду65. Допуск на неперпендикулярность установки плоскости соединения с осью трубы  $2/100$ , где 2 мм соответствует допуску для труб диаметром меньше 100 мм по табл. 17 [2], а 100 мм — это диаметр соединительной поверхности фланца Ду65.

Линейные допуски на конструктивные размеры для труб Ду65  $\pm 10$  мм [1].

В результате максимально допустимые отклонения трассы на конце первой трубы по оси Y составят:  $10 + 2 / 100 \times 2500 = 60$  мм. Это отклонение только этой трубы, однако, второе соединение на первой трубе тоже может быть установлено не перпендикулярно в пределах допуска, что добавит отклонение второй трубе к ее 60 мм, еще  $2 / 100 \times 2500 = 50$  мм. Кроме этого, допустимые угловые отклонения прямых участков трубы составляет:  $\text{tg}0,3 \times 3200 = 17$  мм. Итого общее отклонение трассы составит:  $10 + 2 / 100 \times 2500 + 2 / 100 \times 2500 + 10 + 2 / 100 \times 2500 + 17 = 177$  мм.

Если взять допустимый угол неперпендикулярности  $0,5^\circ$  (европейский стандарт), то это даст на каждом фланце по 21,8 мм:  $\sin 0,5 \times 2500$ . Всего:  $10 + 21,8 + 21,8 + 10 + 21,8 = 85,4$  мм.

Конечно, это максимальный, а не практический вариант отклонений, однако в этой схеме не показаны угловые отклонения, образующиеся при гибке у прямых участков труб. При стандартных погрешностях выполнения операций погиба и разворота в  $0,5^\circ$ , два погиба и один разворот в каждой трубе дадут дополнительные отклонения такого же порядка. Трубы, изготовленные по чертежам с такими регламентированными допусками, не удастся смонтировать. Трасса не поместится в коридор, выделенный для нее в проекте.

Как видно эти отклонения выявляются только в процессе монтажа трубопровода и приводят к смещению трассы трубопровода от выделенного для её прокладки коридора. Такое положение дел и становится причиной отказа от изготовления труб по проектным чертежам.

Исправление данной ситуации является целью проводимого диссертационного исследования (аспирант Во

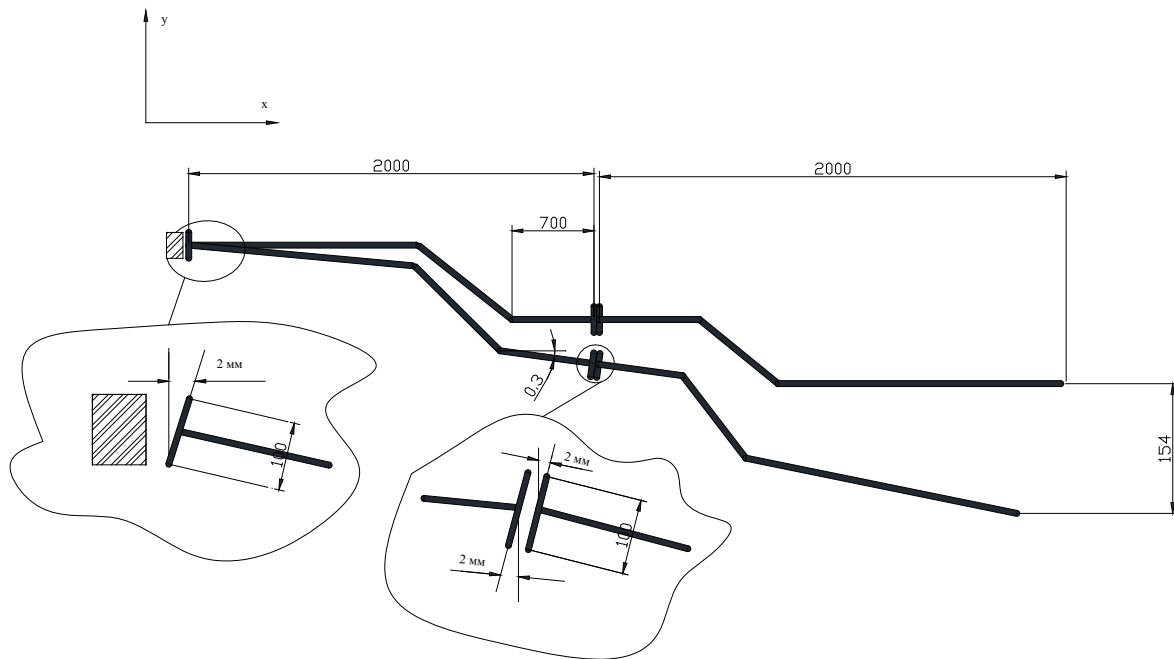


Рис. 1. Схема отклонений трассы, после монтажа двух труб, изготовленных с разрешенными допусками

Чунг Куанг, научный руководитель: Сахно Константин Николаевич).

Для исправления ситуации необходимо:

- изменить систему назначения допусков на конструктивные размеры труб при выпуске чертежей;
- разработать инструменты определения отклонений конструктивных размеров труб и компенсации этих отклонений.

Достигнута основная цель работы, связанная с исследованием взаимосвязи допускаемых отклонений координатных размеров труб и смещения трасс трубопроводов.

Основным итогом диссертационной работы является решение научных задач, связанных с обоснованием проектной трассировки трубопроводов судовых систем на основе исследований точности изготовления труб с соединениями, разработкой алгоритма и созданием прикладной программы для определения отклонений координатных размеров трассы под влиянием суммарных погрешностей изготовления труб и определения отклонений координатных размеров трассы с учётом обеспечения точности изготовления труб с соединениями при разработке технологии выпуска достоверной трассировки трубопроводов, учитывающей допуски конструктивных размеров труб, возникающих при их изготовлении по проектным чертежам, и предназначенной для обоснования проектной трассировки трубопроводов судовых систем на основе исследований точности изготовления труб с соединениями, обеспечивая получение следующих основных результатов:

1. Для компенсации отклонений трасс трубопроводов, на основе исследований точности изготовления труб с соединениями доказано, что возможность изготовления труб с допуском в одном теоретическом направлении, при этом

установлены плоскости соединений при этом установлены не перпендикулярно оси в пределах допускаемых отклонений от перпендикулярности.

2. Разработаны критерии назначения допуск труб — координатное направление для минимизации отклонения трассы в определённом (контролируемом) направлении.

3. Разработаны критерии определения отклонений трассы с учётом отступков.

4. Для возможности монтажа трассы предлагается сборку труб с соединениями, при которой второй конец трубы совмещается с выбранной осью координат с последующим передвижением второго соединения до совпадения с торцом труба по принципу минимальной величины (для малонасыщенных помещений), не нарушая условия допускаемого перекоса.

5. Предлагаемая разработка позволяет на стадии проектирования управлением и снижением возможных отклонений трассы, возникающих при изготовлении труб, минимизировать зазоры, назначаемые при трассировке трубопроводов.

6. В ходе исследований разработан алгоритм создания прикладной программы вычисления отклонений трасс для практических рекомендаций при проектировании трасс трубопроводов с учётом точности изготовления труб.

7. Разработать расчётную и методическую базу для практических рекомендаций при проектировании трасс трубопроводов с учётом точности изготовления труб.

8. Результаты разработки применимы при проектировании трасс трубопроводов, независимо от их функционального назначения.

Данная работа может использоваться при создании сложных технологических комплексов: современных мор-

ских и речных судов, нефтегазоперерабатывающих сооружений, буровых платформ, любых объектов, в составе которых есть трубопроводы.

Применение данной технологии изготовления труб открывает возможности решения многих современных проблем:

- исключение приобретения фасонных частей, необходимых для изготовления труб;
- подготовка высококлассных специалистов на основе научной и инженерной мысли;

- изготовление труб по проектной документации без уточнения размеров «по месту»;
- сокращение сроков строительства объектов за счёт увеличения изготовления труб «в задел»;
- повышение конкурентоспособности за счёт снижения сроков выполнения заказов;
- увеличение загрузки существующего оборудования для изготовления труб;
- создание и развитие инжиниринговых центров изготовления труб, как готовых для монтажа изделий.

#### Литература:

1. ОСТ 5.95057–90. Системы судовые и системы судовых энергетических установок. Типовой технологический процесс изготовления и монтажа трубопроводов. — РТП НПО «Ритм».
2. РД 5Р. 0005–93. Системы судовые и системы судовых энергетических установок. Требования к проектированию, изготовлению и монтажу труб по эскизам и чертежам с координатами трасс трубопроводов. — СПб.: ЦНИИТС.
3. Сахно, К.Н. Исследование влияния погрешностей изготовления на точность координатных размеров труб сложных судовых технологических комплексов: дис. ... канд. техн. наук / К.Н. Сахно. — СПб., 2000.
4. Сахно, К.Н. Разработка методологического подхода к применению компенсационных возможностей труб судовых систем // Сахно К.Н., До Мань Тат, Дженкова Р.В. // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. 2015. № 4. с. 38–44.
5. Сахно, К.Н. Современные методы проектирования, изготовления и монтажа трубопроводов судовых систем / Сахно К.Н., Дьяков А.С. // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. 2011. № 1. с. 26–32.

## Стенд проверки контрольно-измерительных приборов

Обухов Дмитрий Вячеславович, курсант;  
Турабов Рамазан Чахчабегович, курсант;  
Горпинченко Алексей Владимирович, курсант;  
Дюнов Василий Александрович, кандидат технических наук;  
Стрельцов Роман Вячеславович, кандидат педагогических наук, доцент  
Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации

*Авторами разрабатывается стенд, демонстрирующий принципы функционирования и позволяющий производить испытания контрольно-измерительных приборов грузовых автомобилей. Статья содержит краткое описание стенда и возможности его применения на занятиях и в ходе самостоятельной работы. Актуальность статьи обусловлена доходчивостью, наглядностью и доступностью изучаемого материала в сочетании с простотой исполнения и применения средств обучения.*

**Ключевые слова:** демонстрационный стенд; наглядность; доходчивость; технические средства обучения.

Сложный характер решаемых задач, стоящих перед войсками национальной гвардии Российской Федерации, непрерывный процесс развития военного искусства и военной техники требуют непрерывного совершенствования процесса подготовки офицерских кадров. Эффективность боевого применения оружия и техники в решающей степени зависит от уровня военно-технической подготовленности выпускников военно-учебных заведений. Техническая грамотность офицеров и всего личного состава по существу превратилась в один из главных показателей боеспособности и боеготовности войск.

Организация учебного процесса в ВУЗах призвана обеспечить современный научный уровень в подготовке кадров, связать в единый комплекс все виды учебной работы, осуществить определенную последовательность и взаимосвязь как между видами учебных занятий, так и между учебными дисциплинами внутри единой системы подготовки офицерских кадров. Особое внимание должно быть уделено практическим занятиям с вооружением и техникой.

Повышение уровня методики проведения занятий в ВУЗах по изучению устройства систем образцов воору-



жения, военной и специальной техники невозможно без совершенствования методики преподавания и развития учебно-материальной базы.

Доходчивость изложения учебного материала с использованием наглядности обучения является необходимым условием успешного усвоения его обучающимися. Для выполнения этого условия руководитель должен учитывать уровень общей и технической подготовки обучающихся, их предварительную подготовку к усвоению учебных вопросов, изучаемых на данном занятии.

Наглядность является одним из лучших способов сделать обучение доходчивым, а, следовательно, и успешным. Это объясняется тем, что зрительные восприятия обычно более доходчивы, чем сложные пояснения.

Как известно, средствами наглядного обучения являются натуральные (детали, механизмы, учебные разрезные агрегаты и стенды) и изобразительные наглядные пособия (учебные плакаты, чертежи, схемы, модели, макеты, учебные кинофильмы, диафильмы и т. п.).

Лучшим способом применения наглядных пособий является переход от схемы (или другого вида изобразительного наглядного пособия) к действительному устройству механизма, агрегата или системы. Такой способ соответствует одному из принципов обучения — от простого к сложному.

Взаимная связь теории с практикой предусматривает логичное сочетание в учебном процессе элементов научного объяснения закономерностей процессов и явлений с их применением в практической деятельности [1, с. 15]

Одним из наиболее сложных для усвоения обучаемых систем автомобиля является электрооборудование, требующее глубокое знание физики и электротехники, понимание происходящих физических процессов и их взаимного влияния [2, с. 50].

В частности, значительную сложность представляет изучение принципов функционирования контрольно-измерительных приборов автомобилей. Натуральным наглядным пособием, позволяющим углубить понимание принципов функционирования, может являться разрабатываемый стенд проверки контрольно-измерительных приборов грузовых автомобилей.

Демонстрационный стенд представляет собой демонстрационное устройство, которое содержит каркас, на котором размещены щиток приборов автомобиля ГАЗ-3308 с указателями и датчики, размещенные в камерах и на эталонных шаблонах. На каркасе также размещены источник постоянного тока (аккумуляторная батарея), источник сжатого воздуха (автомобильный компрессор) и нагревательный элемент [3, с. 43]

Камеры стенда позволяют производить одновременное испытание нескольких датчиков (рис. 1). Так камера проверки датчиков давления позволяет одновременно осуществлять испытание датчика указателя масла, датчика аварийного давления масла, указателя давления воздуха, и представляет собой резервуар с размещенными датчиками, в который компрессором подается воздух под давлением. В качестве эталонного указателя давления выступает лабораторный прибор.

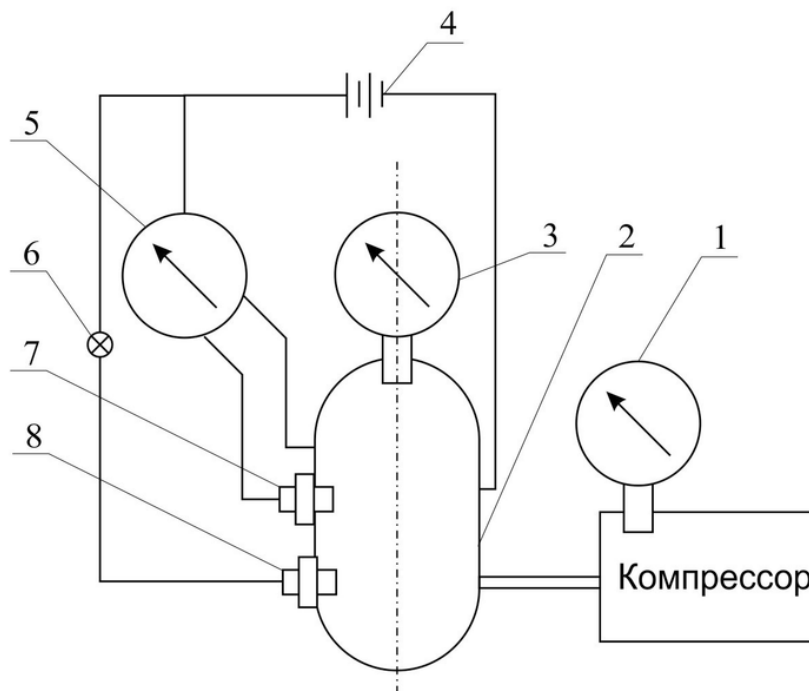


Рис. 1. Камера проверки датчиков давления: 1 — манометр компрессора; 2 — резервуар; 3 — лабораторный манометр; 4 — аккумуляторная батарея; 5 — указатель давления; 6 — лампа аварийного давления; 7 — датчик указателя давления; 8 — датчик аварийного давления

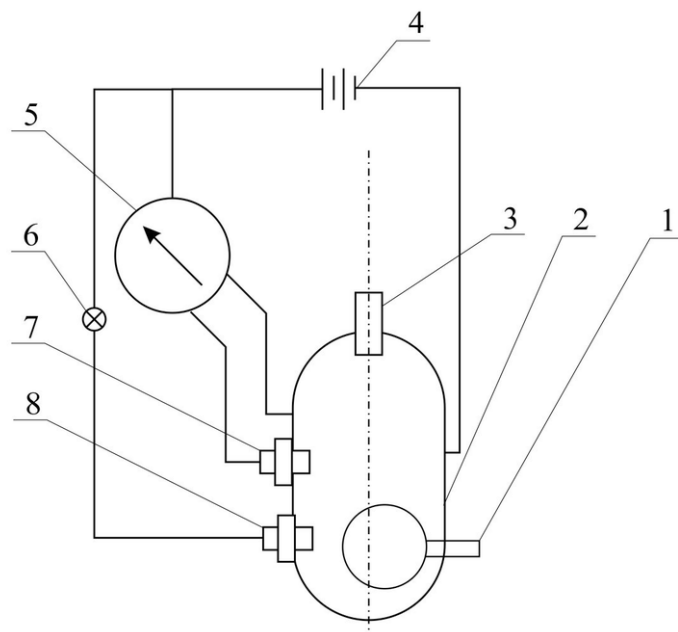


Рис. 2. Камера проверки датчиков температуры: 1 – нагревательный элемент; 2 – резервуар; 3 – лабораторный (эталонный) термометр и клапан; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – указатель температуры; 6 – лампа аварийной температуры; 7 – датчик указателя температуры; 8 – датчик аварийной температуры

Камера проверки датчиков температуры представляет собой резервуар, заполняемый жидкостью с размещенным в нем нагревательным элементом (рис. 2). Герметичность и установка предохранительного клапана позволяет достигать температуры кипения жидкости в 110–120 °С, что обеспечивает возможность проверки датчиков аварийной температуры. В качестве эталонного прибора выступает лабораторный термометр.

На эталонном шаблоне размещается датчик уровня топлива, что позволяет сравнивать показания прибора с эталонными значениями для выбранного типа датчика, указанными на стенде. Также стенд позволяет осуществлять проверку исправности аварийного уровня топлива датчика.

Таким образом разработка не только соответствует воплощению многих принципов обучения, но и расширяет учебно-материальную базу учебного заведения, наглядно показывает особенности конструкции и принципы работы контрольно-измерительных приборов, помогает более качественно усвоить изучаемый материал, не требует крупных материальных и денежных затрат на изготовление и его обслуживание, проста в применении и может быть рекомендована в образовательном процессе РОСТО (ДОСААФ) и учебных заведений силовых структур по подготовке специалистов технического обеспечения.

#### Литература:

1. Васильев, В. Г. Особенности методики преподавания технических дисциплин в высших учебных заведениях профессионального образования ВВ МВД России. Учебное пособие / В. Г. Васильев, В. А. Дюнов, С. В. Кривенко. Владикавказ.: СКВИ ВВ МВД России, 2007.
2. Стрельцов, Р. В., Федоров Р. Ю. Информационные и коммуникационные технологии как средство обучения курсантов военных вузов ВВ МВД России / международная научно-практическая конференция. Евразийский союз ученых: Европа-Азия, № 9 (18). с. 50–52
3. Тимофеев, Ю. Л. Электрооборудование автомобилей. Устранение и предупреждение неисправностей / Ю. Л. Тимофеев, Г. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. М.: Транспорт, 1994.

## Тенденции развития ракет ближней тактической зоны

Шилин Павел Дмитриевич, инженер

АО «Конструкторское бюро приборостроения имени академика А.Г. Шипунова» (г. Тула)

*В настоящее время все большее внимание уделяется национальной безопасности страны. Именно поэтому в представленной работе проведен анализ актуального вопроса тенденций развития ракет ближней тактической зоны.*

**Ключевые слова:** национальная безопасность, военное дело, ракеты, тактическая зона, ближняя тактическая зона.

В целях обеспечения национальной безопасности используются ракеты с ближним радиусом действия — в зонах приграничных областей. Основная цель использования данного оружия заключается в обеспечении безопасности национальных границ. Особое место ракеты с малым радиусом действия занимают в обеспечении безопасности в приграничных районах, где имеются предпосылки к возникновению вооруженных конфликтов. Развитие ракет ближней тактической зоны имеет свои тенденции.

С учетом малого радиуса действия и размещения ракетных комплексов на территории государства-собственника упор делается на безопасность пуска. Поэтому в ходе испытания новых ракет особое внимание уделяется аэродинамическим свойствам ракет — точности пуска, погрешности от изменения заданного курса. [1]

В ходе испытаний оцениваются показатели скорости полета — чем быстрее ракета будет достигать цели в радиусе поражения, тем более эффективным будет ее применение на оборонительных рубежах. Высота полета у ракет малого радиуса действия в пределах ближней тактической зоны обычно не превышает нескольких сотен метров. Конструкция ракет малого радиуса действия должна быть облегченной, гарантировать эффективность и точность навигации с использованием автоматики и механики. В зависимости от боевых задач, которые ставятся перед использованием боевых ракет, находятся особенности конструкции и свойства поражающих объектов. Первостепенное значение для ракет малого радиуса действия имеет дальность пуска.

Поэтому на этапе испытаний определяются максимальные значения того расстояния, которое может пройти ракета. В зависимости от местонахождения цели, это может быть полет в небо, поражение цели на воде или на холмистой местности. Для ракет малого радиуса действия характерно размещение на носителе, который разгоняет ракету и обеспечивает ее необходимой силы для поражения цели, удаленной на расстояние.

В ближней тактической зоне, как правило, используются разные модификации ракетных комплексов. С учетом растущих потенциальных угроз в последнее время делается упор на разработку ракет, которые могут поражать цели как на земле, так и в воздухе. [2]

С учетом того, что ракетные комплексы отслеживаются системами противовоздушной обороны, конструкционные

разработки должны учитывать специфику работы этих отслеживающих комплексов. Так, с целью исключения возможности отслеживания чаще используются такие ракеты, которые могут развивать высокую скорость и проходить в плоскости, которая не отслеживается системой противовоздушной обороны. При этом ракеты с малым радиусом действия должны отличаться точностью наведения, так как на территории ближней тактической зоны могут находиться как военные, так и мирные жители.

При этом существенное значение играет стоимость производства ракет — чем она ниже и чем ракета эффективнее, тем более ценной она является для ближней зоны тактического поражения. Конкретная компоновка ракет ближнего радиуса действия зависит от требований для обеспечения безопасности пуска. Важно обеспечить полное и безотказное отделение ракеты от носителя вне зависимости от нахождения цели в воздухе, на воде или на земле.

Конструкция ракеты должна быть прочной, обеспечивать выход на полную мощность двигателя за короткий промежуток времени с учетом того, что секунды местоположение объекта может измениться на несколько десятков метров.

В последнее время при разработке ракет для работы в ближней зоне тактического поражения упор делается на такие ракетные установки, которые позволяют обеспечить точность навигации. Также допускается корректировка заданного курса при изменении положения цели. Это позволяет гарантировать точное попадание и максимальное поражение объектов инфраструктуры противника. [3]

Большое значение при конструировании ракет играют аэродинамические свойства, потому что они определяют точность поражения, скорость достижения ракетой заданной цели. Возможность применения ракет происходит с оценкой их различных параметров. Так, значения скорости и высоты полета ракеты должны быть сбалансированы, а внедренная в ракету модель воздушно-реактивного двигателя должна отличаться малым расходом топлива.

При этом должно быть обеспечено эффективное достижение наращивания удельной тяги. Для ракет, которые используются для поражения кораблей, характерно наличие конструкции с крестообразным крылом. Такая конструктивная особенность обеспечивает высокие аэродинамические свойства ракеты и безопасность пуска.

Многие специалисты сходятся во мнении о том, что для поражения корабельных целей такая конструкция ракет будет использоваться и в будущем.

Для ракет, которые летят на низких высотах, характерно наличие маневренной конструкции. Это связано с обеспечением безопасности пуска и эффективности поражения целей на коротком расстоянии. С учетом того, что некоторые виды целей могут отклоняться от своего положения с целью уйти от поражения, конструирование ракет для ближней тактической зоны ориентировано на обеспечение маневренности самих пусковых установок и ракет. [4]

В последнее время в ракетостроительной отрасли наметилось несколько тенденций по совершенствованию конструкций ракет, которые используются для защиты рубежей сегодня. В первую очередь упор делается на экономичность использования ракет, так как боевые комплексы являются мобильными и пополнение топливных запасов не представляется возможным в случае ведения активных боевых действий. Поэтому при разработке новых моделей ракет для работы в ближней тактической зоне упор делается на возможности для повышения КПД.

В последние годы военная промышленность стала выпускать двигатели с увеличенным рабочим циклом. Это позволяет снизить риски отказа ракетных установок. Все те разработки, которые описаны выше, имеют принципиальное значение для развития ближней тактической зоны.

Во-первых, с учетом масштабов государственных границ требуется обеспечить мобильности ракетных установок, то есть, их быстрое перемещение на значительные расстояния.

Во-вторых, это размещение ракетных установок на высотах и в плоскостях, которые нельзя отследить при помощи системы противовоздушной обороны и беспилотных летательных аппаратов. Поэтому объекты, размещаемые в ближней тактической зоне, должны предусматривать различные и эффективные варианты маскировки.

В-третьих, это повышение общих сил армии, так как ракетные комплексы используются в составе других подразделений артиллерии. С одной стороны, ракетные комплексы должны эффективно решать свои задачи, с другой стороны, они должны обеспечивать безопасность боевых соединений и их передвижения.

В зависимости от особенностей боевой установки, ракетные комплексы в ближней тактической зоне должны обеспечивать эффективную защиту государственных границ, поражать цели, готовиться к поражению целей, которые направляются для пересечения государственной границы. С учетом высокой плотности населения и малых нейтральных зон между границами стран требуется обеспечить развитие ближней тактической зоны, сделав упор на совершенствование технических характеристик ракетных комплексов. В связи с напряженной обстановкой в мире предполагается, что государства мира сделают упор на защиту своих государственных границ, основной контингент армии будет стянут к ближним рубежам. [5]

Поддержка боеспособности соединений будет обеспечиваться с воздуха с использованием истребителей и ракет, а на земле с использованием мобильных ракетных комплексов, которые могут поражать цели в воздухе и на земле.

В целом можно говорить о том, что развитие ближней тактической зоны имеет высокие тенденции для повышения боеспособности армии и повышения эффективности ведения боев на земле. Военная промышленность для обеспечения защиты и приведения в полную боеготовность войсковых соединений совершенствует конструкцию самих ракет и их носителей. Усовершенствование технических параметров позволяет повысить точность поражения, обеспечить экономичность использования ракет и снизить себестоимость их производства. Поэтому развитие ближней тактической зоны предопределено напряженностью в мире и стремлением государств гарантировать внутреннюю безопасность.

#### Литература:

1. Барабанов, А. М. Создание и развитие ракетных войск Сухопутных войск // Бомбардир. 2014. № 19. с. 23–27.
2. Иващенко, В. Ф., Ташевский А. Г., Халуторный Н. Я. О ракетах, ракетных формированиях и 233-й ракетной бригаде. Исторический очерк. СПб.: Изд-во МВАА, 2015.
3. Ивкин, В. В. Решение на прорыв // Военно-промышленный курьер. 2016. 24 мая. № 19 (135).
4. Моргентау, Г. Четыре парадокса ядерной стратегии // Американцы размышляют, американцы критикуют: сб. ст. М.: Прогресс, 2015.
5. Новоселов, В. Н. Реализация мобилизационных возможностей советской экономики в процессе развития оборонно-промышленного комплекса СССР (1946–1965 гг.) // Мобилизационная модель экономики: исторический опыт России XX века: материалы Всерос. науч. конф. / под ред. Г. А. Гончарова, С. А. Баканова. Челябинск: ООО «Энциклопедия», 2013. с. 211–220.
6. Постников, А. Г. Ракетные войска и артиллерия — главная огневая сила сухопутных войск // Патриотизм в защите Отечества — традиции Российской Армии: тем. сб. / под ред. М. И. Фролова, Н. Я. Гребенева. СПб.: «СПб СРП «Павел» ВОГ», 2012. с. 35–43.

## СТРОИТЕЛЬСТВО

## Обработка результатов экспериментальных исследований влияния деформационной анизотропии на величину модуля сдвига грунтовых образцов

Тельпуховская Анна Антоновна, аспирант

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Главной проблемой современного строительства является надежное прогнозирование напряженно-деформированного состояния, поэтому необходимо учитывать реальные свойства грунтовых оснований, что позволит получить наиболее надежные и экономичные варианты фундаментов при обеспечении достаточной безопасности в процессе их эксплуатации. Экспериментальные исследования влияния деформационной анизотропии грунтов на величину сопротивления сдвигу образцов, отобранных с различных глубин по взаимно перпендику-

лярным направлениям, были выполнены в приборе одноплоскостного среза. Кроме этого, были поставлены задачи выявить влияние деформационной анизотропии на модуль сдвига  $G$  и на угол наибольшего отклонения  $\varphi_{max}$ . Лабораторные испытания для определения величины сопротивления сдвигу проводились методом одноплоскостного среза согласно ГОСТ 12248–2012 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости» прибором ПСГ-2М.

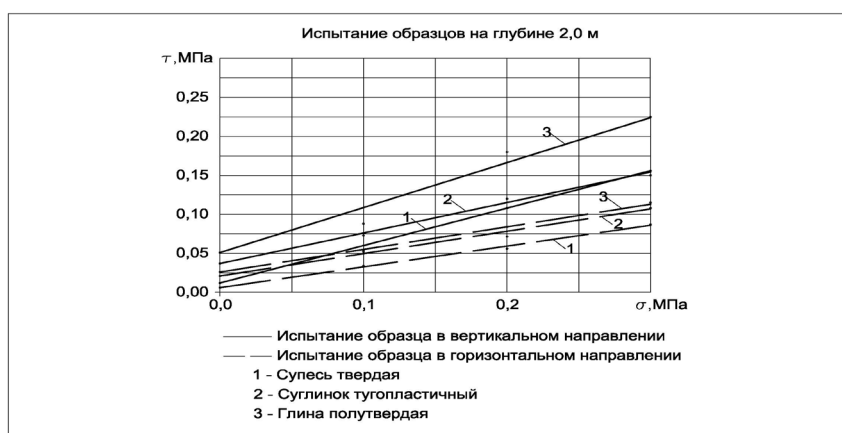


Рис. 1. Зависимость сопротивления сдвигу  $\tau$ , МПа от давления  $\sigma$ , МПа на глубине 2,0 м: 1 – супесь твердая; 2 – суглинок тугопластичный; 3 – глина полутвердая; — Испытанные образцы в вертикальном направлении; - - Испытанные образцы в горизонтальном направлении

Испытывались образцы разных видов грунта (супеси, суглинки и глины), отобранные на глубинах 2,0; 4,0; 6,0; 9,0 м. По результатам, полученным лабораторными испытаниями образцов, были построены графики зависимости сопротивления сдвигу, МПа от давления, МПа на разных глубинах. В качестве примера на рисунке 1 представлены результаты образцов трех видов грунта, отобранных на глубине 2,0 м в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Анализ результатов показал, что величина сопротивления сдвигу постепенно возрастает до

определенной глубины, но затем начинает снижаться. Это связано с тем, что с увеличением глубины деформации в грунтовых основаниях начинают затухать.

Чтобы выявить влияние деформационной анизотропии грунтов на величину модуля сдвига были исследованы образцы, отобранные вдавливанием колец в грунт, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Модуль сдвига  $G$  были определены по зависимости:

$$G = t/g, \quad (1)$$

где  $t$  — сопротивление сдвигу;  $g$  — деформация сдвига

При обработке данных были получены зависимости изменения величины модуля сдвига от величины сдвиговых деформаций, из чего можно сделать вывод, что величина модуля сдвига образца, отобранного в вертикальном направлении, превышает по значению образец, отобранный в горизонтальном направлении. Лабораторные испытания для определения модуля деформации проводились согласно ГОСТ 12248–2012 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости» автоматическим компрессионным релаксометром АКР-2.

Испытывались образцы разных видов грунта (супеси, суглинки и глины), отобранные на глубинах 2,0; 4,0; 6,0;

9,0 м. По результатам, полученным в лабораторных испытаниях, составлена (таблица 1) результатов расчета коэффициента анизотропии грунтов,  $\alpha$ . Для каждого вида грунта было рассчитано среднее значение коэффициента анизотропии  $\alpha$ . Наряду с вышеперечисленными исследованиями была рассмотрена область пластических деформаций — потенциальная зона разрушения грунта.

Влияние показателя деформационной анизотропии на угол наибольшего отклонения  $\varphi_{\max}$ . Исследование, позволяющее оценить степень приближения напряженного состояния основания к предельному.

Таблица 1

Результаты расчета коэффициента анизотропии грунтов,  $\alpha$ 

Наименование грунтов	Глубина отбора пробы, м	Значения модуля деформации по данным компрессионных испытаний, МПа		Коэффициент анизотропии, $\alpha$	
		образцов, вырезанных перпендикулярно (вертикально) плоскости изотропии, $E_{\text{верт.}}$	образцов вырезанных параллельно (горизонтально) плоскости изотропии, $E_{\text{гор.}}$	частные значения	средние значения
Супесь твердая	2,0	10,1	10,3	0,98	1,06
	4,0	12,5	11,6	1,08	
	6,0	11,1	10,3	1,08	
	9,0	13,5	12,0	1,12	
Суглинок тугопластичный	2,0	6,3	5,3	1,21	1,17
	4,0	4,3	3,7	1,16	
	6,0	16,9	14,2	1,19	
	9,0	16,0	14,6	1,10	
Глина полутвердая	2,0	6,5	5,4	1,20	1,23
	4,0	5,9	4,8	1,22	
	6,0	8,3	6,6	1,25	
	9,0	9,2	7,4	1,24	

Для этого в каждой характерной зоне вычислялись величины главных напряжений: определялся  $\varphi_{\max}$  — угол наибольшего отклонения полного давления от нормали к площадке, на которой оно действует:

$$\sigma_{1,3} = \frac{(\sigma_z + \sigma_x)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_z - \sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_x^2}, \quad (2)$$

$$\sin \varphi_{\max} = (s_1 - s^3) / (s_1 + s^3 + 2c \cdot \text{ctg } j), \quad (3)$$

Напряжения  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$  вычислены по известным зависимостям теории напряжений при осредненных (для каждой из зон I–III) значениях напряжений  $\sigma_z$ ,  $\sigma_x$  и  $\tau_{zx}$ .

В случае несвязного грунта удельное сцепление в грунте  $c = 0$ . Зависимость отношения  $\theta_{\max \alpha} / \theta_{\max}$  от показателя анизотропии  $\alpha$  при  $\rho = 0,1$  и  $0,5$  МПа. Как было установлено, практически неизменным при изменении  $\alpha$  ( $a = E_z/E_x$ , где  $E_z$  и  $E_x$  — модули деформации в вертикальном и горизонтальном направлениях) значениям  $\sigma_z$  (в зонах I... III) соответствуют увеличивающиеся (при  $\alpha < 1$ ) или уменьшающиеся (при  $\alpha > 1$ ), по сравнению с решением изотропной среды, значения  $\sigma_x$  и  $\tau_{zx}$ .

Это обстоятельство усиливает или снижает тенденцию к появлению сдвигов в этих зонах. Так, расчетом установлено, что при значениях  $\alpha = 1; 2$  и  $0,5$  ( $v_{zx} = v_{yx} = 0,30$ ) среднее для зоны I значение угла наибольшего отклонения  $\theta_{\max} = 63^\circ, 79^\circ$  и  $48^\circ$  соответственно. Это означает, что при прочих равных условиях, показателю  $\alpha = 2$  будет соответствовать уменьшенное значение расчетного сопротивления грунта основания  $R$ , а показателю  $\alpha = 0,5$  — увеличенное, по сравнению с расчетным сопротивлением, установленным для изотропной полуплоскости.

В зоне II значениям  $\alpha = 1; 2$  и  $0,5$  соответствуют величины  $\theta_{\max} = 30^\circ, 41^\circ$  и  $11^\circ$ ; в зоне III —  $\theta_{\max} = 52^\circ, 60^\circ$  и  $39^\circ$ . Как видно, в каждой из зон влияние изменения  $\alpha$  на величину  $\theta_{\max}$  качественно одинаково. Однако, при любом значении  $\alpha$ , угол  $\theta_{\max}$  в зоне I больше, чем в других зонах, в зоне II — он минимален. Эти данные хорошо согласуются с экспериментальными результатами, свидетельствующими о развитии областей сдвигов в зоне I и появлении уплотненного ядра в зоне II, где напряженное состояние далеко от предельного. Примеры вычисления угла наибольшего отклонения  $\theta_{\max}$  для зон I–III приведены в таблицах 2–4.



Таблица 2

Пример вычисления угла наибольшего отклонения (для зоны 1;  $n = 0,3$ )

$Ez = Ex$ $\alpha = 1$	$Ez > Ex$ $\alpha = 2$	$Ez < Ex$ $\alpha = 0,5$
$\sigma_z = 0,161$ МПа $\sigma_x = 0,037$ МПа $\tau_{zx} = 0,063$ МПа	$\sigma_z = 0,161$ МПа $\sigma_x = 0,017$ МПа $\tau_{zx} = 0,050$ МПа	$\sigma_z = 0,161$ МПа $\sigma_x = 0,078$ МПа $\tau_{zx} = 0,080$ МПа
A. $(\sigma_z + \sigma_x)/2 = 0,099$ $(\sigma_z - \sigma_x)/2 = 0,062$ $((\sigma_z - \sigma_x)/2)^2 = 0,003844$ $\tau^2_{zx} = 0,003969$	0,0890 0,0720 0,005184 0,00250	0,1195 0,0415 0,001521 0,0064
Б. $\sqrt{\left(\frac{\sigma_z - \sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{zx}^2} =$ = 0,08839	0,087658	0,089
$\sigma_1 = A+B = 0,18739$ $\sigma^3 = A-B = 0,01061$	$\sigma_1 = 0,17666$ $\sigma^3 = 0,001342$	$\sigma_1 = 0,2085$ $\sigma^3 = 0,0305$
$(\sigma_1 - \sigma^3)/(\sigma_1 + \sigma^3) =$ 0,17678/0,1980=0,8928 $\sin \theta_{\max} = 0,8928$ $\theta_{\max} = 63^\circ,13$	0,175318/0,178002 0,985 $\sin \theta_{\max} = 0,985$ $\theta_{\max} = 79^\circ$	0,178/0,239 0,745 $\sin \theta_{\max} = 0,745$ $\theta_{\max} = 48^\circ,12$
эталон — расчетное сопротивление — R, при $p = \text{const} - b$	основание слабее, чем при $\alpha=1, R_1 < R,$ при $b = \text{const} - b_1 > b$	основание прочнее, чем при $\alpha=1, R_2 > R,$ при $p = \text{const} - b^2 < b$
В пределе: сила предельного сопротивления основания $F_u$ [1]	Если $\alpha \rightarrow \infty$ — одноосное сжатие $F_{u1} < F_u$	Если $\alpha \rightarrow 0$ — компрессия $F_{u^2} > F_u$

Таблица 3

Пример вычисления угла наибольшего отклонения (для зоны II;  $n = 0,3$ )

$Ez = Ex$ $\alpha = 1$	$Ez > Ex$ $\alpha = 2$	$Ez < Ex$ $\alpha = 0,5$
$\sigma_z = 0,310$ МПа $\sigma_x = 0,110$ МПа $\tau_{zx} = 0,002$ МПа	$\sigma_z = 0,310$ МПа $\sigma_x = 0,064$ МПа $\tau_{zx} = 0,004$ МПа	$\sigma_z = 0,310$ МПа $\sigma_x = 0,210$ МПа $\tau_{zx} = 0,003$ МПа
A. $(\sigma_z + \sigma_x)/2 = 0,21$ $(\sigma_z - \sigma_x)/2 = 0,10$ $((\sigma_z - \sigma_x)/2)^2 = 0,01$ $\tau^2_{zx} = 0,000004$	0,187 0,123 0,01513 0,000016	0,260 0,050 0,0025 0,000009
Б. $\sqrt{\left(\frac{\sigma_z - \sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{zx}^2} =$ = 0,10	0,123	0,05
$\sigma_1 = 0,31$ $\sigma^3 = 0,11$	$\sigma_1 = 0,31$ $\sigma^3 = 0,064$	$\sigma_1 = 0,31$ $\sigma^3 = 0,21$
$(\sigma_1 - \sigma^3)/(\sigma_1 + \sigma^3) = 0,51$ $\sin \theta_{\max} = 0,5$ $\theta_{\max} = 30^\circ$	0,66 $\sin \theta_{\max} = 0,66$ $\theta_{\max} = 41^\circ,18$	0,19 $\sin \theta_{\max} = 0,19$ $\theta_{\max} = 11^\circ$
Эталон R b	слабее, $R_1 < R b_1 > b$	прочнее, $R_2 > R b^2 < b$
В пределе: $F_u$	одноосное сжатие $F_{u1} < F_u$	компрессия $F_{u^2} > F_u$

Таблица 3

Пример вычисления угла наибольшего отклонения (для зоны II;  $n = 0,3$ )

$E_z = E_x$ $\alpha = 1$	$E_z > E_x$ $\alpha = 2$	$E_z < E_x$ $\alpha = 0,5$
$\sigma_z = 0,310$ МПа $\sigma_x = 0,110$ МПа $\tau_{zx} = 0,002$ МПа	$\sigma_z = 0,310$ МПа $\sigma_x = 0,064$ МПа $\tau_{zx} = 0,004$ МПа	$\sigma_z = 0,310$ МПа $\sigma_x = 0,210$ МПа $\tau_{zx} = 0,003$ МПа
A. $(\sigma_z + \sigma_x)/2 = 0,21$ $(\sigma_z - \sigma_x)/2 = 0,10$ $((\sigma_z - \sigma_x)/2)^2 = 0,01$ $\tau_{zx}^2 = 0,000004$	0,187 0,123 0,01513 0,000016	0,260 0,050 0,0025 0,000009
Б. $\sqrt{\left(\frac{\sigma_z - \sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{zx}^2} =$ $= 0,10$	0,123	0,05
$\sigma_1 = 0,31$ $\sigma^3 = 0,11$	$\sigma_1 = 0,31$ $\sigma^3 = 0,064$	$\sigma_1 = 0,31$ $\sigma^3 = 0,21$
$(\sigma_1 - \sigma^3)/(\sigma_1 + \sigma^3) = 0,51$ $\sin \theta_{\max} = 0,5$ $\theta_{\max} = 30^\circ$	0,66 $\sin \theta_{\max} = 0,66$ $\theta_{\max} = 41^\circ,18$	0,19 $\sin \theta_{\max} = 0,19$ $\theta_{\max} = 11^\circ$
Эталон R b	слабее, $R_1 < R$ $b_1 > b$	прочнее, $R_2 > R$ $b^2 < b$
В пределе: $F_u$	одноосное сжатие $F_{u1} < F_u$	компрессия $F_{u^2} > F_u$

Таблица 4

Пример вычисления угла наибольшего отклонения (для зоны III;  $n = 0,3$ )

$E_z = E_x$ $\alpha = 1$	$E_z > E_x$ $\alpha = 2$	$E_z < E_x$ $\alpha = 0,5$
$\sigma_z = 0,311$ МПа $\sigma_x = 0,036$ МПа $\tau_{zx} = 0,003$ МПа	$\sigma_z = 0,315$ МПа $\sigma_x = 0,022$ МПа $\tau_{zx} = 0,001$ МПа	$\sigma_z = 0,303$ МПа $\sigma_x = 0,068$ МПа $\tau_{zx} = 0,010$ МПа
A. $(\sigma_z + \sigma_x) = 0,347$ $(\sigma_z - \sigma_x) = 0,275$	0,337 0,293	0,371 0,235
$\sin \theta_{\max} = 0,79$ $\theta_{\max} = 52^\circ,12$	$\sin \theta_{\max} = 0,87$ $\theta_{\max} = 60^\circ,5$	$\sin \theta_{\max} = 0,64$ $\theta_{\max} = 39^\circ,4$
эталон R	слабее, $R_1 < R$	прочнее, $R_2 > R$
в пределе — $F_u$	одноосное сжатие — $F_{u1} < F_u$	компрессия — $F_{u^2} > F_u$

По всем трем зонам I–III результаты качественно одинаковы:

Эталон, R	Слабее, $R_1 < R$	прочнее, $R_2 > R$
$F_u$	$F_{u1} < F_u$	$F_{u^2} > F_u$
b	$b_1 > b$	$b^2 < b$

Соотношение между b,  $b_1$  и  $b^2$  определяется соотношением полных (природных плюс дополнительных) главных напряжений, а не только соотношений исследованных напряжений от нагрузки, которую можно считать дополнительной (к природной). Осадки фундамента зависят не

только от  $a = E_z / E_x$ , но и от величины  $E_z$  (в большей степени, чем от a). Полученные расчетом компоненты напряжений  $\sigma_z$ ,  $\sigma_x$  и  $\tau_{zx}$  достаточны для полной оценки напряженного состояния полуплоскости и выявления тенденции к упрочнению или разрушению анизотропной среды в каждой из рассмотренных зон I–III при изменении показателя анизотропии  $\alpha$ .

**Выводы.** Учет деформационной анизотропии грунта в зонах I–III приводит к изменению размеров зон сдвигов и величины расчетного сопротивления грунта R, следствием чего является необходимость проведения корректировки

размеров фундаментов по сравнению с размерами, установленными без ее учета. При возрастании показателя анизотропии в каждой из рассмотренных зон I–III происходит нарастание признаков, соответствующих появлению

условий предельного напряженного состояния, что необходимо учитывать в расчетах грунтовых оснований, что, в свою очередь, позволит повысить обоснованность, точность и надежность принимаемых решений.

#### Литература:

1. Свод правил СП 22.1333.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83\*. — М.: Министерство регионального развития, 2011. — 160 с.
2. ГОСТ 12248–2012 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости»
3. Коробова, О. А., Максименко Л. А. Методы усовершенствования расчета осадок грунтовых оснований //Интерэкспо Гео-Сибирь: Сб. материалов XI Междунар. науч. конф. (13–25 апреля 2015 г.), г. Новосибирск: СГУГиТ, 2015. — Т. 1. — № 1, — с. 194–199.
4. Коробова, О. А., Максименко Л. А. Результаты исследования численными методами влияния мощности анизотропных линейно-деформируемых слоев на их осадки //Интерэкспо Гео-Сибирь: Сб. материалов XII Междунар. науч. конф. (18–22 апреля 2016 г.), г. Новосибирск: СГУГиТ, 2016. — Т. 2. — с. 125–13.

## Исследование влияния отходов горнодобывающего комбината на свойства керамического черепка

Шоева Татьяна Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

*Приведены результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств керамического черепка на основе состава, включающего глину Каменского месторождения Новосибирской области, а также отход щебеночного производства (альбитофир) в качестве добавки. Альбитофир выступает как отощающая добавка и плавень. Состав был разработан для получения высокой плотности и прочности при сжатии. Также учитывались такие свойства материала, как водопоглощение, коэффициент размягчения.*

**Ключевые слова:** альбитофир, средняя плотность, предел прочности при сжатии.

В Новосибирской области существует дефицит высококачественных глин, который приводит к необходимости использовать при производстве стеновой керамики пылеватые суглинки и супеси. Данной сырье относится к умеренно- и среднепластичному, является высокочувствительным к сушке, склонным к трещинообразованию и неспекающимся [1]. Для улучшения качества керамических изделий из такого глинистого сырья необходимо в состав шихты вводить корректирующие добавки. Поэтому актуальным направлением в производстве строительной керамики является поиск добавок, позволяющих одновременно получить материал с высокими эксплуатационными характеристиками и невысокой себестоимостью.

В настоящее время Новосибирская область занимает лидирующие позиции по добыче общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ) в Сибирском федеральном округе [2]. Однако добыча этих ископаемых является источником огромного количества отходов, требующих утилизации. Большой объем добычи осуществляют в Тогулчинском районе, где месторождения строительных камней представлены магматическими породами различного со-

става. Дисперсные отходы камнедробления этих горных пород могут служить потенциальным источником добавок, улучшающих качество строительной керамики.

В качестве основного сырья исследовалось глинистое сырье Каменского месторождения, который имеет бурый цвет, грубодисперсную структуру, по числу пластичности относится к умеренно пластичному [3]. Согласно гранулометрического состава (табл. 1) глинистое сырье относится к пылеватому суглинку.

Наглядно это представлено на тройной диаграмме В. В. Охотина (рис. 2).

Химический состав суглинка, мас. %:  $\text{SiO}_2$ –64,6;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ –14,36;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ –4,52;  $\text{CaO}$  — 5,52;  $\text{MgO}$  — 1,36;  $\text{R}_2\text{O}$  — 3,76; п. п. п. — 6,69. Как следует из состава, исследуемая глина относится к полукислым, с высоким содержанием красящих оксидов [4].

Методом порошковой дифракции с использованием дифрактометра D8 Advance установлено, что глинистое сырье относится к монтмориллонитово-гидрослюдистому (рис. 2). Так же отмечается присутствие кварца, кальцита, индиалита, мусковита, альбита, хлорит-серпентина.

Таблица 1

## Гранулометрический состав глинистого сырья

Содержание, % по объему		
Глинистые частицы (<0.005 мм)	Пылеватые частицы (0,05–0.005 мм)	Песчаные частицы (1–0.05мм)
15,86	49,14	35

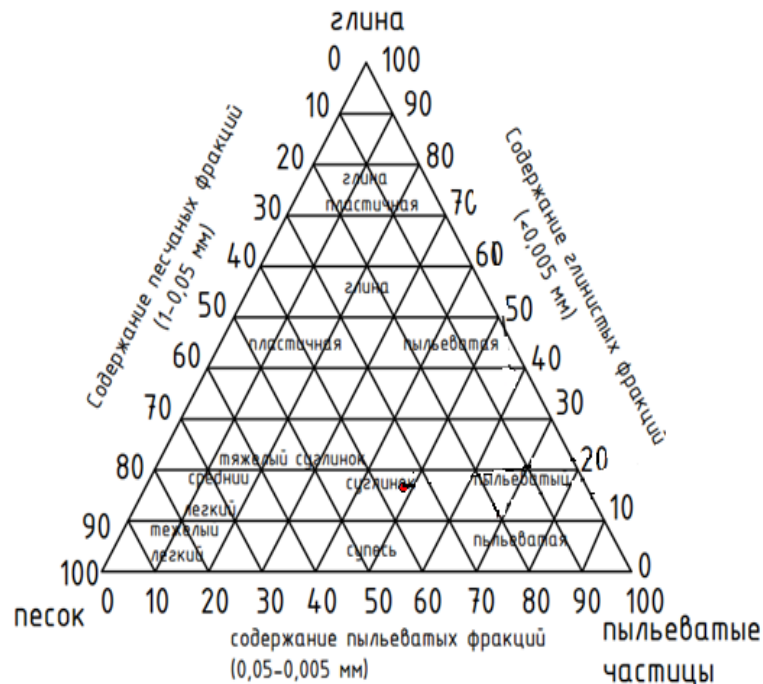


Рис. 1. Тройная диаграмма В.В. Охотина

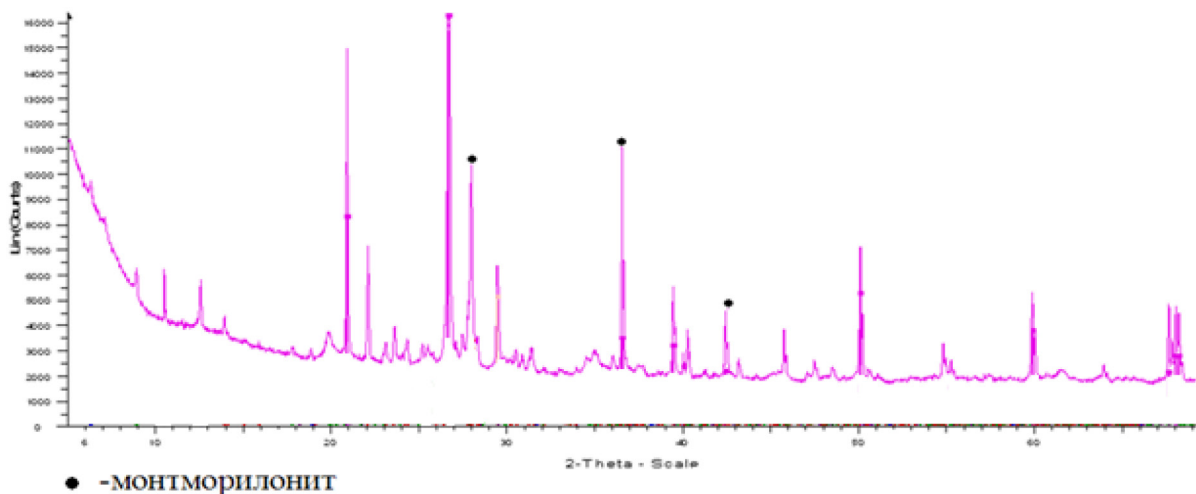


Рис. 2. Дифрактограмма Каменского суглинка

В качестве добавки использовали отход щебеночного производства ОАО «Каменский карьер» (п. Горный, НСО), осаждаемый в циклонах. Альбитофир относится к группе алюмосиликатов с высоким содержанием щелочных оксидов, мас. %:  $\text{SiO}_2$ –77,68;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ –11,15;

$\text{Fe}_2\text{O}_3$ –1,62;  $\text{CaO}$  — 1,68;  $\text{MgO}$  — 0,24;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 5,4;  $\text{K}_2\text{O}$  — 0,48. Такие материалы по химическому составу можно отнести к флюсующим, т. е. способствующим снижению температуры обжига и повышению степени спекания массы [5]. Исследуемый отход является тонко-

дисперсным порошком, не требующим дополнительного измельчения. Содержание фракции 0,071–0,04 мм составляет около 73 %.

Для определения влияния добавки альбитофира на свойства Каменского суглинка его вводили в количестве 5% по сухой массе сверх 100% глины. Смесь тщательно перемешивалась. Из полученной шихты методом полусухого прессования готовились образцы-цилиндры, влажность пресс-порошка составляла 12%. Прессование осуществляли двухступенчато с выдержкой при максимальном давлении 20 МПа в течении 30 сек. Полученные образцы-цилиндры сначала высушивались при комнатной температуре и досушивались до постоянной массы при температуре  $100 \pm 5$  °С. Обжиг проводили в

муфельной печи по следующему режиму: подъем температуры до 200 °С в течение 12 мин., подъем температуры от 200 до 1000 °С — течение 150 мин., изотермическая выдержка при температуре 1000 °С в течение 60 мин. Охлаждение образцов осуществлялось в печи естественным путем.

Физико-механические свойства полученного материала оценивали по стандартным для керамических материалов методикам [6–7]. Результаты определения исследуемых свойств — средняя плотность ( $\text{г/см}^3$ ), предел прочности при сжатии (МПа), водопоглощение (%) и коэффициента размягчения образцов приведены в табл. 2. За контрольный принят состав, состоящий только из Каменского суглинка и воды.

Таблица 2

Физико-механические свойства керамического черепка

Состав шихты	Средняя плотность, $\text{г/см}^3$	Предел прочности при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Коэффициент размягчения
Каменский суглинок	1,90	36,5	14,2	0,73
Каменский суглинок + альбитофир	1,95	42,7	13,5	0,85

Сравнение полученных результатов показало, что введение добавки альбитофира в количестве 5% по сухой массе сверх массы основного сырья увеличивает среднюю плотность обожжённого черепка на 2,6% и предел прочности при сжатии на 14,5% и уменьшает водопоглощение — на 5% по сравнению с контрольным образцом. Согласно коэффициенту размягчения керамический черепок при введении альбитофира становится водостойким.

Таким образом, использование отходов щебеночного производства позволит получить кирпич с улучшенными прочностными свойствами. При этом использование техногенных отходов способствует решению проблемы утилизации дисперсных отходов, расширяет сырьевую базу Новосибирского региона, является экономически целесообразным, т. к. такое сырье 2–3 раза дешевле, чем природное [8].

#### Литература:

1. Тацки, Л. Н., Машкина Е. Н. Пути повышения качества керамического кирпича на основе местного сырья // Известия вузов. Строительство. 2014. № 4. — Стр. 65–67.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2015 году». — Новосибирск, 2016—223 с.
3. ГОСТ 21216–2014. Сырье глинистое. Методы испытаний: введ. 01.07.2015. — Москва: Изд-во стандартов, 2015. — 43 с.
4. ГОСТ 9169–75. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация: введ. 01.07.1976. — Москва: Изд-во стандартов, 2016. — 5 с.
5. Завадский, В. Ф., Кучерова Э. А., Стороженко Г. И., Паничев А. Ю. Технология изделий стеновой и кровельной керамики / Учебное пособие. Новосибирск: НГАСУ, 1998. — 76 с.
6. ГОСТ 7025–91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости: введ. 01.07.1991. — Москва: Изд-во стандартов, 2006. — 12 с.
7. ГОСТ 530–2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия: введ. 01.07.2013. — Москва: Изд-во стандартов, 2013. — 24 с.
8. Столбоушкин, А. Ю. Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья: автореф. дис. докт. техн. наук — Новосибирск, 2014. — 51 с.

## ТРАНСПОРТ

### Обеспечение бескавитационной работы водяного насоса двигателя внутреннего сгорания

Арабян Арарат Кугасович, курсант;

Мамошин Александр Игоревич, курсант;

Магомедов Артик Расимович, курсант;

Стрельцов Роман Вячеславович, кандидат педагогических наук, доцент

Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации

*В статье рассмотрены механизмы возникновения кавитации на поверхностях охлаждения гильз и блоков дизелей, дана методика расчёта кавитационных разрушений с целью определения сроков службы деталей. Указаны рекомендации по уменьшению кавитационных явлений на поверхностях охлаждения. На основе анализа существующих конструкций дизелей теоретически обоснованы конструктивные решения при проектировании дизельного двигателя с высокотемпературным охлаждением.*

**Ключевые слова:** система охлаждения, дизельный двигатель, кавитационные разрушения, высокотемпературное охлаждение, водяной насос

Повышение температуры в системе охлаждения сопровождается повышением давления насыщенных паров охлаждающей жидкости, что в свою очередь повышает вероятность вскипания жидкости, циркулирующей в системе охлаждения.

Наличие пузырьков пара в охлаждающей жидкости может привести к снижению производительности водяного насоса, которое может привести к перегреву двигателя.

Кроме того, кавитация отрицательно влияет на состояние таких деталей как крыльчатка водяного насоса, корпус водяного насоса, гильзы цилиндров и так далее.

Вместе с тем, повышение температуры охлаждающей жидкости при неизменных конструкциях водяного тракта, напора и подаче насоса возможно лишь при достаточно большом значении действительного (располагаемого) кавитационного запаса насоса, превышающем значение его критического (требуемого) запаса не менее чем в 1–1,5 раза.

Требуемый кавитационный запас определяется конструкцией насоса, его параметрами и представляет собой минимально допустимую разность между удельной энергией потока на входе в рабочее колесо при данной подаче и энергией, соответствующей давлению насыщенных паров перекачиваемой охлаждающей жидкости при данной температуре.

В настоящее время применяется несколько способов борьбы с кавитацией водяного насоса.

Располагаемый кавитационный запас можно повысить, если сократить длину всасывающего тракта и увеличить диаметр подводящего патрубка. Однако изменение

размеров всасывающей магистрали ограничено условиями компоновки системы охлаждения и взаимосвязи отдельных элементов водяного тракта.

Этот способ не может быть приемлем для проектируемого дизеля, так как потребует пересчёта параметров водяного насоса и изменения конструкций некоторых деталей двигателя.

Можно создать подпор в подводящем патрубке водяного насоса, если поместить расширительный бачок выше, чем в штатной системе охлаждения. Тогда высота его установки более чем в три раза превысит то же значение из штатной системы охлаждения. Делать это не позволяют условия компоновки дизеля на транспортном средстве.

По известным причинам, неприемлемы также возможные варианты создания искусственного подпора от постоянного источника сжатого воздуха с целью повышения давления охлаждающей жидкости в подводящем патрубке водяного насоса.

Не может быть признан удачным и проектируемый некоторыми заводами изготовителями дизелей способ создания подпора за счёт перепуска части охлаждающей жидкости с повышенным давлением из линии нагнетания в подающий патрубок водяного насоса, так как это связано с необходимостью увеличения подачи насоса почти на 60 % и соответственно затрат мощности на его привод.

Возможен вариант включения в контур системы высокотемпературного охлаждения вспомогательного центробежного насоса для обеспечения подпора в подводящем патрубке основного циркуляционного насоса. Однако при этом возникает задача обеспечения бескавитационной



работы уже вспомогательного насоса, да и установка на двигатель второго насоса вызовет определённые сложности.

Особого внимания заслуживает схема для замкнутых систем высокотемпературного охлаждения двигателей внутреннего сгорания, предложенная Соколовым Е.А., Зингер Н.М. [1, с. 15]. Это схема системы высокотемпературного охлаждения с использованием смесительного подпорного узла. Он состоит из струйного насоса, сопла, которое подключено к нагнетательной полости водяного насоса, а диффузор соединён с его всасывающим патрубком и так называемый компенсационной линией (она сообщает расширительный бачок с приёмной камерой струйного насоса). Предложенная схема позволяет полу-

чить значительный подпор при меньшей доле перепускаемой жидкости из полости нагнетания.

Принципиальная схема системы охлаждения с применением струйного насоса представлена на рисунке 1. Потoki рабочей и инжектируемой сред поступают в камеру смешивания, где происходит выравнивание скоростей, сопровождающееся повышением давления. Из смесительной камеры поток поступает в диффузор, где происходит дальнейший рост давления. Давление смешанного потока на выходе из диффузора выше давления инжектируемого потока, поступающего в приёмную камеру [2, с. 38].

В данном случае инжектируемым является поток, поступающий из расширительного бачка, рабочим — из нагнетающей полости водяного насоса.

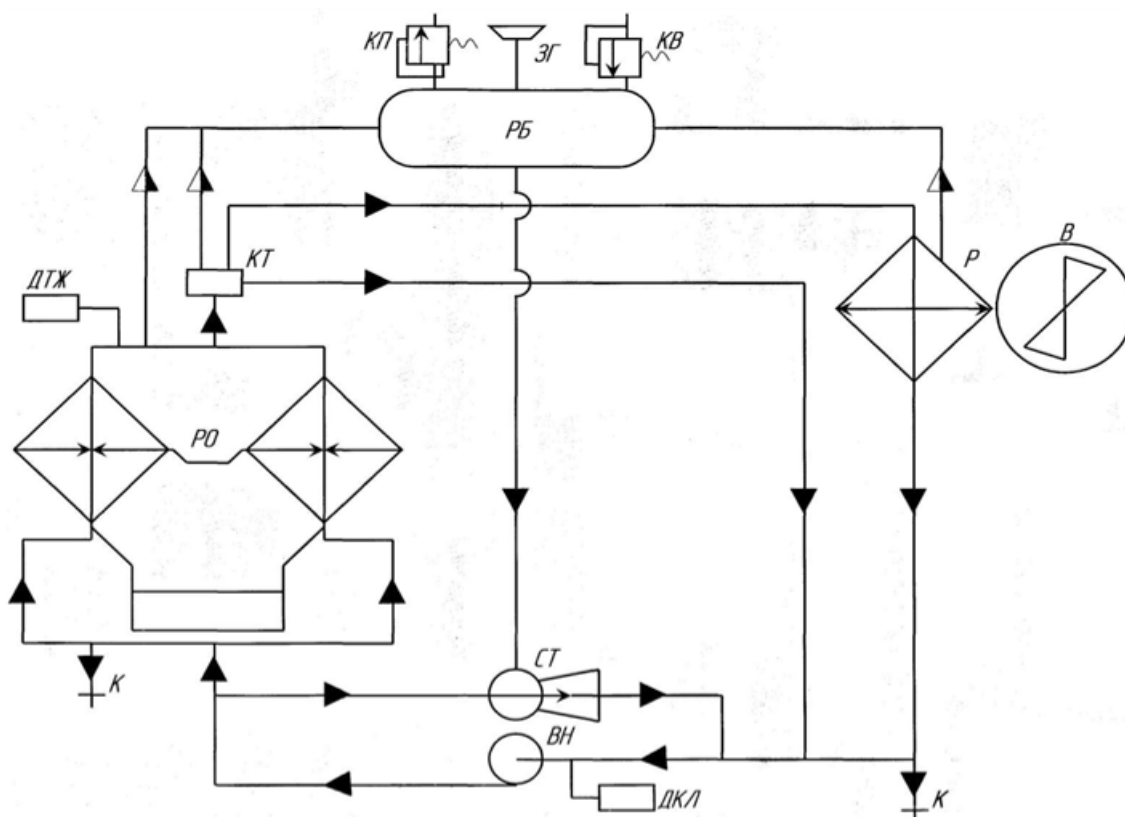


Рис. 1. Принципиальная схема системы охлаждения. ВН — водяной насос; В — вентилятор; ДКЛ — датчик контрольной лампы; ДТЖ — датчик температуры охлаждающей жидкости; ЗГ — заливная горловина; К — кран сливной; ВК — воздушный клапан; ПК — паровой клапан; КТ — коробка термостатов; Р — радиатор; РБ — расширительный бачок; РО — рубашка охлаждения

Повышение давления инжектируемого потока без непосредственной затраты механической энергии является основным принципом струйных насосов. Благодаря этому качеству использование струйного насоса позволяет получить более высокое давление на входе в циркуляционный насос по сравнению с давлением столба жидкости в расширительном бачке.

Основным достоинством струйных насосов является простота схемы включения, простота конструкции, несложность изготовления [3, с. 76].

Включение в водяной тракт системы высокотемпературного охлаждения смесительно-подпорного устройства параллельно водяному насосу — один из наиболее простых и эффективных способов увеличения располагаемого кавитационного запаса циркуляционного насоса.

Применение высокотемпературного охлаждения на дизельном двигателе вносит некоторые конструктивные изменения в агрегаты системы охлаждения. Не исключено, что может возникнуть и необходимость уточнённого проектного расчёта отдельных элементов системы охлаждения.

Оценка конструкции проектируемого двигателя заключается в оценке таких его показателей, как живучесть, готовность к функционированию и обитаемости с одним двигателем.

Применение высокотемпературного охлаждения позволяет двигателю сохранить стабильный режим охлаждения в любых условиях эксплуатации без потерь охлаждающей жидкости в виде пара.

Уменьшенная емкость радиатора системы охлаждения, вызванная применением высокотемпературного охлаждения, несколько уменьшает время заправки системы охлаждения жидкостью при подготовке автомобиля к движению, отсюда и экономия охлаждающей жидкости, и меньшая вероятность поражения осколками радиатора системы охлаждения.

Отсутствие жалюзи совсем исключает участие водителя в регулировании теплового состояния двигателя.

#### Литература:

1. Кавитационные разрушения в дизелях. Иванченко Н. Н., Скуридин А. А., Никитин М. Д., Л., Машиностроение, 1970 г.
2. Петриченко, Р. М. Системы жидкостного охлаждения быстроходных двигателей внутреннего сгорания. Л., Машиностроение. 1975 г.
3. Соколов, Е. Я., Зингер Н. М. Струйные аппараты. — М.: Энергия 1989 г.

При эксплуатации автомобиля в условиях низких температур окружающего воздуха используется система отопления кабины.

Размеры теплообменников могут быть сокращены, так как температура охлаждающей жидкости обеспечит быстрый прогрев кабины водителя и при меньшей поверхности теплообменника. Это — еще один путь экономии цветных металлов при использовании высокотемпературного охлаждения.

В данной статье рассмотрен механизм и места кавитационных разрушений наиболее ответственных деталей двигателя, таких как гильза и блок, предложена методика определения их ресурса из условий кавитационных явлений. Даны рекомендации по снижению вибраций и кавитационных разрушений полостей охлаждения дизельного двигателя.

## Экономическое сравнение вариантов погрузки лесоматериалов в полувагоны и спецплатформы методом расходных ставок

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

Выполним экономическое сравнение погрузки лесоматериалов в полувагоны с шапкой и без шапки, а также в спецплатформы с помощью метода расходных ставок [1]. Метод расходных ставок базируется на зависимости расходов от объема работы, выраженного в различных измерителях [2].

При использовании рассматриваемого метода учитываются следующие измерители:

— вагоно-километры:

$$\sum nS = \frac{\sum Pl(1+\alpha)}{P_{cti}}, \quad (1)$$

где  $\sum Pl$  — эксплуатационные тонно-километры, т-км;  
 $\alpha$  — доля порожнего пробега вагонов к груженому, принимается для полувагонов  $\alpha = 10\%$ , для специализированной платформы  $\alpha = 30\%$ ;

$P_{cti}$  — статическая нагрузка вагона, т/ваг.  
— локомотиво-километры:

$$\sum Ml = \sum NS(1 + \beta_n), \quad (2)$$

$$\sum NS = \frac{\sum Pl_{\text{бп}}}{Q_{\text{бп}}}, \quad (3)$$

$$\sum Pl_{\text{бп}} = \sum Pl_{\text{нетто}} + q_T \sum nS, \quad (4)$$

где  $q_T$  — масса тары вагона, принимаем 23 т для полувагонов, для специализированной платформы — 25 т;

$Q_{\text{бп}}$  — масса тары поезда брутто, 6000 т;

$\beta_n$  — отношение вспомогательного линейного пробега к пробегу во главе поездов,  $\beta_n = 0,15$ .

— локомотиво-часы:

$$\sum Mt = \frac{\sum MS_n + 24}{S_n}, \quad (5)$$

$$\sum MS_n = \sum NS(1 + \beta_n), \quad (6)$$

где  $S_n$  — среднесуточный пробег локомотива, 720 км/сут.

— бригадо-часы локомотивных бригад:

$$\sum Mt_{\text{бп}} = \frac{\sum MS_n}{v_{yc}} * K_{\text{бп}}, \quad (7)$$

где  $K_{бр}$  — коэффициент, учитывающий дополнительное время работы локомотивной бригады,  $K_{бр} = 1,4$ ;  
 $v_{уч}$  — участковая скорость, км/ч,  $v_{уч} = 50$  км/ч.  
 — киловатт-часы электроэнергии:

$$\sum A_э = \frac{\alpha_э \sum Pl_{брв}}{10000}, \quad (8)$$

где  $\alpha_э$  — норма расхода электроэнергии.

— тонно-километры брутто вагонов и локомотивов:

$$\sum Pl_{брвн.л} = \sum Pl_{брв} + P_{л} \sum MS_{л}, \quad (9)$$

где  $P_{л}$  — масса локомотива, 192 т.

— локомотиво-часы маневровой работы:

$$\sum Mt_{ман} = \frac{N_{ман} \sum nS}{1000}, \quad (10)$$

где  $N_{ман}$  — удельная норма расхода маневровых локомотиво-часов.

— количество грузовых отправок:

$$O_r = \frac{P}{O}, \quad (11)$$

где  $O$  — средняя масса одной отправки, т.

Независящие от размеров движения расходы условно могут составлять 110% от суммы зависящих расходов. Выполненные расчеты приведены в таблице 1.

Разница расходов связанных с перевозкой лесоматериалов на 10 т-км в полувагоне с шапкой относительно к перевозке в полувагоне без шапки или спецплатформе:

$$\Delta_{пв/ш}^{пв/ш(спец)} = t_{б/ш(спец)} - t_{ш}, \quad (12)$$

где  $t_{б/ш(спец)}$  — всего расходов при перевозке в полувагоне без шапки на 10 т-км — 23,261 руб (для спец — 24,449 руб);

Таблица 1

Эксплуатационные расходы и себестоимость перевозки

Наименование измерителя	Величина измерителя при соответствующей технической загрузке вагона $P_{ст}$			Расходные ставки. руб/изм	Расходы по операциям перевозочного процесса, руб		
	полувагон без «шапки» $P_{ст}=59,3$ т	полувагон с «шапкой» $P_{ст}=65$ т	спецплатформа $P_{ст}=65$ т		полувагон без «шапки» $P_{ст}=59,3$ т	полувагон с «шапкой» $P_{ст}=65$ т	спецплатформа $P_{ст}=65$ т
Вагоно-километры, ваг-км	18,55	16,923	20	0,1	1,855	1,692	2
Локомотиво-километры, лок-км	0,273	0,266	0,287	22,15	6,057	5,898	6,368
Локомотиво-часы, лок-ч	0,009	0,008	0,009	504,15	4,595	4,474	4,831
Бригадо-часы локомотивных бригад, бр-ч	0,007	0,007	0,008	1063,28	8,141	7,927	8,559
Киловатт-часы электроэнер., кВт-ч	14,266	13,892	15	3,13	44,653	43,482	46,95
Тонно-километры брутто вагонов и локомотивов, т-км брутто	1479,145	1440,354	1555,2	0,00399	5,901	5,747	6,205
Локомотиво-часы маневровой работы, лок-ч	0,499	0,486	0,525	2069,62	1033,414	1006,312	1086,550
Количество грузовых отправок, отпр	0,0168	0,015	0,015	180,49	3,043	2,777	2,777
Итого зависящих от размеров движения расходов на 1000 т-км					1107,661	1078,311	1164,241
Итого независящих от размеров движения расходы на 1000 т-км					1218,427	1186,142	1280,665
Всего расходов на 1000 т-км					2326,088	2264,453	2444,906

$t_{ш}$  — всего расходов при перевозке в полувагоне с шапкой на 10 т-км, 22,644 р.

$$\Delta_{\text{пв/бш}}^{\text{пв/ш}} = 23,261 - 22,644 = 0,617 \text{ руб.}$$

$$\Delta_{\text{спец}}^{\text{пв/ш}} = 24,449 - 22,644 = 1,805 \text{ руб.}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что для компании ОАО «РЖД» более выгодным вариантом перевозки является перевозка лесоматериалов в полувагонах с шапкой. Это обусловлено тем, что перевозка в специализированном подвижном составе имеет большую долю порожнего пробега по отношению к груженому, что в свою очередь, увеличивает вагоно-километры пробега. Однако, перевозка в специализированном подвижном составе обеспечивает большую сохранность грузов, чем

перевозка в универсальном полувагоне. Полувагоны, находящиеся под исправлением погрузки, имеют значительный простой и есть вероятность того, что они могут находиться под исправлением погрузки более 2 суток, предусмотренных правилами ЦМ-360. А это, в свою очередь, приводит к дополнительным убыткам и ухудшению взаимоотношений с грузоотправителем. Так как ОАО «РЖД» придерживается политики клиентоориентированности, можно предложить клиенту способ перевозки лесоматериалов на специализированной платформе со съёмным оборудованием. Чтобы сократить издержки, связанные с порожним пробегом, можно использовать практику поиска попутного груза. Например, перевозка труб, контейнеров на специализированной платформе.

#### Литература:

1. Расчет себестоимости железнодорожных перевозок методом расходных ставок: методические указания / М. О. Северова, Е. А. Савченко — Новосибирск, 2008—18 с.
2. Себестоимость железнодорожных перевозок: Учебник для вузов ж.-д. транспорта/ Н. Г. Смехова, А. И. Купоров, Ю. Н. Кожевников [и др.]. — М., 2003—494 с.

## Сравнительный анализ характеристик традиционного автономного инвертора напряжения с dc-dc преобразователем с квази-импедансным инвертором для системы электроснабжения службы управления движением судов

Тюфанова Анастасия Александровна, кандидат технических наук, доцент  
Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (г. Новороссийск)

*Проведено компьютерное моделирование системы электроснабжения СУДС для сравнения характеристик традиционного автономного инвертора напряжения с dc-dc преобразователем с квази-импедансным инвертором.*

**Ключевые слова:** система управления движением судов, электроснабжения, инвертор.

Практические исследования показали, что малейший сбой электропитания приводит к выходу из строя чувствительной аппаратуры системы управления движением судов (СУДС), сокращает срок службы оборудования, может повлечь за собой потерю информации, привести к аварийной ситуации в акватории порта [1]. Электроснабжение Центров СУДС первой и высшей категории обеспечивается по особой группе первой категории надежности, которая включает в себя: две линии промышленного электроснабжения с автоматическим резервированием; резервный дизель-генератор с устройством автоматического ввода резерва; автономный источник бесперебойного питания. Электроснабжение объектов СУДС осуществляется с помощью: линии промышленного электроснабжения; резервного дизель-генератора с устройством автоматического ввода резерва; автономного источника бесперебойного питания [2]. Поэтому, проблема качества электрической энергии является важной и актуальной не

только в области энергетики, но и в системах централизованного и автономного электроснабжения СУДС.

Для решения этой проблемы предлагаются различные варианты технических решений, которые основаны на использовании полупроводниковых преобразователей электрической энергии (ЭЭ), определенное место среди которых занимают автономные инверторы напряжения (АИН) [3]. Под АИН понимаем специальное электронное силовое устройство для преобразования постоянного тока в переменный с регулируемым напряжением и частотой. Кроме того, АИН — это генератор периодически изменяющегося напряжения, при этом форма напряжения может быть синусоидальной, приближенной к синусоидальной или импульсной. Инверторы применяют как в качестве самостоятельных устройств, так и в составе системы бесперебойного электроснабжения (UPS) СУДС. В составе UPS инверторы позволяют получить непрерывное электроснабжение компьютерных систем.

В крупных устройствах бесперебойного электроснабжения СУДС применяются мощные инверторы с аккумуляторами значительной емкости, способные автономно питать потребителя часами, независимо от сети. Когда сеть снова вернется в нормальное состояние, то UPS автоматически переключит потребителя напрямую к сети и аккумуляторы начнут заряжаться.

В современных технологиях преобразования электроэнергии инвертор выступает промежуточным звеном, функция которого — преобразовать напряжение путем трансформации на высокой частоте (десятки и сотни килогерц). На сегодняшний день решить такую задачу можно, поскольку для разработки и конструирования инверторов доступны как полупроводниковые ключи, способные выдерживать токи в сотни ампер, так и магнитопроводы необходимых параметров, и специально разработанные для инверторов электронные микроконтроллеры (включая резонансные) [3].

Основными требованиями к инверторам являются: высокий КПД, надежность, малые габаритные размеры и незначительный вес. Необходимо, чтобы инвертор выдерживал допустимый уровень высших гармоник во входном напряжении, и не создавал сильных импульсных помех для потребителей.

Поскольку в состав системы электроснабжения СУДС входит аккумуляторная батарея (АБ), то существует необходимость в повышении и выравнивании напряжения звена постоянного тока в составе системы генерирования.

Согласование напряжений источников постоянного напряжения и требуемого выходного напряжения производится с помощью *dc-ac* преобразователей. Традиционно в состав таких преобразователей входит *dc-dc* преобразователь, согласующий напряжения в звене постоянного тока, и АИН, формирующий переменное напряжение на

нагрузке. Существует много топологий *dc-ac* преобразователей для работы в различных режимах [4,5].

Квази-импедансные инверторы нашли широкое применение в системах электроснабжения, поскольку они обеспечивают высокую надежность однократного преобразования ЭЭ и необходимых режимов работы источников постоянного напряжения, по сравнению с традиционными АИН [6,7].

При проектировании полупроводниковых преобразователей (ПП), работающих в системе электроснабжения без соединения с сетью, например, при питании удаленных объектов СУДС на островах, возникает проблема — работа при малой нагрузке и на холостом ходу (ХХ) в режиме повышения напряжения звена постоянного тока.

Традиционное решение данной проблемы — подключение балластной нагрузки для утилизации избыточной ЭЭ в звене постоянного тока, часто бывает не только крайне неэффективно (в виду значительных потерь энергии в балластной нагрузке), но и невозможно.

Квази-импедансные инверторы (КИИ), разработанные для работы от источников постоянного напряжения, для которых критична форма потребляемого тока, являются относительно новыми типами ПП. Поэтому они еще мало изучены, особенно в многоуровневых трехфазных вариантах. Следовательно, исследование КИИ и улучшение их характеристик является актуальной задачей.

Для сравнения характеристик традиционного АИН с *dc-dc* преобразователем с КИИ проведем компьютерное моделирование системы электроснабжения СУДС с использованием программного пакета «PowerSim» [8].

Схема модели АИН с *dc-dc* преобразователем представлена на рис. 1; схема модели КИИ — рис. 2; схема модели системы управления АИН с *dc-dc* преобразователем — рис. 3; схема модели системы управления КИИ — рис. 4; схема блока расчета задающего сигнала *UDs* — рис. 5.

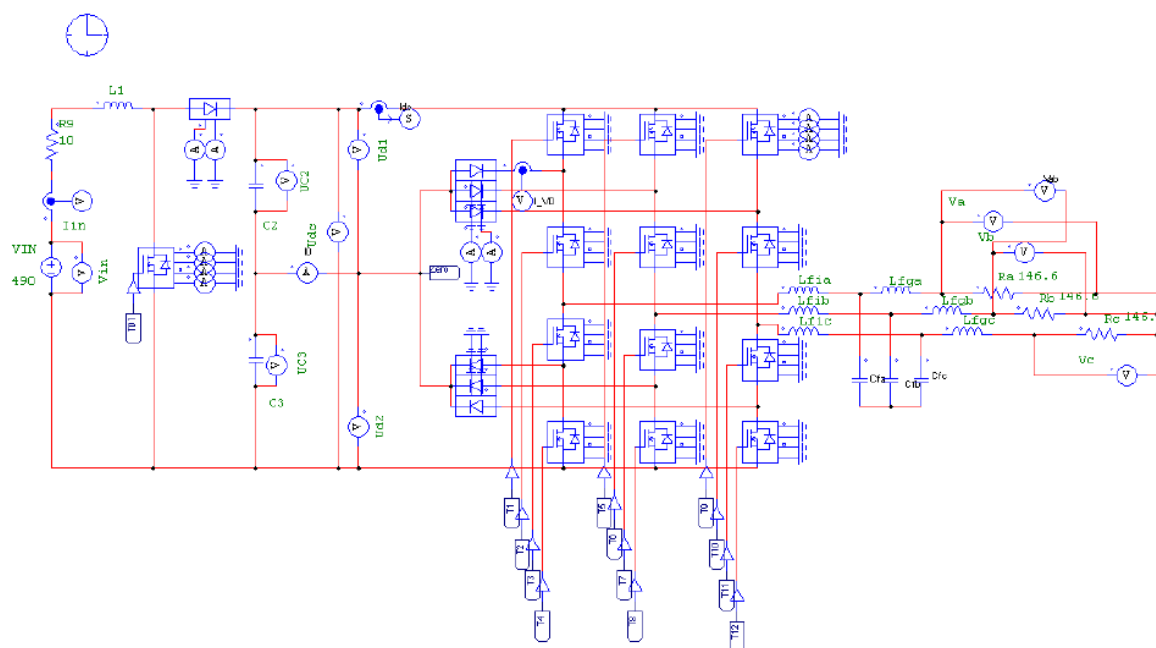


Рис. 1. Схема модели АИН с *dc-dc* преобразователем

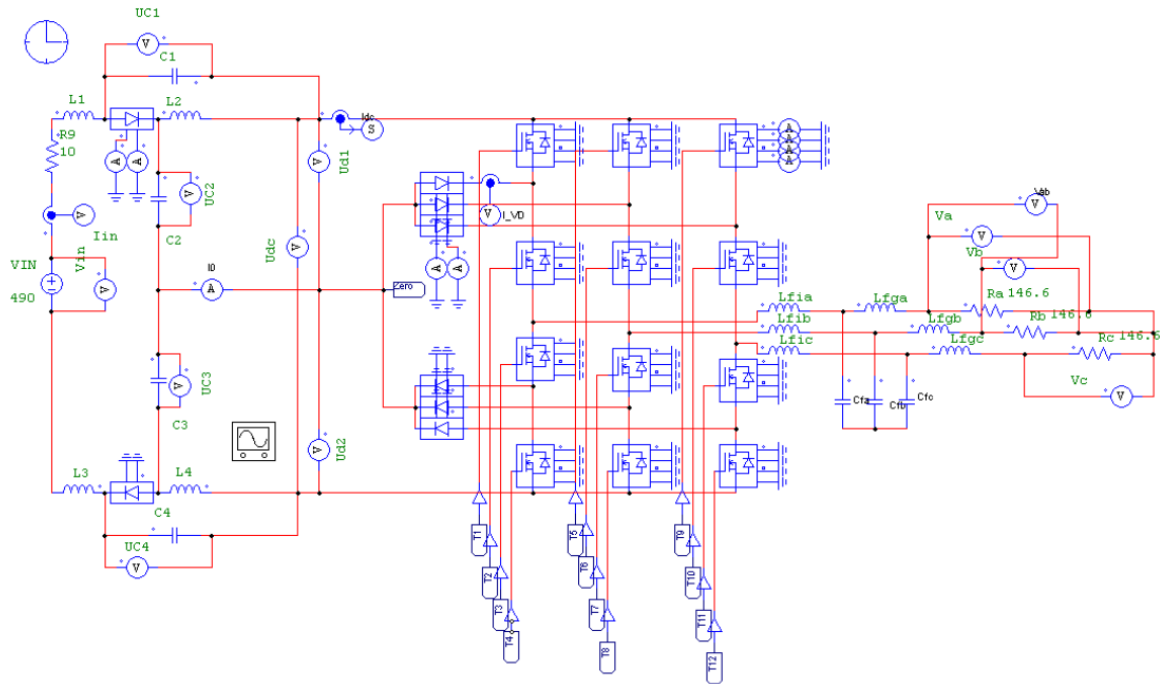


Рис. 2. Схема модели КИИ

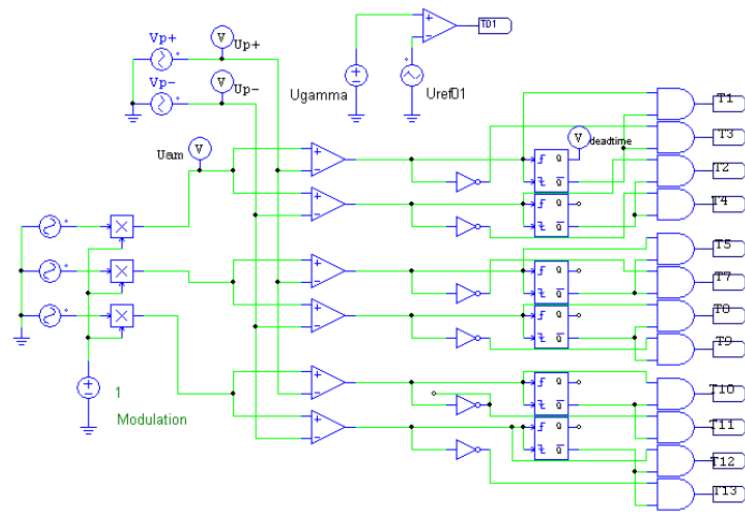


Рис. 3. Схема модели системы управления АИН с dc-dc преобразователем



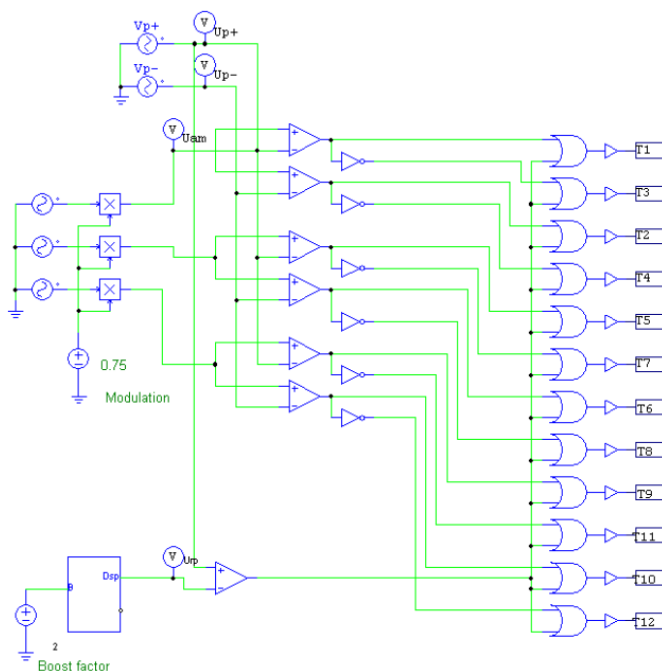


Рис. 4. Схема модели системы управления КИИ

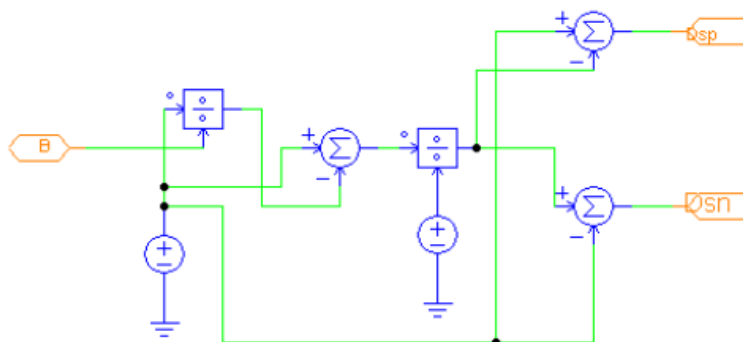


Рис. 5. Схема блока расчета задающего сигнала UD

Предположим, что входной источник постоянного напряжения — идеальный, а транзисторы и диоды представлены в модели тепловыми модулями с параметрами соответствующими реальным приборам. На выходе преобразователя установлен LC-фильтр. Нагрузка трехфазная активная. Система управления традиционным АИН представляет собой синусоидальную широтно-импульсную модуляцию с двумя опорными сигналами, сдвинутыми друг относительно друга на 180°. Транзистор *dc-dc* преобразователя управляется импульсами постоянной длительности, формируемыми путем сравнения треугольного опорного сигнала с постоянным задающим.

Система управления КИИ реализует тот же принцип, что и для традиционного АИН с добавлением импульсов формирования состояния короткого замыкания. Параметры обеих моделей преобразователей рассчитаны с помощью следующих формул [8]:

$$L_1 = L_2 = L_3 = L_4 \geq \frac{U_{BX}^2 \cdot (1 - D_S) \cdot D_S}{2 \cdot P_{ВЫХ} \cdot f_K \cdot K_L \cdot (1 - 2D_S)},$$

$$C_1 = C_4 \geq \frac{2P_{ВЫХ}}{U_{BX}^2 \cdot K_C \cdot f_K} \cdot (1 - 2D_S),$$

$$C_2 = C_3 \geq \frac{2P_{ВЫХ}}{U_{BX}^2 \cdot K_C \cdot f_K} \cdot \frac{(1 - 2D_S)}{(1 - D_S)} \cdot D_S,$$

$$L_1 \geq \frac{U_{BX}^2 \cdot (U_{DC} - U_{BX})}{P_{ВЫХ} \cdot K_L \cdot f_K \cdot U_{DC}},$$

$$C_1 = C_2 \geq \frac{2 \cdot P_{ВЫХ} \cdot \gamma}{U_{DC}^2 \cdot f_K \cdot K_C}.$$

Рассчитанные и выбранные для расчета параметры, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры моделей

Параметр	ЗУ АИН+dc-dc преобразователь			ЗУ КИИ		
	Коэффициент повышения	Индуктивности	Емкости	Коэффициент повышения	Индуктивности	Емкости
Входное напряжение $U_{ВХ} = 490В$ ; Мощность нагрузки $P_{ВЫХ} = 1 КВт$ ; Выходная частота $f = 50 Гц$ ; Частота коммутации $f_K = 50 КГц$ ;	Выходной коэффициент повышения $G = 1.33$ ; $B = 1.33 = 0.25$	Коэффициент пульсаций тока $K_L = 0.7$ ; $L_1 = 1700$ мкГн	Коэффициент пульсаций напряжения $K_C = 0.0001$ ; $C_1 = C_2 = 470$ мкФ	Выходной коэффициент повышения $G = 1.33$ ; $B = 1.667$ $D_S = 0.2$	Коэффициент пульсаций тока $K_L = 0.7$ ; $L_1 = L_2 = L_3 = L_4 = 900$ мкГн	Коэффициент пульсаций напряжения $K_{C1} = 0.001$ ; $C_1 = C_4 = 200$ мкФ $K_{C1} = 0.00025$ ; $C_2 = C_3 = 200$ мкФ

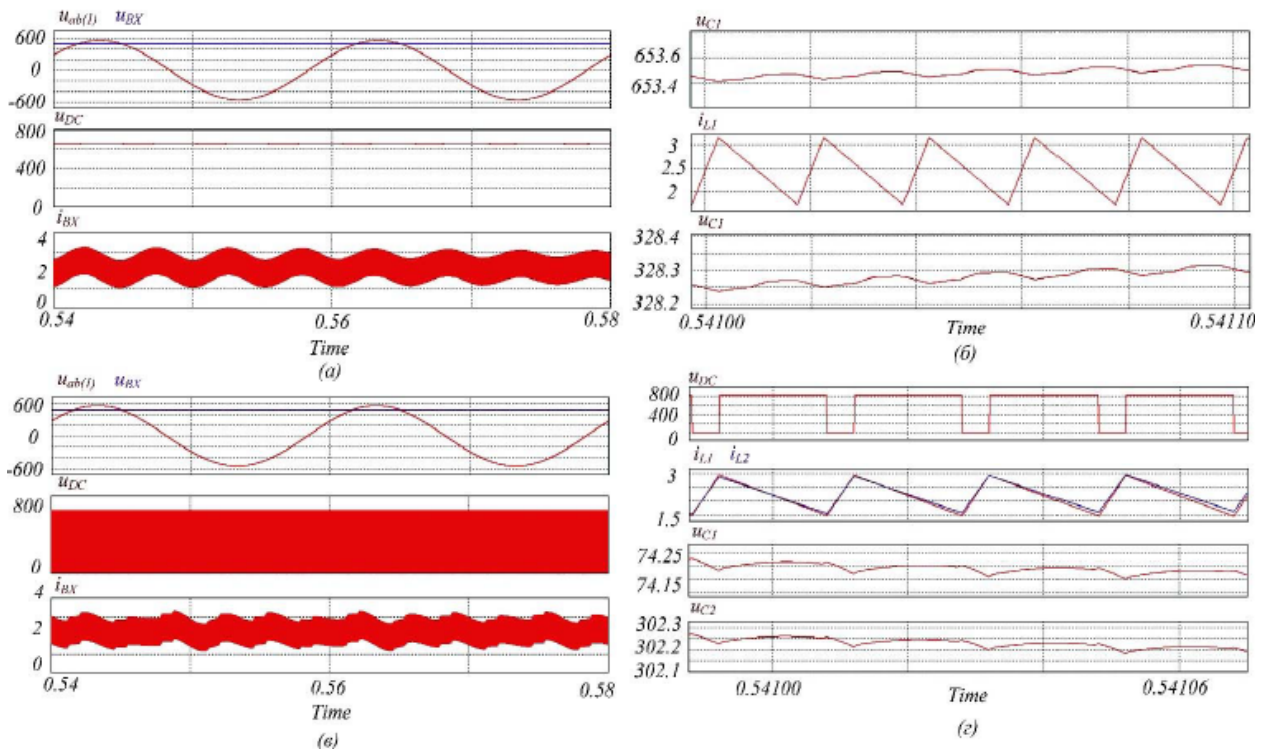


Рис. 6. Временные диаграммы традиционного АИН с повышающим dc-dc преобразователем и КИИ: (а) – напряжение входного источника питания ( $u_{ВХ}$ ) и первая гармоника выходного линейного напряжения ( $u_{AB}(1)$ ), напряжение звена постоянного тока ( $u_{DC}$ ) и входной ток ( $i_{ВХ}$ ) традиционного АИН с dc-dc преобразователем; (б) – напряжение звена постоянного тока ( $u_{DC}$ ), пульсации тока в индуктивности ( $i_{L1}$ ) и пульсации напряжения на конденсаторе ( $u_{C1}$ ) в масштабе периода коммутации традиционного АИН с dc-dc преобразователем; (в) и (г) те же диаграммы для КИИ

На рис. 6 изображены временные диаграммы токов и напряжений для обеих топологий.

Диаграммы тока в дросселе и напряжения на конденсаторе показывают, что пульсации находятся в пределах

расчетных параметров. Поэтому, выражения, полученные для расчета дросселей и конденсаторов, справедливы для обоих преобразователей. В таблице 2 приведены численные результаты моделирования.

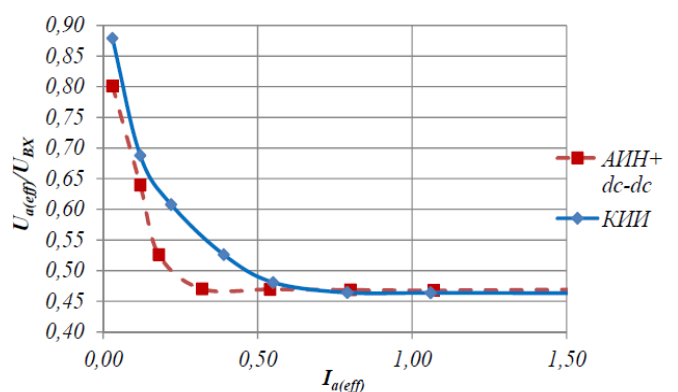
Таблица 2

Результаты моделирования

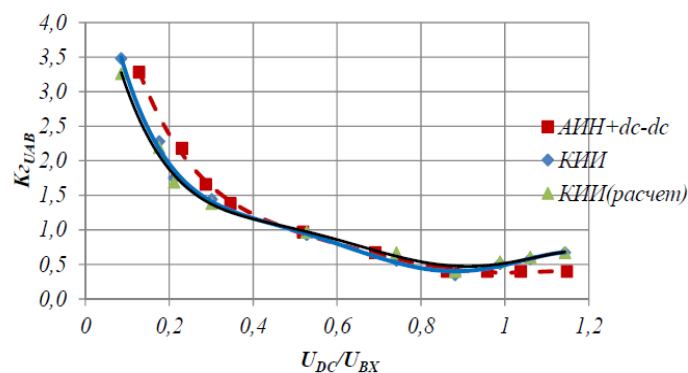
Преобразователь	АИН с <i>dc-dc</i> преобразователем	КИИ
Максимальное напряжение звена постоянного тока $U_{DC}$ , В	652	803
Входной ток $I_{IN}$ , А	1,95	2,01
Пульсации входного тока $\Delta I_{IN}$ , А	1	1
Выходное линейное напряжение $U_{AB(действ)}$ , В	390	391
Эффективность, %	89,5	95,6

По полученным результатам построим характеристики для исследуемых схем: внешняя характеристика (рис. 7, а), и зависимость коэффициента гармоник выходного ли-

нейного напряжения от коэффициента передачи преобразователя (рис. 7, б).



(а)



(б)

Рис. 7. Сравнительные характеристики АИН с *dc-dc* преобразователем и КИИ: (а) внешняя характеристика; (б) зависимость коэффициента гармоник выходного линейного напряжения от коэффициента передачи преобразователя

Т. о., проведенное моделирование показало, что внешнюю характеристику всех исследуемых преобразователей можно условно разделить на два участка:

— жесткий — соответствующий характеристике традиционного АИН;

— мягкий — имеет место в диапазоне нагрузки близкой к холостому ходу. На данном участке происходит повышение напряжения звена постоянного тока выше расчетной величины за счет того, что на рабочем интервале коммутации энергия, накопленная в *LC*-контуре на

интервале короткого замыкания, не успевает сбрасываться в нагрузку.

Переход в мягкий участок характеристики происходит при мощности нагрузки около 10% от номинальной для КИИ и около 7% от номинальной для АИН с *dc-dc* преобразователем.

Зависимость коэффициента гармоник, который является отношением суммы амплитуд высших гармоник к первой, у КИИ ниже, чем у традиционного АИН в об-

ласти низкой модуляции, но значительно повышается в области коэффициента передачи больше 1. Это связано с тем, что традиционный АИН с *dc-dc* преобразователем использует для накопления энергии отдельно-коммутируемый контур, а КИИ — дополнительное состояние ключей инвертора.

Применение КИИ в системе электроснабжения является возможным и актуальным, поскольку они позволят повысить надежность всей СУДС.

#### Литература:

1. Тюфанова, А. А. Анализ факторов, влияющих на эксплуатационную надежность технических средств системы управления движением судов // Надежность № 4 (55). — М: ООО «Издательский дом «Технологии»», 2015.
2. Системы управления движением судов: технико-эксплуатационные требования. М:2002.
3. Hung-Cheng, C. Stand-alone hybrid generation system based on renewable energy/ Hung-Cheng C., Po-Hung C., Long-Yi C., Wei-Xin B. // International Journal of Environmental Science and Development. — Vol. 4. — No. 5. — October 2013. — P. 514–520.
4. Капустин, И. В. Математическое моделирование и анализ импульсного повышающего преобразователя напряжения/ И. В. Капустин, А. В. Лукашенко // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2013. — Вып. 2. — с. 126–135.
5. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника/ В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. — М.: КНОРУС, 2013. — 800 с.
6. Гусев, А. А. Трехуровневый квази-импедансный инвертор с новым методом модуляции // Техническая электродинамика. Тематич. выпуск СЭЭ. — Харьков. — 2012. — Ч. 1. — с. 47–52.
7. Панфилов, Д. В. Трехфазный трехуровневый квази-импедансный инвертор для автономных систем электропитания. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Новосибирск, 2016. — 32 с.
8. Степенко, С. А. Экспериментальное исследование трехуровневого инвертора напряжения с квази-импедансным звеном на входе // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит № 8 (114), т. 1, 2013. — с. 74–84.

# АРХИТЕКТУРА

## Торгово-развлекательные центры Архангельска

Брилькова Елизавета Витальевна, студент;

Никитина Татьяна Александровна, старший преподаватель

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

Рост населения породил массовый спрос на товары и услуги из самых разных сфер жизни. За последние несколько лет строительство торгово-развлекательных центров возросло. Дело дошло до того, что здания торговли

строят в нескольких метрах друг от друга, что порождает недоумение у потребителей и большую конкуренцию у производителей. На рисунке 1 показан наглядный пример того, как расположены торговые центры в городе Архангельске.

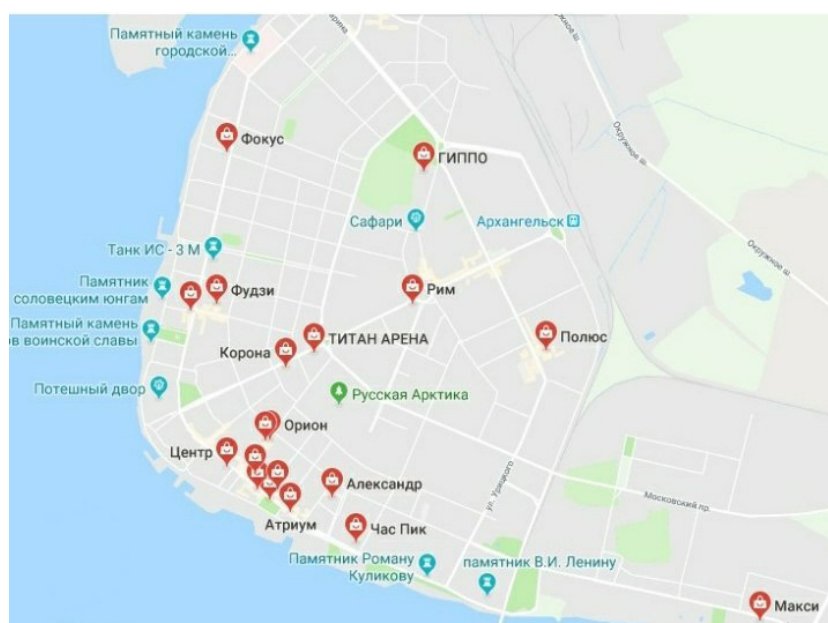


Рис. 1. План центра г. Архангельска с расположением торговых и торгово-развлекательных центров.

В условиях жесткой конкуренции арендаторы стремятся за прибылью, не заботясь зачастую о качестве производимой продукции.

Но, проблема заключается не только в большой концентрации торговых центров и качестве товаров, но и в том, как архитектурный вид торговых центров вписывается в окружающую застройку города или природный ландшафт.

Местоположение торгового центра является важным фактором, во-первых, для застройщика, чтобы здание в будущем приносило удовлетворительную прибыль от сдачи помещений арендаторам, во-вторых, для того, чтобы привлечь как можно больше покупателей и обеспечить для них многообразие выбора. Однако, как бы ни был расположен центр, или какие размеры бы не имел, он должен вписываться в общий городской пейзаж, должен органично смотреться как с эстетической точки зрения, так и с социальной.

Рассмотри данный вопрос на примере торговых центров города Архангельск.

Удачное местоположение имеет ТРК «Макси», расположенный в спальном районе на проспекте Ленинградский. Большая территория торгового центра позволила разместить большое количество торговых площадей, расположить комплекс бытовых и развлекательных услуг, устроить вместительную наземную автостоянку. Подразумевается, что в торговом центре должен быть по крайней мере хоть один магазин, который будет притягивать наибольшее количество посетителей. Обычно таким «магнитом» служит продовольственный магазин. Продовольственный магазин «Макси», несомненно, является центром торгово-развлекательного комплекса, который подавил все более мелкие торговые точки в округе. Так, не выдержав конкуренции, закрылся супермаркет «Сигма», расположенный непо-



далёку. Такая же участь ожидает, открывшийся на месте «Сигмы» супермаркет «Фреш-Сити» — несмотря на постоянные акции и снижения цен, посетителей в этом магазине не так много.

Также в Торгово-развлекательном центре создаются и дополнительные объекты притяжения, такие как спортивный центр (Верёвочный парк и скалодром «Супер-

парк»), кинотеатр «Мираж-Синема», который является единственным в этом районе, или отдельные площадки, предназначенные для различных выставок (Н-р, мультимедийная выставка «Ван Гог. Живые полотна»).

Стоит отметить, что этот комплекс больше привлекает обширностью своей архитектуры и масштабом, чем приятной атмосферой интерьера.

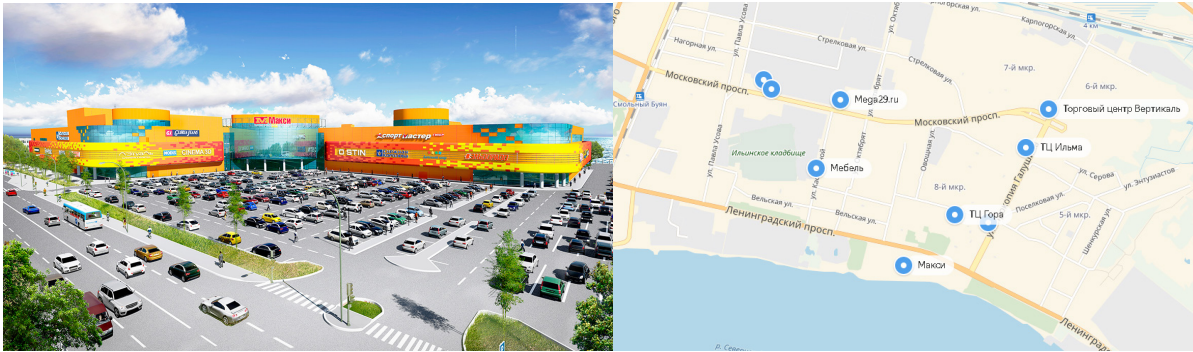


Рис. 2. ТРК «Макси». Главный вид и расположение на карте города

Инвесторам интересна идея строительства больших по площади торговых центров, с целью привлечения значительного числа покупателей. Примером может служить ТРК «Титан Арена», который включает в себя продуктовый супермаркет, магазины одежды, бытовой техники,

кафе, рестораны, кинотеатр, ледовую арену и т. д. Этот торговый центр рассчитан на разные категории граждан. «Титан Арена» хорошо вписался в окружающую застройку и стал неотъемлемой частью центральной части города.



Рис. 3. ТРК «Титан Арена»

Идея сделать торговый центр неотъемлемой частью микрорайона привлекательна, но существует обратная сторона медали — некоторые арендаторы не способны осуществлять торговлю в условиях жёсткой конкуренции. Во многих больших магазинах из-за нерентабельности закрываются отделы. Примером служит торговый центр «Пирамида», в котором пустует значительная часть торговых площадей.

Большинство торговых центров расположено таким образом, что становятся частью городских путей с уже сложившимся пешеходным движением. Должное внимание необходимо уделять организации движения. Изнутри входы и выходы, связанные с автостоянками и остановками общественного транспорта, должны быть

скорее продолжением интерьера, а не отдельным элементом. При разработке входных групп должны учитываться климатические особенности местности. К примеру, не во всех торговых центрах предусмотрен тамбур или воздушная завеса, предотвращающие доступ холодного воздуха.

Немаловажную роль играет наличие и вместимость автостоянок. Проектируя автостоянки, необходимо оборудовать их путями подъезда и выезда, чтобы исключить создание пробок. Многие горожане предпочитают наземные парковки, так как для некоторых посетителей с плохими водительскими навыками развороты и маневрирование между колоннами являются затруднительными. Однако создание необходимой площадки для стоянки автомо-



билей на одном уровне с торговым центром может быть невозможным из-за стесненных условий городской застройки (Например, ТРЦ «Атриум» и ТРК «Европарк»), поэтому в этом случае был рассмотрен вопрос о создании подземных автостоянок.

На окружающую застройку влияет внешнее оформление фасадов, поэтому необходимо привязывать внешний облик зданий к местности, а не противопостав-

лять существующим зданиям. Если же торговые центры планируют строить в исторически сложившейся части города, требуется большое умение спроектировать здание так, чтобы оно вписывалось в концепцию этой зоны. Так, например, Центральный универмаг и Троицкий пассаж, построенные в исторической части города в стиле классицизм, не нарушают окружающий ансамбль, а, наоборот, дополняют его.



Рис. 4. ТЦ «Центральный универмаг»



Рис. 5. ТЦ «Троицкий пассажъ»

При проектировании торговых центров архитекторы «играют» цветовым решением фасадов (ТРК «Сафари», «Макси») или применяют различную степень остекления,

тем самым зрительно увеличивая объем комплекса (ТК «Пирамида», ТРК «Европарк»).



Рис. 6. ТРК «Сафари»



Рис. 7. Торгово-развлекательные комплексы «Пирамида» и «Европарк»

В большинстве проектов торговых комплексов должного внимания не уделяется количеству естественного освещения, поэтому зачастую посетители испытывают ощущения давления искусственного света и стен. В таких случаях стоит применять специальную систему светового управления, чтобы создавать различные световые эффекты в зависимости от сезонных и погодных условий.

Стандартной схемы планирования здания торговли не существует, однако архитектору необходимо соблюдать следующее правило: архитектурное решение должно сочетаться с концепцией торговли. Сейчас наблюдается такая тенденция: перед тем, как реализовывать проект, девелоперы не проводят маркетинговых исследований рынка, поэтому некоторые торговые центры не приносят коммерческого успеха и закрываются, как, например, ТРК «Гулливер».

В настоящее время очень быстро развивается сфера досуга. Для современного потребителя из-за экономии времени выгодно обслуживаться в таком торговом комплексе, где можно купить товары первой необходимости или одежду, получить парикмахерские или бытовые ус-

луги. Больше предпочтение отдаётся тем торгово-развлекательным комплексам, где можно провести время всей семьёй.

К сожалению, складывается такая ситуация, что не хватает специалистов в сфере архитектурного проектирования и развлечений, которые способны предложить интересные идеи для привлечения потребителей, поэтому большинство ТРК являются однотипными. Строительство торговых центров является трудной сферой, так как не существует определённых канонов. Каждый проект должен иметь свежие идеи и современные подходы к проектированию.

Рассматривая проблему большого количества торговых комплексов, можно взглянуть на неё по-разному: с одной стороны, потребителю предоставляется широкий выбор, где совершать покупки, с другой стороны, из-за того, что не все торговые площади выполняют свою функцию, возникает вопрос, нужен ли такой переизбыток торговых центров, ведь земли могли бы приносить пользу как застройщику, так и гражданам, если бы на них располагались парковые зоны, административные или культурно-просветительные здания.

#### Литература:

1. Беддингтон, Н. Строительство торговых центров/Пер. с англ. С. А. Хомутова; Под ред. И. Р. Федосеевой. — М.: Стройиздат, 1986. — 172 с.: ил.
2. А. Райтер, Проектирование торговых центров: особенности, нормы и рекомендации /А. Райтер // «ФБ» [Электронный ресурс], 2017. Режим доступа: <http://fb.ru/article/255714/proektirovanie-torgovyih-tsentrov-osobennosti-normy-i-rekomendatsii>.

## Скандинавский стиль в интерьере

Иванова Елизавета Дмитриевна, студент;

Никитина Татьяна Александровна, старший преподаватель

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

*В статье рассматривается применение образов и технологий скандинавского стиля применительно к дизайну интерьера учебных аудиторий, приводится конкретный пример, описываются методы и приемы особенностей строительства в северных климатических условиях.*

**Ключевые слова:** интерьер, дизайн, скандинавское строительство

В последнее десятилетие в России растет интерес к дизайну интерьера. Эта сфера является одной из динамично развивающихся направлений профессиональной деятельности. Вырос спрос на создание дизайн проектов помещений, не зависимо от их назначения, будь то жилая квартира, кафе или офис.

Дизайн представляет собой деятельность по проектированию эстетических свойств промышленных изделий («художественное конструирование»), а также результат этой деятельности

Считается, что в более широком смысле дизайн призван не только к художественному конструированию, но должен участвовать в решении более широких социально-технических проблем функционирования производства, потребления, существованию людей в предметной

среде, путём рационального построения её визуальных и функциональных свойств. [1]

Дизайн, как и архитектура, это прежде всего работа с пространством. Пространство в свою очередь представляет собой не только геометрию на трехмерном уровне, но и чувственное восприятие человека.

Пространство — «это соотношение между расположением тел» (Л. Мохой-Надь). Если следовать суждениям художника, то необходимо проверить это положение с помощью всех пяти чувств, вместе взятых, и каждого отдельно. Движение рук в помещении, расположение балок, колонн, тел поверхности, которые встречаются вашему взгляду. Взаимопроникновение предметов и их перспектива. Связь между массой, светом, тенью, прозрачностью и отражением.



Рис. 1. Общий вид. 3d модель. (Автор Иванова Елизавета)



Выразительным средством интерьера являются симметрия или асимметрия, пропорциональность элементов, ритм, масштабные соотношения с человеком. Эти средства являются основой языка и архитектуры.

Взаимодействие вышеперечисленных факторов рассмотрим на примере дизайн проекта учебной аудитории. Для проектирования была принята учебно-лекционная

аудитория Северного (Арктического) Федерального университета имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск.

Идея проекта заключалась в использовании основ скандинавского строительства и его характерных элементов, которые на основе ассоциаций осуществляют когнитивное развитие. Дизайн создает особый зрительный язык формы, «визуальный язык» (В. Гропиус)



Рис. 2. Вид А, вид В. 3d модель. (Автор Иванова Елизавета)

Основные черты, характерные для скандинавского стиля в архитектуре — строгая рациональность и использование только натуральных материалов. Основой строительства Скандинавии являются технологии строительства каркасных домов. Строительство каркасного дома сегодня представляется наиболее экономной и практичной альтернативой прочим технологиям в сфере частного строительства. Сохраняя общие черты, присущие каркасной технологии, такие дома отличаются друг от друга не только усилиями архитекторов и дизайнеров. Немаловажную роль играют и эстетические приоритеты, базирующиеся на истории, традициях и культуре населения.

Дом в скандинавском стиле, несмотря на кажущуюся простоту фасада, скрывает целый спектр новейших технологий по энергосбережению и методик рационального использования площади. Такие строения обладают следующими характеристиками:

- геометрия сооружений имеет правильную прямоугольную или квадратную форму;

- наиболее популярными являются одноэтажные дома, для увеличения полезной площади которых может обустраиваться мансарда или застекленная терраса;

- дизайн отличается простотой — чаще можно встретить дома, отделанные нестрогаными досками, которые также являются дополнительной защитой от ветра и осадков — такие дома органично вписываются в горный и лесной ландшафт;

- большие окна являются дополнительным источником освещения и тепла;

- двускатная темная крыша обеспечивает самостоятельный сход осадков;

- внутреннее пространство визуально расширяется за счет правильно оформленного интерьера и зонирования без применения перегородок;

- для строительства и отделки используются безвредные для здоровья материалы, наиболее востребована древесина;

- сохраняя традиции в строительстве, применяются самые последние разработки в сфере сбережения энергии и тепла.

Единого правила по каркасу в каркасной технологии нет. Основное условие — каркас должен быть выстроен из предварительно высушенных строганных досок. При этом брус применяется редко. Отличительная особенность финских домов в наличии специального ригеля, имеющего вид доски, врезанной в стойку под верхней обвязкой. Еще одно отличие в отсутствии использования сплошной обшивки с фасада здания.

Применяемая в скандинавских странах технология подразумевает изготовление всех комплектующих в заводских условиях.

Основной темой применимой в интерьере учебной аудитории является каркасное строительство на более северных широтах, чем Скандинавия, а именно на крупнейшем острове — Гренландии.

Архитектура Гренландии несет в себе не только эстетический, но и функциональный смысл. Ключевой принцип гренландской архитектуры — это утилитарность. Здесь все напоминает вам, что функциональность важнее, чем форма. Климат диктует свои условия: жилище должно быть максимально удобным для проживания в экстремальных условиях. [2]

Как правило, жилые дома строятся из камня или дерева, они внешне очень простые, выполненные в едином стиле, обычно имеют один-два этажа. Но всё меняет цвет — интенсивный, насыщенный, он оживляет однообразный арктический пейзаж и добавляет ему оптимизма. Гренландцы выбирают самые разные оттенки — от пря-

молинейных ярко-красного и глубокого синего до более сложных тонов — светло-сиреневого, фиолетового, нежно-желтого, розового и оранжевого. При этом все дома красят в однотонные цвета, не признавая никаких цветовых переходов и других излишеств.



Рис. 3. Изображение, расположенное на задней стене аудитории

Изначально красочные фасады имели более прагматическую цель — они привлекали внимание рыбаков, ушедших в море на большие расстояния. Цвета указывали на функцию здания: офисы были красные, больницы — желтые, полицейские участки красили в черный цвет, телефонные компании — в зеленый, рыбные заводы были синего цвета. Сейчас колористические традиции забываются, но города Гренландии по-прежнему разноцветные, отчего путешественнику их улицы кажутся немного нереальными.

Любая архитектура — это отражение культуры народа. И Гренландия не является исключением. Связь с местной историей и культурой чувствуется во всех домах жителей ледяного острова. Старые жилища коренных обитателей Гренландии эскимосов были предельно просты, их было очень легко построить: инуиты (так называют себя эскимосы) жили в хижинах из дерна, а иногда и в иглу. Современные дома гренландцев продолжают традицию простоты и аскетичности, что является отличительной чертой традиционного дизайна северных стран. Их однотипные небольшие жилища, чаще всего деревянные, всегда покрыты двускатной крышей (на такой конструкции снег не задерживается, что крайне важно в условиях бесконечных

снегопадов в зимнее время года). В доме, как правило, есть кухня, прихожая, гостиная и одна-две спальни. В новых кварталах квартиры большие и светлые, кухня и гостиная объединены в единое пространство, окна огромные — от пола до потолка, откуда в темное время года открывается великолепный вид на небо, украшенное сполохами северного сияния.

Несмотря на то, что этому архитектурному направлению чужды декоративность и помпезность, построенные в его духе здания отличаются сдержанной и строгой красотой. Они олицетворяют собой спокойствие, силу характера и самодостаточность, свойственные скандинавским жителям. [3]

Задачей проекта было показать один из стилей архитектуры северных стран. На наш взгляд, архитектура Скандинавии — это строгая и практичная архитектура, которая зародилась в условиях суровой, но прекрасной природы, в условиях непрерывной борьбы с беспощадной стихией. Изучение данного направления архитектуры повлияло на выбор общей концепции разработки дизайн-проекта. Дизайн-проект аудитории получил одобрение ведущих архитекторов региона и готовится к реализации.

*Литература:*

1. Миневрин, Г. Б., Шимко В. Т., Ефимов А. В., Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник. Москва Архитектура-с. 2004—395 с.
2. Возгрин, В. Е., Гренландия и гренландцы. Мысль. Москва. 1984.—70 с.
3. Баренцева Татьяна, Скандинавская архитектура — гармония красоты. / Баренцева Т. // Magazine Realty. Журнал недвижимости, [Электронный ресурс], 2017 — Режим доступа: <http://magazinerealty.ru/arhitektura-skandinavskih-stran-garmoniya-prostoty/> (дата обращения 25.02.17)

## Центр деревянного зодчества Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова

Самборская Юлия Викторовна, студент;

Никитина Татьяна Александровна, старший преподаватель

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

*Ключевые слова:* деревянное зодчество, архитектура, утрата памятников деревянного зодчества, Центр деревянного зодчества, дизайн-проект

Термин «зодчество» является синонимом архитектуры (древнерусское слово «зодчество» произошло от слова «зъдъчии» — строитель). Искусство создавать сооружения, которые отвечают как практическим, так и эстетическим требованиям, и есть значение слова «зодчество». Однако наша речь пойдет о более узком направлении в архитектуре, а именно о деревянном зодчестве. Деревянное зодчество — область архитектуры, определяемая спецификой строительного материала — деревом. [1] Как известно, дерево является старейшим строительным материалом. Это обусловлено обилием леса на планете, простотой получения и обработки с помощью самых элементарных инструментов. Как и у всякого материала, у древесины есть свои плюсы и минусы.

Основные преимущества древесины: малая плотность, высокая прочность, низкая теплопроводность, простота и удобство при обработке режущими инструментами, древесина очень хорошо клеится и удерживает в себе крепежные элементы, возможность окрашивания, полировки, лакирования поверхности, красивая текстура, хорошие звукоизоляционные свойства, способность поглощать звук при ударах и вибрации, способность изгибаться. [2]

К недостаткам можно отнести: анизотропность (способность изменять свои механические характеристики в зависимости от места произрастания, породы, в поперечном сечении ствола (ядро, сердцевина, заболонь)), неравномерное распределение влаги в стволе. [2] Самыми главными недостатками является склонность к загниванию, возгоранию, повреждению насекомыми и грызунами. Из-за этого деревянные постройки нельзя назвать долгожителями, ведь чтобы сохранить их в первозданном виде, необходимо регулярно проводить целый комплекс мероприятий по их защите и восстановлению.

Самым старым, из сохранившихся деревянных построек, сооружением можно считать пагоду и кондо в Хорю-дзи (Рис. 1). Храм был основан в 607 году. В 670 году из-за удара молнии комплекс полностью сгорел и был отстроен заново к 700 году. Несколько раз храм ремонтировали и пересобирали. Несмотря на это, считается, что 15–20% строений кондо сохранили оригинальные материалы. [3]

Деревянное зодчество составляет значимую часть мирового культурного наследия. Памятники деревянной архитектуры можно встретить во всех странах мира (Рис. 2).

В истории Русской архитектуры деревянное зодчество занимает исключительное место. Развиваясь в стране богатой лесом и умельцами, оно достигло высокого уровня и оказало огромное влияние на русскую культуру в целом. Все работы по возведению и отделке строения «справлялись» одним топором, и это не удивительно, так как чуть ли не каждый русский человек знал основные приемы работы с деревом. [4]

Из-за недолговечности дерева как строительного материала до настоящего времени не сохранились деревянные сооружения наших далеких предков. Однако, как видно из сохранившихся памятников церковного строительства, деревянное зодчество развивалось медленно, сохраняя все традиции и порядки. И даже появление каменного строительства не сразу оказало влияние на формы деревянного жилья. Наиболее старой деревянной постройкой на Руси считают церковь Воскрешения Лазаря (Рис. 3). Точная дата постройки церкви неизвестна, однако считается, что она построена раньше 1391 года. Здание было воздвигнуто преподобным иноком Лазарем и стало первой постройкой будущего Муромского монастыря. После революции на месте Муромского Свято-Успенского монастыря организовали сельхозкоммуну,





Рис. 1. Пагода и кондо в Хорю-дзи. Икаруга, Нара, Япония



Рис. 2. Примеры деревянных построек в разных странах

после 1945 года — дом инвалидов, а в 1960-е годы место запустило. В 1959 году церковь Воскрешения Лазаря была разобрана и перевезена в Кижы, где реставрирована в 1960 году. [3]

Памятники деревянного зодчества — весьма хрупкая часть историко-культурного наследия. Расцвет их приходится на XVII—XVIII вв. и их можно, вероятно, отнести к своеобразному «русскому барокко». Десятки музеев деревянного зодчества возникли на территории Российской Федерации. Эволюция деревянных построек великолепно прослеживается в крупных музеях деревянного зодчества под открытым небом, прежде всего в Кижях (Карелия) и Малых Корелах (Архангельская область), где представлены десятки разнообразных сооружений.

Сохранение культурного наследия — одна из важных задач человечества. На территории России, подвергающейся в XX в. грандиозным потрясениям, эта задача стояла и стоит особенно остро — невежество, недомыслие и неосторожность поставили бытие самих памятников под угрозу утраты. [4]

Начиная с 1960 года, каждые 20 лет в стране разрушается более 400 уникальных памятников архитектуры. По словам исследователей, это критическая ситуация.

На протяжении нескольких десятилетий в России сотнями утрачиваются памятники деревянного зодчества. Такую печальную статистику удалось собрать специалистам компании «Экокультура», по заказу Минкультуры разработавшей Концепцию сохранения памятников дере-



Рис. 3. Церковь Воскрешения Лазаря, Кижы, Россия



Рис. 4. Катастрофическая ситуация утраты памятников деревянного зодчества

вянного зодчества и включения их в культурный оборот до 2025 года.

По данным анкетирования 69 из 85 субъектов РФ, всего за период с 1960 по 2016 год утрачено 1276 памятников. Чаще всего памятники погибают в Архангельской, Костромской областях и в Забайкальском крае. За 56 лет там полностью разрушилось 663 объекта — это четверть всех памятников, стоящих на учёте в данных регионах. [5] Это действительно катастрофическая ситуация.

Конечно, музеи деревянного зодчества делают все возможное, чтобы сохранить памятники, но и этого недостаточно. В музеях деревянного зодчества находится лишь 415 образцов деревянной архитектуры, из них 63 объекта в не-

удовлетворительном состоянии, 30 признаны аварийными, а 20 разобрали для перевозки, но в итоге так и не собрали заново. То есть даже в музеях под открытым небом практически 27% памятников находятся под угрозой разрушения и требует проведения срочных противоаварийных или реставрационных мероприятий.

В такое критическое для деревянного строительства время было принято решение о создании Центра деревянного зодчества в Северном (Арктическом) федеральном университете имени М. В. Ломоносова.

Основные цели создания Центра:

1. научные исследования в области сохранения (консервации) памятников деревянного зодчества,



2. научные исследования разработки и совершенствования современных деревянных строительных конструкций,

3. привлечение обучающихся к проектной деятельности, связанной с созданием проектной документации по деревянным домам и малым архитектурным формам.

Должно заметить, что деревянное зодчество не ушло в раздел памятников окончательно. Оно заняло значительную нишу в области малоэтажного индивидуального

строительства. В связи с этим существует необходимость популяризации деревянного строительства в промышленных масштабах, и соответственно определяются перспективные направления развития Центра:

1. Клееные деревянные конструкции (КДК)

КДК — это высокотехнологичный и лёгкий в эксплуатации материал. Он может использоваться при строительстве объектов различного назначения и на наш взгляд является незаслуженно отложен на задний двор строительства.



Рис. 5. Дворец спорта профсоюзов, г. Архангельск

2. Многоэтажное деревянное домостроение

Многоэтажное деревянное домостроение вообще покрыто пеленой тайны и недопонимания из-за предрасудков и суеверий о высокой возгораемости древесины.

Также сказываются себестоимость и конечная цена за единицу продукции, необходимость перевооружения существующих производственных линий заводов и отсутствие развитой системы проектных организаций.



Рис. 6. Good Wood Plaza, Россия

Таким образом, можно определить основные задачи создания Центра деревянного зодчества:

- подготовка специалистов в области деревянного зодчества;
- содействие сохранению, использованию и популя-

ризации объектов культурного наследия — памятников деревянного зодчества;

- развитие и внедрение потенциала научных исследований и разработок в совокупном процессе опытно-конструкторских, научно-исследовательских и про-

ектных работ по проблемам сохранения, строительства, реконструкции и реставрации деревянных зданий и сооружений;

— выполнение научных и прикладных проектов, создание условий взаимодействия САФУ с учреждениями по сохранению памятников архитектурного наследия;

— разработка современных строительных конструктивных систем с использованием древесины и осуществ-

вление исследований в области комплексной защиты древесины,

— изучение напряженно-деформированного состояния конструкций при различных условиях эксплуатации.

Для открытия Центра был разработан дизайн-проект аудитории, в которой будет располагаться Центр деревянного зодчества. Была создана 3d модель интерьера проектируемого Центра, которая впоследствии была реализована.



Рис. 7. 3d модель проектируемого Центра деревянного зодчества. (Автор Самборская Юлия)



Рис. 8. Реализованный проект Центра

Для оформления стен аудитории был предложен фотоярд памятников мировой деревянной архитектуры. Центральное место занимает аэрофотоснимок Архангельска, сделанный в 1942 году немецкими лётчиками, которые прилетали бомбить наш город. На тот момент Архангельск был самым большим деревянным городом в мире.

В витринах представлены макеты памятников деревянной архитектуры и исторические книги по деревянному зодчеству. Ценным экспонатом являются кровельные лемеха с главки деревянного храма Покрова Божией Матери Заостровского Погоста Архангельской области (XVII век).

На наш взгляд, создание данного Центра несомненно послужит толчком развитию деревянного зодчества и сохранению его памятников в Архангельской области и не только. Самым важным фактором этого развития станет донесение до населения (по большей части до студенчества, поскольку студенты являются нашим будущим) необходимости развивать эту область, преимущества ее развития, а также передача знаний накопленных за долгие годы существования деревянного зодчества в мире и в России.

У деревянного зодчества есть еще возможность выйти вперед, а не быть всего лишь пережитком прошлого!

*Литература:*

1. Архитектура русского народного жилища [Текст]: Север и Верхнее Поволжье. Маковецкий И. В. / Акад. наук СССР. Ин-т истории искусств. — Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. — 338 с.: ил., карт.; 30 см.
2. Лисенко, Л. М., Дерево в архитектуре и скульптуре славян. — Москва: «Советский художник», 1987
3. Дмитрий Поповский, 25 старинных деревянных зданий мира/ Поповский Д. // livejournal, [Электронный ресурс] 2015 — Режим доступа: <http://d-porovskiy.livejournal.com/75859.html>
4. Ащепков, Е., Русское деревянное зодчество. М.: Государственное изд-во архитектуры и градостроительства, 1956. — 101 с.
5. Забытые шедевры. Россия может утратить 5 тысяч памятников деревянного зодчества. // Newsland. Информационно-дискуссионный портал. [Электронный ресурс], 2017 — Режим доступа: <https://newsland.com/community/7285/content/zabytye-shedevry-rossiia-mozhet-utratis-5-tysiach-pamiatnikov-dereviannogo-zodchestva/5779651>

## ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

### Построение конструкции одежды для спортсменов с учетом свойств высокоэластичных материалов

Москина Елена Леонидовна, кандидат технических наук, доцент;  
Прокопова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент  
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

**С**порт — это величайшее достижение человечества. Спорт невозможно представить без специальной одежды, которая облегчает жизнь спортсменам, и помогает устанавливать новые рекорды. Ведь для того, чтобы заниматься спортом, необходимо иметь не только прочную, но и удобную одежду. В настоящее время правильно подобранный материал и удобная конструкция помогают спортсмену устанавливать мировые рекорды, цена которых доли секунд.

Разработка конструкции спортивной одежды, создающей удобство движений во время занятия спортом и комфортных условий для спортсмена, является важной задачей индустрии спорта. Достижения и установление новых мировых рекордов зависит не только от физических способностей человека, но и от снаряжения и одежды, в которой он тренируется и выступает. Одежда должна создавать не только комфорт, но и удобство в движении, поэтому разработка конструкторами рациональных решений при создании спортивной одежды с исследованиями новых современных тканей является актуальным.

В конкретном случае проводилась разработка формы для футболистов — женщин. Для изучения анизотропии ткани, необходимо было определить направление растяжения материала, в зависимости от движений спортсмена.

Униформу изготавливают из высокотехнологических прочных тканей, однако, в тоже время легких и удобных. Особенность экипировки — это способность не стеснять движения спортсмена. Она должна быть рассчитана на обеспечение свободы движений при игре на поле.

Кроме всего прочего, современную футбольную форму разрабатывают с учетом движений, которые являются характерными для футболистов. При изготовлении футбольной формы применяется уникальная комбинация разных типов тканей, способствующая максимально свободным движениям игрока. Спортивная футбольная униформа отличается особой формой штанин и рукавов, которые создаются с учетом того, как будет двигаться спортсмен. В общем, футбольная амуниция предназначена создать максимальное удобство, как в процессе тренировок, так и во время игры [3].

Вследствие этого, необходимо было изучить динамику движения футболиста и работу основных мышц.

Футбол — это игра, которая задействует в работу практически весь организм, без остатка. Разберем основные мышцы, которые работают при беге.

Грудные мышцы и брюшной пресс — участвуют в работе на протяжении всего забега. Хорошо развитые мышцы груди и пресс помогают держать осанку бегунам на длинных дистанциях, а также на завершающих стадиях забега.

Широчайшие мышцы спины, большая круглая мышца, ромбовидная мышца — так же, как и предыдущие мышцы (грудные и мышцы живота) позволяют удерживать осанку бегуна и уравновесить баланс с развитыми мышцами груди. Крепкие дельты (задний пучок) и трапеция позволяют правильно держать голову во время забега и улучшают работу рук.

Мышцы рук и плеч позволяют футболисту удерживать равновесие во время бега, а также руки служат неким противовесом во время движения вперед. Безусловно мышцы рук служат отталкивающей силой для прыжка в игре головой. Основное движение во время забега происходит в плечевом суставе, а вспомогательное — в локтевом. Уровень активности движения зависит от типа бега. На коротких дистанциях работают руками более активно, нежели на длинных, для которых любое неверно приложенное усилие может сказаться на результате, т. к. энергетические запасы организма не безграничны, а на длинных дистанциях это ощущается особенно сильно.

Мышцы средней части тела — мышца выпрямляющая позвоночник, большая ягодичная, мышцы живота. Основная задача этих мышц в беге — стабилизация корпуса. Мышцы ног получают максимальную нагрузку во время бега. Четырехглавая мышца бедра выпрямляет коленный сустав и подтягивает колено к груди. Задняя группа мышц бедра выпрямляет ногу в тазобедренном суставе и сгибает ее в коленном. Нижняя часть ног задействована в беге мышцами голени и стопы. Мышцы голени участвуют в толчке ноги от опоры, а мышцы стопы во вращении стопы, сгибании и разгибании. Передняя группа мышц голени позволяет поднимать стопу вверх. Серьезная нагрузка ложится и на ахиллово сухожилие.



В общем, можно сказать, что в игре, футболист задействует все виды мышц, футбол сочетает огромное количество движений, которые осуществляет игрок, это и бег, и прыжки, и подкаты, а также различные движения рук и ног при выполнении дриблинга [2].

Широкое использование высокоэластичных нитей (лайкры) при изготовлении спортивной формы для футболистов объясняется их свойствами. Это, в первую очередь, растяжимость и восстановление размеров нитей, которое повышает качество всех тканей и изделий одежды, придавая им удобство и свободу движений, улучшая облегаемость, сохранение формы и устранение морщин. Волокно лайкра можно растягивать до размера, в 4–7 раз превышающего его первоначальную длину. Однако, как только растягивающее усилие исчезает, оно, словно пружина, возвращается в первоначальное состояние. Лайкра в тканой одежде улучшает подвижность. Небольшое количество лайкры придает всем видам одежды улучшенную облегаемость, более приятное ощущение, улучшенный внешний вид.

Конкурентоспособность изделий достигается уже на этапе раскроя и пошива изделия. Наличие полиуретановых волокон в ткани накладывает особенности при раскрое и пошиве и тем самым, требует корректировки технологических режимов.

Разработка конструкции одежды из высокоэластичных материалов требует предварительного исследования свойств данной категории материала, т. к. при проведении влажно-тепловой обработки происходит усадка деталей изделия, что приводит к искажению размерного ряда.

Известно, что конструктивные параметры плотно облегающей одежды, а именно предел заужения и коэффициент относительного удлинения деталей, определяются исходя из величины показателей деформационных свойств материала, используемого для изготовления изделия. При этом, основными характеристиками, учитываемыми в настоящее время при определении конструктивных параметров, являются растяжимость и остаточная деформация материала. Следует отметить, что величина поперечного сокращения полотна при одноосном растяжении, которая, по сути, определяет величину коэффициента относительного удлинения деталей изделия, напрямую не фигурирует в расчетах конструктивных параметров.

При проведении эксперимента для одновременного определения растяжимости и поперечного сокращения материала использовались стандартные методы при одноосном растяжении. При этом рассматривалась анизотропия текстильных материалов. Форма пробы подготавливалась по стрип-методу. Испытания проводились на разрывной машине типа РТ-250-М.

С использованием разработанного метода исследований деформационных свойств были определены растяжимость, остаточная деформация и поперечное сокращение для текстильных полотен с вложением полиуретановых волокон от 20% и более. Характеристика и результаты испытаний некоторых из исследованных материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики текстильного полотна с вложением полиуретановых волокон

Направление испытания	основа	15	30	45	60	75	уток
растяжение, мм	45	54	62	75	58	66	57
остаточная деформация, мм	2,5	2,1	1,8	2,3	1,9	2	2,8
Величина сокращения, %	1,67	1,4	1,2	1,5	1,27	1,33	1,87

Величина сокращения при деформации во всех направлениях исследования материалов в среднем составляет

1,46%, что позволяет учитывать ее при проектировании швейных изделий.

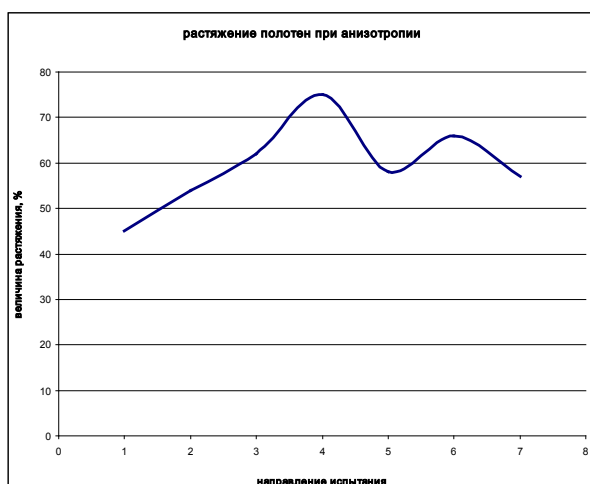


Рис. 1. Распределение величины растяжения полотен при анизотропии

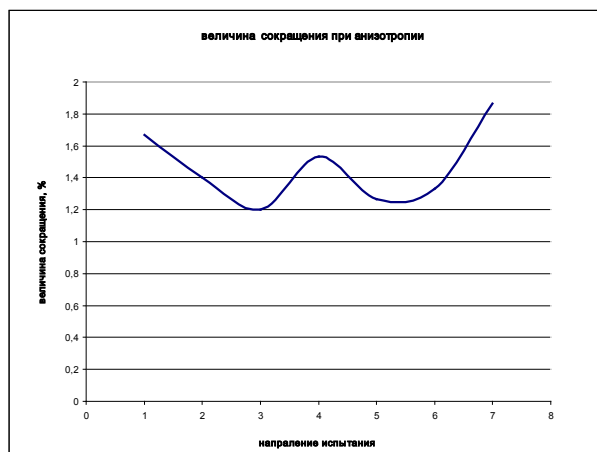


Рис. 2. Величина сокращения полотен при анизотропии

В связи с проведением исследований, необходимо откорректировать прибавки на этапе построения конструкции. Величины прибавок устанавливаются с учетом направления моды, вида одежды, покроя, размера изделия. В зависимости от характера рельефа поверхности деталей (гладкая, складчатая) устанавливаются дополнительные прибавки на образование складок, сборок, на-

пуска и т. п. [1]. Значения величин прибавок для изделия для спортсменов учитывают величину прибавки на усадку высокоэластичных материалов. Прибавка на усадку зависит от содержания лайкры в ткани и размера изделия, высчитывается на единицу измерения. В данном случае, проектировалось изделие для футболистов с учетом прибавок, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Конструктивные прибавки для расчета БК женской футболки прилегающего силуэта размера 158–88–92

№ п/п	Наименование участка, где предусмотрена прибавка	Условное обозначение прибавки, наименование	Величина прибавки
1	К глубине проймы	Пгпр	1,5 см
2	К ширине спинки	Пшс	1 см
3	К ширине проймы	Пшпр	2 см
4	К ширине груди	Пшг	1,5 см
5	На усадку	Пуp	1,4 %

В результате проведенного анализа процессов проектирования спортивной одежды установлено, что на всех стадиях жизненного цикла изделия имеет место ряд значительных по существу и характерных для современных швейных материалов, проблем. Это связано с наличием в материалах высокоэластичных нитей различных

свойств. Для создания методологических основ проектирования спортивной одежды из высокоэластичных материалов необходимо изучение их свойств в зависимости от содержания эластановых нитей и на основании этих исследований построение конструкции модели одежды, удовлетворяющей требованиям заказчика.

#### Литература:

1. Саламатова, С. М. Основы конструирования одежды: Учебное пособие для учащихся техникумов легкой промышленности. — М.: Легкая индустрия, 1981. — 192 с.
2. Вайнбаум, Я. С. Гигиена физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Я. С. Вайнбаум, В. И. Коваль, Т. А. Родионова. — М.: Издательский центр «Академия», 2002. — 240 с.
3. Избранные главы конструирования одежды. Системы конструирования одежды [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Коваленко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 80 с. — 978–5–7882–1899–1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61846.html>

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## Отмывка водорастворимых частей шлама. Химический и минералогический состав шламового поля ГУП «ТАЛКО»

Низов Василий Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Назаров Зафар Сидмуродович, аспирант

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

Каюмов Акмалшо Муминджонович, научный сотрудник

Институт химии имени В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан (г. Душанбе)

*Совершенствование существующих и новых наукоемких технологий способствует решению актуальной проблемы — переработке промышленных отходов производства алюминия и местного алюмофторсодержащего сырья, и снижению наносимого ущерба окружающей среде твердыми и газообразными отходами производства.*

*При этом важнейшими становятся вопросы создания безотходных производств на базе новых технологий, утилизации отходов производства, рационального ресурс обеспечения при росте дефицита природных ресурсов, эффективного их использования, в первую очередь путем вовлечения в производство вторичных ресурсов, образующихся в самом производстве.*

*Известно, что на территории ГУП «ТАЛКО» складированы сотни тысяч тонн отходов, содержащих: углерод, глинозем, криолит, фториды, сульфат и карбонат натрия, а шламовые поля завода занимают значительные полезные площади и загрязняют окружающую среду региона.*

**Ключевые слова:** отмывка переработка шламовых отходов, глинозем-содержащее сырье

Шлам электролизного производства является одним из основных углерод, фтор глинозёмсодержащих отходов производства алюминия. В настоящее время на Таджикском алюминиевом компания накоплены, по приблизительным оценкам, сотни тысяч тонн шламов, которые складываются на шламовых полях и загрязняют окружающую среду в регионе.

Для того чтобы разработать действенные и экологически эффективные технологические схемы переработки шламов, необходимо было выяснить зависимость состава и характеристики образцов шламов от местонахождения в шламовом поле, от времени года («степени освобождения»), от сроков хранения в отходах.

С этой целью нами была поставлена задача исследования топографического, послойного, химического и минералогического составов шламового поля Таджикского алюминиевого компания. Для этого был исследован химический и минералогический состав 4 проб, Типичный компонентный состав твердой фазы шламовых полей определен на основе образцов отобранных в 2016 году

Топографический анализ состава шламового поля проводился на основе забора 5 проб из 30 точек шламового поля на глубине от 20 до 50 см. Результаты средних химических и минералогических составов приведены в таблице 1.

Как следует из данных таблицы 1, содержание углерода и водорастворимая часть изменяются соответственно от 11,8 до 31,6 и от 5,1 до 41,5 масс % от веса сухого шлама и эти значения зависят от технологического процесса газоочистки завода и от степени и длительности воздействия атмосферных «осадков на шлам.

Таким образом, результаты проведенных анализов показывают, что использованию этих отходов в качестве возвратных для получения электролизом алюминия препятствует наличие в них углерода, сульфатов и карбонатов. Поэтому для переработки этих отходов требуется специальная технологическая линия, которая должна включать отмывку водорастворимой части и обезуглероживание шлама.

Для реализации выдвинутой гипотезы было предложено использовать восходящий поток с переменным гидродинамическим режимом. Предполагалось отмыть твердую фазу от сульфата натрия и исследовать возможности фракционирования углеродной составляющей. Схема пилотной лабораторной установки на основе пульсационной колонны с насадкой КРИМЗ представлена на Рис. 1

1-калона, 2-пульсация, 3-бункер верхние продукта, 4-насос,5-вход шлама,6-бункер ниже продукта, 7,8-сервюляционная труба

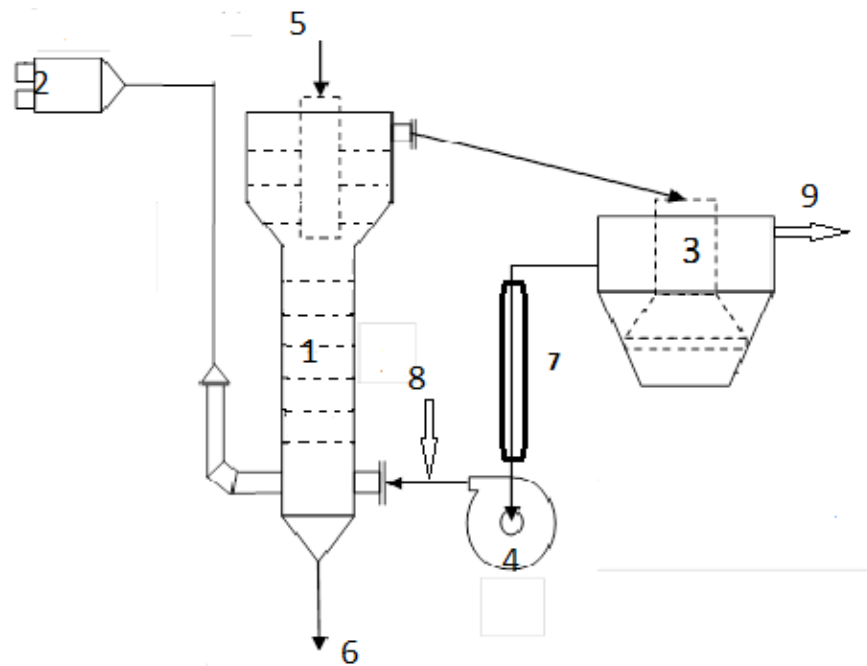


Рис. 1. Схема пилотной лабораторной установки на основе пульсационной колонны

Использованы два режима. Первый из них осуществлялся в режиме фракционирования при линейных скоростях восходящего потока в диапазоне 5–10 м/час. Второй режим реализован в присутствии флокулянта и преследовал цель определить предельно возможную скорость

восходящего потока, исключая значимый выход твердой фазы с верхним сливом колонны. Результаты исследований в первом режиме представлены дифрактограммами продуктов твердой фазы верхнего и нижнего сливов колонны

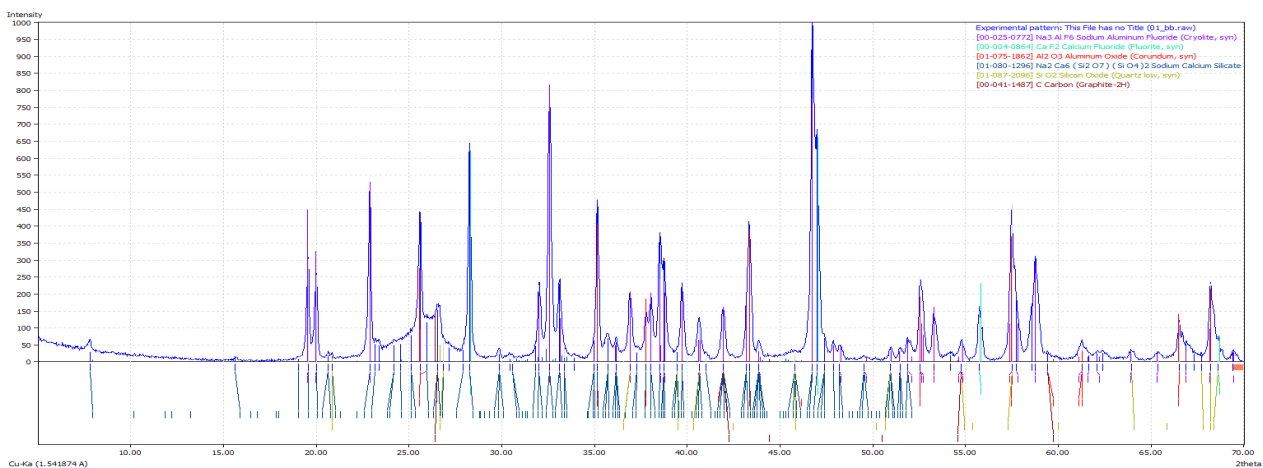


Рис. 2. Рентгенофазовые исследования шлама

Данные рентгенофазовых исследований позволяют сделать вывод, что значимого обогащения верхнего слива углеродной составляющей не происходит, а удельные нагрузки на рабочее сечение колонны по твердой фазе не представляют возможности реализовать этот процесс в промышленных масштабах.

Второй режим исследований показал, что в качестве флокулянтов могут быть с успехом использованы производные полиакриламида, в частности Престол 6240 широко применяемый в технологиях обработки сточных вод. До-

стигнутая скорость восходящего потока составила 19,2–20 м/час. Достигнутая величина предельной линейной скорости восходящего потока в режиме флокуляции позволяет иметь значимые удельные нагрузки по твердой фазе в рабочем сечении колонны и одновременно снизит до минимума содержание сульфатов в возвратных продуктах.

Как видно из таблицы 2, выявленные закономерности характерны как для образцов с максимальным содержанием водорастворимой части (41,5%), так и для образцов с минимальным ее содержанием (5,1%).

Таблица 1

## Химический состав шламового поля, масса %

№	Наименование компонентов, масс %									
	Al <sup>3+</sup>	Na <sup>+</sup>	F»	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> »	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> —	C	Fe <sup>3+</sup>	Si <sup>4+</sup>	На глубине, см	Водорастворимая часть
1	21,2	20,1	14,3	2,43	0,375	34,3	0,3	0,2	20	5,1
2	21,6	23,4	16,3	4,06	2,93	26,8	0,2	0,3	25	13,5
3	11,8	27,7	19,5	13,2	5,57	19,4	0,25	0,4	30	31,6
4	16,7	29,8	12,4	16,69	8,37	13,8	0,15	0,25	40	41,5
5	19,9	26,8	16,9	4,79	1,87	24,8	0,4	0,2	50	11,7

## Минералогический состав шламового поля, масса %

№	Наименование минералов, масса %									
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaF	C	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	На глубине, см	Водорастворимая часть
1	33,6	26,3	3,5	0,3	1,3	34,3	0,39	0,306	20	5,1
2	30,52	28,99	8,1	12,88	1,5	26,8	0,26	0,45	25	13,5
3	13,36	34,68	18,3	11,51	1,6	19,4	0,32	0,61	30	31,6
4	24,06	20,31	23,12	16,60	1,45	13,8	0,19	0,38	40	41,5
5	30,01	31,09	7,9	2,66	1,39	24,8	0,52	0,306	50	11,7

Результаты проведенных испытаний в полупромышленных условиях для определения химического и минералогического составов и продуктов отмывки приведены в таблицах 2, 3

Таблица 2

## Химический состав исходного сырья и продуктов отмывки шлама

№	Наименование компонентов, масс %	Наименование сырья и продукции		
		Не отмытый шлам, масс % (высушенный)	водорастворимая часть, масс % (высушенная)	Водонерастворимая часть, масс % (высушенная)
1	Al	8,8	-	24,8
2	Na <sup>+</sup>	30,1	60,1	18,32
3	F	7,3	0,8	13,58
4	so <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -	16,69 /	33,4	0,3
5	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> » ‘	1,87	3,6	од
6	C	19,2	-	38,0
7	Fe <sup>3+</sup>	0,4	-	0,45
8	Si <sup>4+</sup>	0,2	-	0,3

Таблица 3

## Минералогический состав исходного сырья и продуктов отмывки шлама

№	Наименование компонентов, масса %	Наименование сырья и продукции		
		Не отмытый шлам, масса % (высушенный)	Водорастворимая часть, масса % (высушенная)	Водонерастворимая часть, масса % (высушенная)
1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,3	-	31,4
2	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>	13,5	-	25,0
3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30,2	61,6	0,6
4	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +NaHCO <sub>3</sub>	11,6	24,1	0,3
5	C	19,2	-	38
6	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6	-	-
7	SiO <sub>2</sub>	0,4	-	0,7
8	NaF	5,3	11,8	0,2

*Литература:*

1. Рузиев, Д.Р. Физико-химические основы комплексной переработки отходов алюминиевого производства: Автореф. дис. канд. техн. наук.-Душанбе, 1998. — 21-с.
2. Разработка технологии утилизации отходов производства алюминия.-Душанбе, 1994.-.15 с.
3. Государственная экологическая программа Республики Таджикистана период 1998–2008 гг. Министерство охраны природы. 1998. — 159 с.
4. Сафиев, Х., Мирзоев Б., Мирсаидов У.М. Промышленные отходы — эффективные реагенты при комплексной переработке местного сырья Таджикистана//Первая Международная научно-техн. конф. «Технические системы и социально-правовые принципы экологической безопасности»: Сборник докл. — Ленинград, 1991. — с. 125–128.
5. Запольский, А.И., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки вод. Свойства, получение, применение. Л.: Химия, 1987–208 с.



# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

## Технология сжигания твердых бытовых отходов

Венгерский Александр Дмитриевич, студент;

Бугаёв Владислав Вадимович, студент

Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Переработка и утилизация отходов является одной из самых актуальных и требующих особого внимания проблем не только в нашей стране, но и во всем мире. В основном это касается крупных, а также стремительно развивающихся густонаселенных городов, где накапливается огромное количество твердых бытовых отходов (ТБО). Каждый год в нашей стране скапливается 140 миллионов кубометров ТБО, из которых лишь 3% подвергаются переработке, что является недопустимым. Остальная часть отходов вывозится на специальные полигоны, предназначенные для захоронения, или же на свалки. Отличительной чертой ТБО является то, что они содержат высокий процент горючей составляющей, содержащейся в таких компонентах как резина, бумага, шлаки, дерево и т. д. В связи с этим люди стали задумываться об использовании отходов в качестве источника энергии. Данная идея является решением двух самых распространенных проблем нашего времени: получение энергии и утилизации отходов. Конечно же, сжигание ТБО имеет не только преимущества, но и существенные негативные последствия, сложности в осуществлении. Принцип работы мусоросжигательных заводов, достоинства и недостатки сжигания ТБО, методики сжигания, известность и распространенность метода в современном мире — именно этим вопросам уделяется особое внимание.

С целью избавления от твердых бытовых отходов существуют несколько широко распространенных способов утилизации ТБО:

1. Захоронение на специальных полигонах;
2. Переработка для получения недорогого сырья;
3. Сжигание.

Каждый способ имеет свои отличительные технологические черты и свой набор достоинств и недостатков в реализации и эксплуатации. Сжигание является первостепенным методом, который будет рассматриваться далее.

Сжигание отходов считается самым простым, известным, технически налаженным и, что самое главное, традиционным способом уничтожения ТБО, который применяется человечеством долгое время. Огромное количество промышленных отходов также подвергается утилизации путем сжигания. В Европейских странах сжигается около 25% объема образующихся горючих отходов. В России сжигается около 2,3% бытового мусора.

Для строительства мусоросжигательного завода (МСЗ) требуется существенные капитальные вложения (в 8–10 раз дороже, чем строительство современных ТЭЦ равной мощности), в связи с чем необходимо детальное технико-экономическое обоснование схемы сбыта получаемой тепловой энергии для окончательного выбора метода сжигания. Таким образом, наличие гарантированных потребителей электрической или тепловой энергии, наличие шлакоотвала или потребителей шлака в качестве вторичного сырья не далее, чем 10 км от МСЗ, численность обслуживаемого заводом населения не менее 350 тыс. чел. являются самыми оптимальными и достаточными условиями для строительства МСЗ с дальнейшим использованием тепловой и электрической энергии [1].

Одним из способов переработки отходов является популярный и применяемый на практике метод пиролиза. Сущность метода заключается в том, что в камере без доступа воздуха происходит нагрев заранее подготовленного сырья до определенной температуры (300–600°C). Образующиеся при данном нагреве газы направляются в теплообменник, в котором при пониженной температуре происходит их частичная конденсация в жидкое печное топливо. Некондиционированные летучие газы направляются в специальный дожигатель.

В термохимических реакциях участвуют все составляющие элементы твердого топлива, за счет чего в отходящих газах отсутствуют смолы, углерод, а также тяжелые металлы. Котельная, которая функционирует на твердом топливе, не нуждается в таких установках как дымососы и других устройствах, которые нуждаются в регулярном обслуживании и существенных затратах электроэнергии. Необходимо и достаточно проводить профилактические работы всего лишь один раз в два месяца, причем работы допускается проводить при работающем устройстве. Более того, профилактические работы могут быть выполнены обычным кочегаром. Установка пиролизных печей непосредственно на территории городов может стать решением для ряда проблем в области не только энергетики, но и чистоты соответствующих городов. Методика пиролизного сжигания ТБО хорошо известна (с начала двадцатого века в России) и не таит в себе никаких секретов и тайн. Существует большое количество конструктивных решений данного вопроса. Самые эффективные и эконо-

мически целесообразны из данного множества — печи средней и малой мощности. В качестве примера приводится одна из печей для пиролиза, которая представляет собой цельносварную конструкцию из стали. Такая печь состоит из двух камер сгорания: нижней камеры сжигания ТБО и, соответственно, верхней камеры дожига генераторных газов. В камере дожига имеет место высокоэффективный катализатор, основной задачей которого является обеспечение процесса разрушения и обезвреживания отходящих газов сгорания топлива.

Работа печи пиролизного типа происходит следующим образом:

1. Через дверь происходит загрузка топлива (ТБО) в камеру генерации, где происходит горение при температуре 400–600 °С,

2. Газы, выделяющиеся в результате горения, попадают через инжекторное устройство в специальную камеру дожигания, куда через воздухозаборник направляется воздух в регулируемом количестве, а через дымоход и дымоотвод выходит отработанный газ, содержание примесей которого ниже предельно допустимых концентраций в 7 раз.

Через устройство наддува регулируется подача воздуха, причем для каждого вида ТБО подача воздуха различная [2].

Сравнивая метод пиролиза с обыкновенным сжиганием отходов можно выделить его существенные преимущества. Пиролиз позволяет утилизировать различные отходы, которые трудно поддаются утилизации. К ним относятся пластмасса, автопокрышки, отстойные вещества и т. д. Загрязнения окружающей среды при использовании пиролиза сведены к минимуму, поскольку в конечном итоге отсутствуют биологически активные вещества и скопление пиролизных отходов не оказывают пагубного влияния. Пепел, образующийся в результате переработки, обладает высокой плотностью, что является причиной уменьшения объема отходов, подвергающихся подземному размещению. Процесс восстановления тяжелых металлов при рассматриваемом методе также отсутствует. Оборудование, необходимое для реализации пиролиза, имеет сравнительно небольшую мощность. К тому же, простота хранения и транспортировки получаемых в конечном итоге продуктов обуславливают его популярность в сравнении с другими способами, так как требуется небольшие капитальные вложения.

Плазменная технология утилизации ТБО позволяет создать в зоне термического разложения температуру свыше 1300 °С, что вполне достаточно для безопасной и надежной утилизации отходов, но экономическая составляющая очень высока. Так, на 1 кг отходов приходится 2–3 кВт затрат электроэнергии и это без учета амортизации и стоимости сервисного обслуживания наукоемкой установки. В плане утилизации отходов плазменная технология идеальна, чего нельзя сказать о реализации и эксплуатации. Данная технология существует в единичных разработках [3].

Сжигание ТБО также осуществляется в барабанных вращающихся печах. Несмотря на то, что данный метод

сжигания известен своей эффективностью, данная разновидность печей применяется крайне редко для сжигания заранее неподготовленных ТБО. Особое распространение барабанные вращающиеся печи получили в сжигании жидких и пастообразных промышленных отходов, обладающих абразивным действием, а также специфических отходов, таких как больничные. Установка барабанных печей осуществляется следующим образом: печь ставится с небольшим наклоном в направлении движения отходов. Печь вращается со скоростью от 0,05 до 2 об/мин. Со стороны загрузки подают отходы, воздух и топливо, а шлак и золу выгружают с противоположного конца печи. В первой части печи отходы подсушивают, обычно при температуре 400 °С, после чего происходят их газификация и последующее сжигание при температуре 900–1000 °С.

Барабанные печи в процессе эксплуатации имеют отличительные особенности. Сжигая отходы в данных разновидностях печей существует возможность достижения более высокой температуры горения, хотя на деле такая возможность не является целесообразной, поскольку это влияет на долговечность работы печи в целом. В результате высокотемпературного сжигания усиленно происходит процесс износа и без того тонкой футеровки в печах этого типа. Существует необходимость замены раз в полгода внутренней футеровки печи, что является очень трудоемкой, сложной и дорогой операцией. Стоимость такой замены составляет примерно 10% от себестоимости печи. Для увеличения срока службы печи иногда вместо футеровки применяется водяное охлаждение стенки барабана или осуществляется охлаждение футеровки печи. Производительность барабанных печей в среднем составляет до 10 т/час (чаще 1–5 т/час) [4].

Утилизация токсичных ТБО требует особого внимания при выборе способа сжигания данного вида отходов. К токсичным бытовым отходам относятся использованные шприцы инфекционных отделений больниц, перевязочные материалы и так далее. Для этой задачи необходимы высокотемпературные печи. Высокотемпературные печи представляют собой малые плазменные (электродуговые) печи. Их способность поддерживать температуру в несколько тысяч градусов позволяет обезвредить инфицированные отходы в плазме. В качестве плазмообразующего газа чаще всего используется водяной пар. Благодаря энергии электрической дуги при температуре 4000 °С отходы распадаются на мелкие составляющие: атомы, радикалы, положительные ионы, электроны. Когда плазма остывает, начинают происходить реакции с образованием простых нетоксичных газов — CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O. Степень разложения составляет около 99,9%. Одна из самых лучших печей данной серии имеет производительность 15 тонн/год.

Сжигание ТБО является одним из самых распространенных и эффективных методов утилизации отходов. Преимуществами данного метода являются:

- 1) Возможность возвращения для повторного использования образующегося тепла. Теплота сгорания ТБО является полезным явлением, которое необходимо исполь-

зовать с толком. Теплотворная способность ТБО может достигать 7500–8400 кДж/кг. Такой результат соответствует показателям бурого угля и других низкосортных видов топлива. Рассматривая ТБО в данном контексте, их можно представить как нетрадиционный вид топлива. Вырабатываемая тепловая энергия за счет сжигания ТБО используется на нужды централизованного теплоснабжения или для электрификации населенных пунктов.

2) Надежное осуществление обезвреживания отходов.

3) Снижение риска загрязнения отходами не только почв, но и грунтовых вод.

4) Сокращение объема отходов более чем в 10 раз, массы — в 3 раза. В результате сжигания ТБО количество отходов на порядок уменьшается. Данный метод позволяет существенно уменьшить количество хранимого на полигонах мусора, и также существенно увеличить уровень энергоресурсов.

Само собой, сжигание ТБО нельзя назвать идеальным методом утилизации отходов. Рассматриваемый метод имеет низкий уровень экологичности, что в свою очередь оказывает пагубное влияние на окружающую среду. К недостаткам метода сжигания относятся:

1) Опасность загрязнения атмосферы вредными выбросами. Дымовые газы, образующиеся при сжигании ТБО, содержат в своем составе такие вредные вещества как оксиды серы и азота, оксид углерода, хлористый и фтористый водород, летучую золу, тяжелые металлы. При неполном окислении пищевых отходов, жиров, масел образуются существенное количество вредных веществ (органические кислоты, канцерогенные вещества, озон и др.) в незначительных количествах.

При сжигании бытового мусора, содержащего синтетические полимерные материалы, образуются диоксины и фураны, и это является самой существенной проблемой при сжигании ТБО. Диоксины являются самыми токсичными из синтезированных человеком веществ.

МСЗ, наряду с химическими предприятиями, являются главными поставщиками диоксинов в окружающую среду. Особенно эта проблема актуальная для несортированного мусора, когда в камеру сгорания вместе с влажными пищевыми отходами подаются также пакеты, резина, пластик, лакокрасочные материалы, древесные материалы, пропитанные синтетическими смолами и тд.

2) Высокий процент выхода золы и шлаков при сжигании мусора. При сжигании ТБО зола и шлак образуются в количестве 28–44 % от сухой массы отходов. Если сжигание производится без заранее произведенной сортировки, то золы образуется на 3 % больше, а шлака — на 20 % больше по сравнению со сжиганием предварительно отсортированных отходов. В целом шлака образуется около 1 т на каждые 3–4 т сжигаемого мусора;

3) Уничтожение ценных компонентов отходов;

4) Сложность и дороговизна импортного оборудования, ограниченное число запчастей;

5) Рост убытков при эксплуатации МСЗ из-за высоких эксплуатационных затрат.

Все указанные недостатки не позволяют широко использовать метод сжигания для уничтожения ТБО. Метод сжигания на заводах по устаревшей технологии, без совершенных систем очистки (которые из-за высокой стоимости не внедряются), наносит существенный вред не только здоровью человека, но и всем компонентам экосистем, чего допускать нельзя. Многие МСЗ по требованию общественности прекращают свою деятельность. Все они убыточны, гораздо экологически опаснее зарубежных, физически и морально устарели. Разумеется, с развитием современных технологий недостатки метода сжигания ТБО можно существенно минимизировать, но затраты, соответственно, будут увеличиваться. В связи с этим будет уменьшаться популярность данного метода.

Фактическая стоимость сжигания ТБО в разных случаях может существенно различаться. Объекты сжигания твердых бытовых отходов бывают разных размеров и могут иметь различное оборудование: от низкотехнологичных установок для массового сжигания до более новых технологий, таких как газификация, плазменная дуга и пиролиз. Учитывая диапазон технологий, затраты могут сильно различаться. Такие переменные как требуемой предварительной сортировки, технологии испытаний на выбросы и мониторинг, управление золой и процесс сжигания (технология) также влияют на стоимость проекта [7].

Очевидно, что метод сжигания ТБО является одним из самых эффективных и целесообразных методов в области утилизации отходов, требующий развития не только в нашей стране, но и во всем мире. Конечно же, найдутся люди, которые считают сжигание твердых бытовых отходов не самым безопасным и целесообразным методом из большого количества вариантов, существующих на данный момент. Не стоит отрицать, что в результате реализации такого способа утилизации ТБО на окружающую среду оказывается значительный вред, что отражается и на здоровье человека в частности. Но и наука, как и промышленность, развивается усиленными темпами с каждым днем. Поскольку мы планируем будущее, в котором энергосбережение и защита окружающей среды имеют решающее значение, то стоит иметь в виду, что современные технологии предлагают всевозможные пути решения проблем, возникающих на стадиях планирования, реализации и эксплуатации. Но, как часто это бывает, некоторые решения требуют немалых денежных затрат. Кто-то видит в этом минус, а кто-то воспринимает как важный и необходимый шаг, направленный на частичное устранение экологических проблем. Сегодня хранение ТБО на полигонах считается устаревшим и особенно опасным для окружающей среды. К тому же, количество ТБО на полигонах со временем только увеличивается, что недопустимо. Поэтому сжигание ТБО является приоритетным направлением в области ликвидации отходов, в результате которого еще и вырабатывается полезная энергия, которая окупится в ближайшем будущем. Данный фактор на сегодняшний день можно считать определяющим.

*Литература:*

1. Гринин, А. С., Новиков В. Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. — М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. — 336 с.
2. Терёшин, С. А. Надежность утилизации твердых бытовых отходов в печах пиролизного типа // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений. — 2009. — № 1—95—104 с.
3. Смагин, А. Утилизация ТБО высокотемпературным пиролизом [Электронный ресурс] / Смагин А., Гусева В. // URL: [http://newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=6610](http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=6610) (дата обращения 15.12.2017).
4. Сжигание в барабанных вращающихся печах [Электронный ресурс] // URL: <http://studopedia.org/2-77419.html> (дата обращения 15.12.2017).
5. Горбачева, Л. А. Зарубежный опыт мусоросжигания. // Энергия: экономика, технология, экология. — 2009. — № 7. и — 49—54 с.

## Пути решения вопросов повышения эффективности работы предприятий в сфере пищевой промышленности за счёт использования информационных систем

Пучков Иван Игоревич, сервисный аналитик  
ООО «Ай Си Эл Сервисез» (г. Новосибирск)

*В статье рассматриваются вопросы эксплуатации активного сетевого оборудования пищевой промышленности, особенности его эксплуатации и требования, предъявляемые к оборудованию в условиях эксплуатации 24/7. Рассматриваются возможные проблемы эксплуатации подобного оборудования и пути их решения. В статье затронуты вопросы программного информационного обеспечения для организаций пищевой промышленности.*

**Ключевые слова:** оборудование пищевой промышленности, эффективность производства, информационное обеспечение, конкурентоспособность, информационные технологии, информационные системы.

В сложившихся условиях рыночной экономики и жесткой конкуренции в пищевой промышленности от руководства предприятий пищевой промышленности требуются активные действия, направленные на увеличение эффективности производства. Одним из наиболее эффективных направлений повышения эффективности является применение информационных технологий. Внедрение в производство пищевых продуктов информационных технологий позволяет не только получить прямой экономический эффект, но и значительно увеличить качество продукции, улучшить товарный вид. В результате применения информационных технологий появляется возможность увеличить уровень доверия партнеров и потребителей продуктов. В связи с тем, что продукция пищевой промышленности имеет ограниченный срок реализации необходима своевременная информация о всех этапах промышленного цикла от закупа сырья до реализации, что возможно с применением современных информационных технологий.

Сегодня предприятия пищевой промышленности все шире внедряют информационные технологии, такие как автоматические управляемые линии производственного цикла, специализированное оборудование для решения определенных задач производственного цикла.

Не территории РФ предприятия пищевой промышленности расположены повсеместно — хлебобулочные ком-

бинаты, мукомольные фабрики, предприятия мясной и молочной промышленности, колбасные цеха, предприятия рыбоперерабатывающей продукции, ликероводочные, макаронные фабрики, кондитерские и многие другие. В пищевой отрасли трудятся миллионы сотрудников.

### **Активное сетевое оборудование в пищевой промышленности**

В наше время создание IT-инфраструктуры предприятий пищевой промышленности стало возможным благодаря использованию современного сетевого оборудования и промышленных автоматических систем. Для управления партнерскими сетями используется серверное и сетевое оборудование. В производственной цепочке производства и реализации крупные организации контролируют товар на каждом этапе производственного процесса каждого участка производства. Целью такого контроля является управление эффективностью продаж, снижение складских запасов и увеличение качества обслуживания клиентов. Для решения этих задач применяют информационные системы управления логистикой.

подавляющая часть продукции пищевой промышленности является товарами повседневного спроса, и характеризуется высокой оборачиваемостью продукции. Для



пищевой промышленности характерно огромное количество новых видов товаров, для некоторых товаров характерна сезонность.

Характерной особенностью товаров пищевой промышленности является ограниченный срок хранения сырья и готовых пищевых продуктов. В связи с чем, возникает необходимость в оперативном принятии решений относительно закупки сырья или реализации продуктов. Неполная или недостоверная информация и как следствие несвоевременное решение возникающих проблем могут принести предприятиям пищевой промышленности значительные убытки. Следовательно, применение современных информационных систем с поддержкой принятия решений особенно актуально для организаций пищевой промышленности. [6]

К таким системам относят ERP — системы (планирование ресурсов предприятия). В настоящее время ERP — системы решают вопросы управленческой деятельности, вопросы планирования материальных, финансовых и человеческих ресурсов и оперативный контроль планов производственных процессов, анализ результатов хозяйственной деятельности.

В настоящее время без ERP систем уже практически невозможно представить себе хорошо функционирующее крупное предприятие пищевой промышленности.

При помощи ERP — систем руководство предприятия своевременно получает необходимую информацию для принятия управленческих решений. Для предприятий, имеющих большое территориальное расположение эти системы позволяют сохранить общую систему управления и поддержку удаленных территориально подразделений. [6]

На предприятиях пищевой промышленности при внедрении информационных технологий на территории РФ существует проблема совмещения информационных технологий и отсутствие большого практического опыта внедрения информационных систем.

В статье Дячкова Д.В. «Методические подходы к использованию информационных технологий на предприятиях пищевой промышленности» предложена четырехуровневая иерархическая модель информационных технологий организаций пищевой промышленности, предусматривающую интеграцию автоматизированных систем управления технологическими процессами, ERP-систем (планирование ресурсов предприятия), MES-систем, систем производства и OLAP-систем (технология оперативного многомерного анализа данных). В статье описаны функциональные возможности всех уровней иерархической модели информационных технологий, а также их взаимодействие с уровнями управления организаций пищевой промышленности. [2]

#### **Автоматизация логистики и производства.**

Для совершенствования производственных процессов на предприятиях применяют автоматизированные системы управления предприятием. Большие компании выбирают

решения Microsoft Dynamics AX или аналогичные, средние и мелкие выбирают решения «1С: Предприятие», «Парус».

Примеры решений «1С: Предприятие» для предприятий отдельных направлений пищевой промышленности:

- 1С: Управление мукомольно-крупяным предприятием;
- 1С: Молокозавод;
- 1С: Ликероводочный и винный завод;
- 1С: Управление птицефабрикой;
- 1С: Пивобезалкогольный комбинат;
- 1С: Рыбопереработка;
- 1С: Мясокомбинат;
- 1С: Хлебобулочное и кондитерское производство;
- 1С: Спиртовое производство.

Большинство предприятий пищевой промышленности ориентированы на значительные рынки сбыта. Автоматизация включает цепочку: поставщик-производитель — дистрибьютер — продавец — потребитель и контролирует все этапы производственного цикла.

Результатом такого управления является увеличение качества обслуживания потребителей и партнеров, приводит к снижению запасов на складах.

Автоматизированные решения этих проектов рассчитаны на крупные или средние предприятия с территориально-распределенными структурными подразделениями.

#### **Новые технологии в борьбе за качество.**

В настоящее время появились технологии и автоматизированное оборудование, позволяющие значительно улучшить качество пищевых продуктов. Постоянно идет разработка новых технологий для увеличения качества продуктов пищевой промышленности.

Например, новейшие технологии с применением вкусовых заменителей может снизить содержание соли в некоторых продуктах.

Применение технологий радиационной медицины позволяют применять ионизирующее излучение для антибактериальной обработки пищевых продуктов. Воздействуя таким излучением всего несколько секунд, позволяет практически полностью уничтожить всю микрофлору и таким образом улучшить качество пищевых продуктов и увеличить срок годности.

Уменьшение времени термообработки пищевых продуктов значительно улучшает качество продуктов и ведет к увеличению конечного выхода продукции. Например, в мясоперерабатывающей промышленности находит широкое применение инфракрасное излучение.

В последнее время используют также методы нанотехнологий в пищевой промышленности.

#### **Перспективы информационных технологий в пищевой отрасли**

Для многих крупных предприятий пищевой промышленности и их структурных подразделений и фили-



алов актуально развитие информационных систем для управления, финансового и бухгалтерского учета, планирования, управления ресурсами. Для свободного доступа сотрудников организаций и компаний к необходимой информации необходимо создание единого информационного поля путем создания распределенных систем и порталов.

На крупных предприятиях существует проблема интеграции между разными информационными платформами и ее обработка.

Современным решением для многих предприятий пищевой промышленности является применение мобильных технологий

Одним из путей совершенствования многих производственных процессов являются интеграция телекоммуникационных технологий в действующие информационные системы и развитие мобильной торговли.

#### **Сетевое оборудование для предприятий пищевой промышленности**

В качестве сетевого оборудования для обеспечения IT-инфраструктурой предприятий пищевой промышленности можно использовать следующее сетевое оборудование:

Сервер HP ProLiant DL380 Gen10 отличается большим объемом оперативной памяти (оперативная память в целом может составлять до 768 Гб).

Сервер Lenovo System x 3650 M5 (возможность обновления до 24 HDD (жестких дисков) или SSD (твердотельных накопителей), до 1.5 Тб оперативной памяти. 4 стандартных встроенных портов Gigabit Ethernet и два 10Gb Ethernet порта.

Система Dell Active System 200 позволяет создать виртуальную среду, поддерживает до 200 виртуальных машин благодаря использованию системы Dell Active. Система включает серверные и сетевые инструменты.

#### **Заключение**

В статье рассмотрены проблемные вопросы современных предприятий пищевой промышленности в РФ. В пищевой промышленности отмечается недостаток качественного сырья для промышленной переработки, недостаток или технический износ (зачастую отсутствие) оборудования для переработки продукции, недостаток производственной мощности предприятий, невысокий уровень конкурентоспособности с зарубежными странами. К недостаткам можно отнести несовершенную систему хранения и транспортировки пищевой продукции, недостаточная экологическая безопасность предприятий пищевой промышленности. Отмечается необходимость модернизации технологических процессов и внедрение информационных систем для более эффективного управления производственным процессом, что может в значительной степени увеличить эффективность финансовой деятельности предприятий, снизить риски потерь, уменьшить запасы складской продукции и увеличить качество производимых товаров.

Применение сетевого оборудования для внедрения информационной структуры необходимо для функционирования информационных систем в режиме 24/7, так как зачастую для предприятий пищевой промышленности характерен непрерывный производственный процесс.

#### *Литература:*

1. Ашмарова, О. В., Федулова Е.А. Возможности применения автоматизированных информационных систем управления предприятием пищевой промышленности. / Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 41. № 2, С-170–175
2. Дячков, Д. М. Методические подходы к использованию информационных технологий на предприятиях пищевой промышленности / Экономика Крыма. — 2014. — № 1 (46). — с. 130–134
3. Кизим, А. А, Березовский Э. Э, Дырий А.П. Повышение конкурентоспособности и эффективное управление производством в перерабатывающей и пищевой промышленности России / Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2014. № 5 (48)
4. Копыльцова, С. Е. Создание информационно-справочной системы по наилучшим доступным технологиям в пищевой промышленности на основе экологической оценки жизненного цикла/ Научный журнал НИУ ИТМО. Экономика и экономический менеджмент. № 4, 2013.
5. Лобысева, В. А. Управление конкурентоспособностью предприятий пищевой промышленности / Молодежь и наука. 2017. № 4
6. Швец, М. Ю, Швец А. А., Лебедева Л. В. Развитие информационных технологий как фактор обеспечения конкурентоспособности предприятий пищевой промышленности. / Форум молодых ученых № 1 (5) 2017

## History of arithmetic accountability measures

Tairova Madinabonu Bakhtiarovna, teacher  
Andijan State University named after ZM Babur, Uzbekistan

People used different tools and devices to alleviate aging. The oldest «computing machine» used by fingers and toes. People have taken on a considerable number of calculations with them. Not only the fingers and tens, but also hundreds and thousands of numbers by means of different fingertips of the fingers. They have also been able to express millions through their hands.

Older Greeks, Greeks, and other national traders used to buy grains, sticks, and aqueducts on a special billboards. The boards were then upgraded and made the abac stones. Abac began to serve as the main board for ancient Greeks and Romans, as if it were our founboard strap. Mental Arithmetic (abacus) is a very effective tool to grow a human intellect. In the process of learning, it enhances the right and left hemispheres of the human brain, improves the mind's thinking, and strengthens the memory. It is called the «tool», called «abacus» in China, and «sorobon» in Japan. One of the oldest Chinese computing equipment is «suan-pan», which is used so far and is very popular. It is sold in a very large market in the Chinese market.

In this regard, the Chinese created the Suan Pan Association, which includes courses, training sessions, exams. Besides, among the audience of «Suan Pan», not only the systematic training of not only cashiers, accountants and bank employees. The first stage of the educational process begins with the education of the children of preschool education, elementary school pupils. In the twelfth century, it moved from China to Japan, where the old computing equipment was called the Japanese «soroban». Another computing device was created in the 16th century, and in recent days it has been used to add, subtract, and multiply the number of stack grains by «throwing», «gathering». The success of our herd is that the function of the numbers is in the decimal system. A computing device called arithmometer was created to calculate later. Arithometer Greek is an arithmetic measuring machine, a mechanical calculator, which carries out a series of arithmetic operations on a desktop or portable mechanical machine using a special tape arithmetic. It was originally created in the XVII century to create such a machine. In 1850 the great Russian mathematician P.L. Chebishev first discovered a magnificent computing machine — Arithometer. These arithmetic meanings do not work together with the addition of room units and propagation, so it does not work with solutions of differential equations. Most arithmetromes existed on the desktop and pocket moles. They were similar to the other mechanical computing machines such as Comptometer, Curta, Contex-10, or BMM-2, but they were greatly different from the bigger ones such as the T5M, but it was a great deal. The scheme of this arithmetic mechanism was drawn by Leonardo da Vinci. The origin of this device is 1500 years old, with 13 pieces of room unit, 10 teeth.

However, Leonardo's ideas were not dispersed in this period. An unknown innovation was made in 1323 by Wilhelm Shikard, a new arithmetic. Also arithmetic Blez Pascal and Leibniz were created in the XVII century. In 1674, the Morland machine, and in 1709, the Italian scientist Markuess Giovanni de Polene drew his model on this basis. In 1820, Tom de Kolmar's arithmometers started to be produced tum by turn shipping shipbuilding, similar to the general Leibniz arithmetic, but had a number of differences. Frank Stevin Baldwin P. 1873—1874, the arithmetic machine. Created by Chebishev. In 1890, the Russian scientist in Peterburg V.T. Odner produced a series of machines, which later expanded the model of the most advanced computing machine in the early 20th century. It has come from the arithmetic of a large audience. The machine created by Odner has long been popular among the USSR's most famous arithmometers called «Felix». The total circulation of this machine is several million, with 2 more modifications. The numbers are entered with up and down scrolling. At the insertion process, hold the right hand and require it to turn it once. By contrast, it turns itself into turn. In such a case, the arithmetic mechanic can use a mechanical mechanism to process them, such as the «Felix», which can be routinely converted to the handle or to use some of the electrical imprints. Arithometers are not digital analogues, they are logarithmic gauges, so the calculation result is not dependent upon read error and it is clear. By contrast, it turns itself into turn. In such a case, the arithmetic mechanic can use a mechanical mechanism to process them, such as the «Felix», which can be routinely converted to the handle or to use some of the electrical imprints. Arithometers are not digital analogues, they are logarithmic gauges, so the calculation result is not dependent upon read error and it is clear. The arithmetic may carry out the addition and removal operations, but in the Liver models, these processes are slowly performed, faster, and faster, but faster than insertion and reproduction. When working on the arithmetic unit, the operation mode must always be set manually, by pressing the corresponding button or converting the corresponding hand before each operation. Arifometric software analogues are virtually eliminated, and their models are usually different from the automated level of automation, they were only equipped for aphthronics, duplication and other activities. One of the most commonly used models was Odiner and Leibniz. Non — automatic and automatic machines are manufactured at the same time. At that time automatic cars were very comfortable, but expensive. In 1958, the Central Branch of Technical Data Processing and Automation Tools, according to catalogs, in 1956 «Felix» calculator was 110 rubles. In Arthur Conan Doyle's «Fourth Sign», he used this machine as a sign of the logic of thought, and compared Dr. Watson Sherlock Holmes. In addition to

the arithmeter equipment, the arithmeter equipment is now known as «small computing machines». Modern discoveries of today's scientists have made it difficult for us to achieve unparalleled results, not only calculating large numbers but also solving complicated mathematical and technical issues through the necessary commands. No matter what network of national economy there are electronic equipment, it serves and improves.

Of course, such electronic meters are worthy of praise, but some discoveries of such computers are created by the programmers and are used by formulas. Such kind of programs prevent students from developing their computing skills. I believe it is important for our younger generations to train their students using advanced computing techniques to improve the mental development processes. Mental arithmetic limits the importance of the discipline. The abacus and the imaginary brain develops both hemispheres of the brain.

Mental Arithmetic is a solid foundation for mathematical science. The basis of mathematics serves to a clear understanding of numbers and numbers and arithmetic operations. If a reader has solid mathematical constants, it can be easily fractured, geometric shapes, numbers, and functionality.

The right cerebral hemisphere is considered a feature of a camera: it quickly recalls and stamped in human memory — takes pictures and can display it at the right time. This way you can count up to billions of dollars. [3]

Hormonal development of the brain improves its creative potential. Creativity is a smart solution to the problem. The

development of this talent in the student leads to discoveries on the floor. to improve the mental development processes



The arithmetic of 1932



«Gilbert» Arithometer Facit CA 1-13



Arithometer Mercedes R38SM

#### References:

1. Бармоқлар билан ҳисоблаш усулларининг тўлиқ баёни монах Бедд. (VII–VIII э. а)
2. Рус пул тизими тўғрисида тўлиқ маълумотлар» китоби.
3. «Сурусем» абакда санашни ўрганамиз.
4. Материал из Википедии — свободной энциклопедии.

## Алгоритмы и машинные программы для исследования технологических процессов лесообработывающих производств: эволюция комплекса имитационных программ «ЦЕХ»

Чамеев Василий Владимирович, кандидат технических наук, доцент;  
Иванов Виктор Вячеславович, кандидат технических наук, доцент  
Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург)

*В статье рассматривается эволюция комплекс-программы «ЦЕХ» за период с 1972 г. по 2018 г.*

*Ключевые слова:* лесопиление, математическое моделирование.

В 60-е годы прошлого века в Свердловской области началось проектирование и массовое строительство тарных цехов по переработке низкосортной и низкокачественной

древесины на короткомерную пилопродукцию — тарные комплекты. Сопоставление проектных и фактических показателей у пущенных в эксплуатацию цехов показал не-

достижение у многих из них проектных показателей [1,2], в результате не учета традиционными методами проектирования случайных факторов [3,4,5], которые привели к просчетам.

Для выбора наиболее точных методов проектирования цехов объединение «Свердлеспром» заключило в 1972 г. хоздоговор с Уральским лесотехническим институтом (УГЛТУ) [6]. Реализация намеченных планов проводилась в рамках хоздоговорных работ УЛТИ с ВЛПО «Свердлеспром» в период с 1972 по 1983 годы (11 работ), с ВЛПО «Пермлеспром» (2 работы), с ЦНИИМЭ (1 работа), по итогам выполнения которых в нескольких этапах (см. табл.) была создана и запущена в эксплуатацию комплекс-программа (КП) ЦЕХ.

Первый этап 1972–1983 гг. финансировался ВЛПО «Свердлеспром». За этот период был произведен массовый сбор статистических материалов по функционированию работы тарных цехов, построены математические модели и алгоритмы работы цехов по переработке круглых лесоматериалов на тарные комплекты. В 1978 г. было закончено программирование задачи в машинных командах на ЭВМ «Наири-2» и проведено полное исследование работы тарного цеха [9]. Написанная в машинных командах программа получила название «ГД-4».

В 1979 г. УЛТИ, согласно договору, передал КИВЦ СНПЛО (СНИИЛП) документацию по имитационно-статистической модели технологического процесса тарного цеха. В 1983 г. КИВЦ закончил работу по программированию и выпустил программный продукт «НØ1» для ЭВМ «ЕС-1022» (аналог программы «ГД-4»). Период 1983–1985 гг. был посвящен крупномасштабной проверке применения программы «ГД-4» в различных производственных условиях, оформлению документации и представлению ее научной общественности [10].

В 1982 г. была создана и запущена в эксплуатацию программа «Р82–1» в машинных командах «Наири-2» для имитационного моделирования работы головных лесопильных рам.

В 1985 г. была открыта госбюджетная тема «Совершенствование технологических процессов лесопильно-тарных цехов лесозаготовительных предприятий», разработка которой были начаты еще в 1975 г. (начало сбора статистических данных работы станочного парка по расширенной методике). Первые результаты этой работы приведены в источниках [11,12,13,14].

В период 1985–1992 гг. была создано ядро КП «ЦЕХ». Основой для которой послужили программы «ГД-4» и «Р82–1». Были выполнены хоздоговоры для 7 лесопромышленных предприятий. В ходе выполнения которых продолжилась работа по модернизации и расширению возможностей имеющегося программного обеспечения. В связи со сменой поколений ЭВМ возникла необходимость перепрограммировать программы «ГД-4» и «Р82–1» для ЭВМ 3-го поколения «ДВК-3». Программа «ГД-4», написанная на новом алгоритмическом языке получила название «GD-87», а в модернизированном виде, способная

имитировать работу комбинированных лесопилюющих цехов, — компонент-программа (кп). Аналогичную трансформацию прошла программа «Р82–1», с учетом полученных новых математических моделей и после пере-программирования эта программа названа кп «СТАНОК». Последней компонентой, созданной в последнем варианте в 1990 г. является кп «SORT». Триада созданных компонент-программ получила название КП «ЗЕЧН» («ЦЕХ»). С защитой работы [8] в 1992 г. второй этап закончился.

Официальными документами для проведения работ по второму этапу являются: договор творческого содружества кафедры механизации лесоразработок УЛТИ с Свердловским НИИ переработки древесины (СвердНИИДрев); основные методические положения модели лесопилюющего цеха; акт передачи СвердНИИДреву технической документации по имитационной модели технологического процесса лесопильно-тарных цехов для ее внедрения в практику проектирования и анализ существующих технологических процессов; акт о внедрении законченной НИР за период 1987–1988 гг. [7,8].

Третий этап вызван заменой ЭВМ «ДВК-3» на ЭВМ «IBM-286». КП «ЗЕЧН» была адаптирована под операционную систему «MS DOS». Кп «ПОТОК» получила название «POTLIN». Работа КП «ЗЕЧН» в новой среде позволило широко применять ее в учебных целях и при выполнении хоздоговорных тем. За период с 1993 г. по 2000 г. было выполнено 8 выпускных квалификационных работ с применением КП «ЗЕЧН».

В 2003 году на лесинженерном факультете (ИЛБиДС) появилась госбюджетная тема «Совершенствование технологических процессов цехов по выработке пилопродукции на лесопромышленных предприятиях в условиях малообъемных лесозаготовок». Четвертый этап модернизации КП «ЦЕХ» связан с выполнением этой темы. Результаты этой работы [15] по акту были переданы в ОАО «УралНИИПДрев» для внедрения в производство полученных результатов.

В ходе выполнения работы КП «ЦЕХ» был адаптирован под операционную систему «Windows». Все ее компоненты были пересмотрены, приспособлены для решения госбюджетной темы и получили новые имена: кп «SORT» — кп «СЫРЬЁ» и кп «ПРОДУКЦИЯ»; кп «СТАНОК» — кп «СТАНОК»; кп «POTLIN» — кп «ПОТОК».

Пятый этап (2006–2010 гг.) связан с совершенствованием имеющихся и созданием новых расчетно-графических работ по применению КП «ЦЕХ» в учебном процессе (всего 10 работ). Для эффективной работы КП «ЦЕХ» был начат этап создания электронного информационного обеспечения системы «ИнфоЛес» [16].

Шестой этап (2011 г. по настоящее время) связан с продолжением совершенствования методик расчета связанных с проектированием, управлением и реконструкцией цехов на базе КП «ЦЕХ», совершенствованием машинных программ, продолжением накопления базы данных «ИнфоЛес».

Таблица 1

Этапы создания комплекса – программ «ЦЕХ» (ZESH)

Этапы	Компонент — программы			Заказчик
	СЫРЬЁ	ПРОДУКЦИЯ	СТАНОК	
I 1972÷1985 гг.	-	-	Программа «P82-1» в машинных командах ЭВМ «Наири-2» (1978 г.); программа «НØ1» для ЭВМ «ЕС-1022» (1983 г.)	ВЛПО «Свердлеспром» (1972–1983); Госбюджетная тема «Совершенствование технологии тарных цехов лесозаготовительных предприятий» (1983–1985)
II 1985÷1992 гг.	кп «SORT» (1988 г.) подпрограмма «OSORTN» (1990 г.)	кп «STANOK» (1989 г.)	Программа «GD-87» (1988 г.); кп «ПОТОК» (1990 г.)	Госбюджетная тема: «Совершенствование технологических процессов лесопильно-тарных цехов лесозаготовительных предприятий».
III 1993÷1994 гг.	Операционная система «OSDVK V02-030» для ЭВМ «ДВК-3» кп «SORT»	кп «STANOK»	кп «POTLIN»	
IV 2003÷2005 гг.	кп «СЫРЬЁ»	Операционная система «MS DOS» ЭВМ «IBM-286»	кп «STANOK»	Администрация УЛТА  Госбюджетная тема: «Совершенствование технологических процессов цехов по выработке пиломатериала на лесопромышленных предприятиях в условиях малообъёмных лесозаготовок»
		«ПРОДУКЦИЯ»	кп «ПОТОК»	
V 2006–2010 гг.	Операционная система «Windows»			В соответствии с программами учебных дисциплин
VI с 2011 г. по н. в.	Разработка цикла расчетно-графических работ с применением КП «ЦЕХ». Интенсивное накопление базы данных системы «ИнфоЛес»  Совершенствование методик расчета; углубление математических моделей, алгоритмов, машинных программ; продолжение заполнения БД «ИнфоЛес»			



Комплекс-программа «ЦЕХ», разработанная вУ-ГЛТУ на кафедре ТОЛП, оказало благотворное влияние на подготовку студентов и аспирантов, на их конкурентоспособность на рынке труда. За последнее время темп наращивания возможностей комплекс-программы по ряду объективных причин снизился. Дальнейшими направлениями совершенствования КП «ЦЕХ» следует считать:

оптимизация параметров пиления древесины на станках; выбор оптимальной структурной схемы станочной системы в цехе; оптимизация выбора поставок; экономическая и экологическая оценка вариантов проектирования цеха. Все полученные по этим направлениям результаты должны быть оформлены в виде автоматизированных систем САПР, АСУП и АСУТП.

#### Литература:

1. Чамеев, В. В. Комплекс-программа ZESH для решения технологических задач анализа и синтеза при проектировании, реконструкции и управлении лесоперерабатывающими цехами: Информ. листок N 371–91 / В. В. Чамеев, В. В. Обвинцев. — Свердловский ЦНТИ, 1991. — 4 с.
2. Обвинцев, В. В. Техническое перевооружение тарных цехов с целью повышения эффективности их работы: Обзорн. информ. / Б. Е. Меньшиков, В. В. Обвинцев, Н. Л. Васильев, В. В. Чамеев. — М.: ВНИПИЭИ леспром. — 1989. 27 с. (Деревореообработка).
3. Обвинцев, В. В. Обоснование применения математического моделирования для исследования лесоперерабатывающих цехов леспромхозов / Н. В. Лившиц, В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев // Межвуз. сб. науч. тр. / Ленингр. лесотех. акад. — 1975. — Вып. 4. — Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса. с. 85–90.
4. Обвинцев, В. В. Математическое моделирование — путь оптимизации технологических процессов лесоперерабатывающих цехов леспромхозов / Н. В. Лившиц, В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев, Б. Е. Меньшиков // Технология лесоразработок и сухопутный транспорт леса. Меж-вуз. сб. науч. тр. — Свердловск: изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1976. С. 104–108.
5. Обвинцев, В. В. Проведение статистических исследований в лесоперерабатывающих цехах леспромхозов / Н. В. Лившиц, В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев // Науч. тр. / СНИИЛП. — Лесоэксплуатация. — Свердловск, Средне-Уральское изд-во. — 1977. с. 128–133.
6. Обвинцев, В. В. Математическое моделирование технологических процессов и обоснование целесообразности его применения для оптимизации технологических процессов тарного производства: Отчет о НИР/УЛТИ N 22/72; Руководитель Н. В. Лившиц; исполн. В. В. Обвинцев, В. В., Чамеев и др.; N ГР 72023470; Инв. N Б228825. — Свердловск, 1972. 122 с.
7. Обвинцев, В. В. Внедрение математического моделирования в практику разработки плана технического перевооружения тарных цехов: Отчет о НИР/УЛТИ N 35/87; Руководитель В. В. Обвинцев; исполн. Б. Е. Меньшиков, В. В. Чамеев и др.; N ГР 01870055279. Свердловск, 1987. 128 с.
8. Чамеев, В. В. Совершенствование технологических процессов лесопильно-тарных цехов лесозаготовительных предприятий / В. В. Чамеев. -Дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. — М.: МЛТИ, 1991. 261 с.
9. Обвинцев, В. В. Оптимизация производственных процессов лесоперерабатывающих цехов леспромхозов: Отчет о НИР/УЛТИ N 24/78–6; Руководитель Н. В. Лившиц; исполн. В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев и др.; N ГР 78022573; Инв. N Б749660. — Свердловск, 1978. 82 с.
10. Обвинцев, В. В. Совершенствование технологии тарных цехов лесозаготовительных предприятий / В. В. Обвинцев. — Автореф. дис. на соиск. учёной степени канд. техн. наук. — Л.: Ленингр. лесотех. акад., 1985. 19 с.
11. Чамеев, В. В. Выявление и исследование доминирующих факторов, влияющих на временные параметры распиловки брёвен на продольно-распиловочном станке типа ЦДТ-6–2 (3) // Оптимизация производственных процессов лесоперерабатывающих цехов леспромхозов: Отчёт о НИР/УЛТИ N 24/78–6; Руководитель Н. В. Лившиц; N ГР 78022573; Инв. N Б749660. — Свердловск: УЛТИ, 1978. с. 18–61.
12. Чамеев, В. В. Статистическая модель для определения цикловых затрат времени при распиловке низкокачественного сырья на лесопильных рамах первого ряда // Оптимизация производственных процессов лесоперерабатывающих цехов леспромхозов по переработке низкокачественной древесины: Отчёт о НИР/УЛТИ N 24/78–3; Руководитель Н. В. Лившиц; N ГР 80032639; Инв. N Б 977002. — Свердловск, 1980. с. 9–65.
13. Чамеев, В. В. Имитационно-статистическое моделирование основных технологических показателей лесопильной рамы 1 ряда в лесоперерабатывающем цехе леспромхоза на ЭВМ // Исследование и разработка рекомендаций по повышению эффективной работы лесоперерабатывающих цехов на имитационной модели: Отчёт о НИР/УЛТИ N 24/81–1; Руководитель Н. В. Лившиц; N ГР 81101973; Инв. N 2825045307. — Свердловск:1981. с. 8–22.
14. Чамеев, В. В. Содержательное описание технологических потоков по делению круглых лесоматериалов на готовую продукцию в тарных цехах леспромхозов // Исследование и обоснование проектной мощности тарных цехов ВПО «Свердлеспром» при их реконструкции: Отчет о НИР/УЛТИ N 24/83–1; Руководитель Б. Е. Мень-

- шиков; исполн. В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев, Н. Г. Иощенко и др.; Н ГР 01830020873; Инв. N O2840057218. — Свердловск, 1983. 122 с.
15. Гаева, Е. В. Совершенствование технологических процессов по выработке пилопродукции на лесопромышленных предприятиях в условиях малообъёмных лесозаготовок / Е. В. Гаева. — Дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. 196 с.
  16. Чамеев, В. В. Информационное обеспечение учебного процесса / В. В. Чамеев, В. В. Иванов, Э. Ф. Герц, А. В. Солдатов. — Учебно-методические указания по руководству пользователю информационной системой ИнфоЛес по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств». — Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. 11 с.

## Математическое описание затрат времени операции подачи сырья в лесообработывающий цех

Чамеев Василий Владимирович, кандидат технических наук, доцент;  
Иванов Виктор Вячеславович, кандидат технических наук, доцент  
Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург)

*Приведено математическое описание входного потока лесоматериалов в лесообработывающий цех: поступление пачек бревен со склада сырья на эстакаду перед цехом; поштучная подача бревен по подающему транспортеру к головным станкам.*

**Ключевые слова:** теория вероятностей и математическая статистика, лесообработывающий цех, входной поток лесоматериалов.

При решении задач анализа и синтеза аналитическими методами или на имитационных моделях необходима математическая модель входного потока сырья к механизмам обслуживания — лесообработывающим станкам, в первую очередь математическое описание интервалов времени между смежными подачами пачек бревен к цеху и интервалов времени между смежными поступлениями бревен непосредственно в цех.

Входные потоки лесоматериалов по времени (интервалы времени между смежными поступлениями лесоматериалов на обработку) описываются экспоненциальным, экспоненциальным со сдвигом, Эрланга, Эрланга со сдвигом, нормальным, распределениями; композицией законов Эрланга и экспоненциального [1,2,3,4,5,6,7]. При выборе вероятностного теоретического распределения, описывающего конкретные потоки древесины, необходимо учитывать все основные факторы, которые определяют производственный процесс и поэтому могут повлиять на показатели потоков древесины. Так, распределение вероятностей общей продолжительности цикла работы кранов зависит от соотношения продолжительностей операций цикла. Для кранов, оснащенных грейферными механизмами, вероятности продолжительности цикла в основном распределяются по экспоненциальному закону. Лишь в 37% случаев имело место распределение Эрланга с параметром  $k = 2...4$ . При ручных операциях захвата пачки стропами общая продолжительность цикла работы кранов распределяется по закону Эрланга с более высокими значениями параметров  $k$ . В этом случае  $k = 8...12$  [8].

На основе изучения названных источников, сопоставления сведений о распределениях целесообразно интервалы времени между смежными поступлениями пачек круглых лесоматериалов со склада сырья на приемное устройство лесообработывающего цеха описать экспоненциальным распределением

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t) \text{ при } t > 0,$$

где  $\lambda = 1/M(t)$ ;  $M(t)$  — математическое ожидание случайной величины  $t$  (практически  $M(t)$  равно среднему значению цикла подъемно-транспортного механизма  $t_{Ц}^{\text{ПТМ}} = 460 \text{ с}$  [9]).

Однако, в области малых значений интервалов  $t$  экспоненциальное распределение плохо соответствует реальному процессу. Величина  $t_{Ц}$  не может быть меньше значения  $t_{Ц\text{min}}$ , поэтому можно применить экспоненциальное распределение со «сдвигом»

$$f(t) = \lambda \exp\{-\lambda(t-t_0)\}, \text{ при } t > t_0, t_0 = t_{Ц\text{min}}.$$

Значение  $t_{Ц\text{min}}$  принимается по паспортной характеристике применяемого ПТМ с учетом его перемещения от источника сырья к приёмному устройству цеха.

Интервалы времени между смежными поступлениями бревен в цех также можно описать экспоненциальным

распределением со «сдвигом», в котором  $\lambda = 1/M(t)$ , а  $M(t)$  приравняется к среднему значению длительности цикла лесотранспортера  $\bar{t}_{Ц}$ . Минимальное значение параметра  $t_0$

$$t_0 = t_{Цmin} = (\ell_{\delta min} / V_K) + (\Delta L_{min} / V_K),$$

где  $\ell_{\delta min}$  — минимальная длина бревна в выборке;  $\Delta L_{min}$  — минимальный технологический разрыв между смежными торцами бревен, зависящий от конструкции бревносбрасывателя;  $V_K$  — скорость лесотранспортера.

Введение в функцию плотностей параметра  $t_0$  лишает простейший поток свойства «отсутствие последствия». Поскольку, экспоненциальное распределение является частным случаем гамма-распределения при  $\eta = 1$

$$f(t) = (\lambda^\eta / \Gamma(\eta)) t^{\eta-1} \exp(-\lambda t), \text{ при } t > 0$$

то операцию подачи сырья в цех целесообразно описать этим распределением, которое лучше, чем экспоненциальное, отражает физическую суть процесса.

Гамма-распределение обладает некоторой универсальностью: при целочисленных значениях  $\eta$  превращается в распределение Эрланга  $k$ -о порядка; при  $\eta > 10$  приближается к нормальному распределению [10].

Параметры названных распределений для лесобрабатывающих цехов Свердловской области приведены в работах [4,5,6,7].

Перейти от требуемой интенсивности входного потока  $\lambda$ , которая окончательно должна быть получена путем синхронизации операции «лесотранспортер — технологические потоки» на ЭВМ, к требуемой скорости лесотранспортера можно по формуле

$$V_K = \lambda \bar{\ell}_\delta / K,$$

где  $K$  — коэффициент загрузки лесотранспортера.

Предварительное задание  $\lambda$ , подлежащее в дальнейшем корректировке при моделировании технологического процесса лесообработывающего цеха на ЭВМ, возможно аналитически

$$\lambda = 1 / \bar{t}_{Ц} > \mu,$$

где  $\mu$  — интенсивность обработки лесоматериалов на головных станках.

$$\bar{t}_{Ц} = \bar{t}_\ell + \bar{t}_{\Delta\ell},$$

где  $\bar{t}_\ell$  — среднее время транспортировки бревна по лесотранспортеру на его среднюю длину  $\bar{\ell}_\delta$ .

Для определения величины  $\bar{t}_{\Delta\ell}$  — среднего времени на межторцевой разрыв, использованы сведения из источника [11]. Если принять  $\bar{t}_{\Delta\ell} = t_H$ , где  $t_H$  — время подготовительных операций, не перекрытое временем транспортировки предыдущего бревна (время насадки бревна на лесотранспортер), то

$$\bar{t}_{\Delta\ell} = t_H = 0,3d_i - 2, \text{ с}$$

где  $d_i$  — толщина бревна, см.

Таким образом,

$$\lambda = (V_K / \bar{\ell}_\delta) + \{1 / (0,3\bar{d}_i - 2)\} > \mu.$$

Изложенная математическая модель может быть использована в аналитической теории массового обслуживания при описании входного потока лесоматериалов, поступающих в механизм обслуживания, а также в моделях при имитационном моделировании поступления лесоматериалов в лесообработывающие цехи.

#### Литература:

1. Редькин, А. К. Рациональные способы подачи древесного сырья на переработку: Обзорн. информ. / А. К. Редькин, В. С. Ганжа — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1972. — 48 с. (Лесоэксплуатация)
2. Чамеев, В. В. Совершенствование технологических процессов лесопильно-тарных цехов лесозаготовительных предприятий: дисс. ... канд. техн. наук / Чамеев Василий Владимирович. — М.: МЛТИ, 1991. — 261 с
3. Шадрин, А. А. Комбинированные лесообработывающие цехи лесозаготовительных предприятий: монография / А. А. Шадрин — М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. — 160 с.
4. Обвинцев, В. В. Исследование и разработка математической модели
5. транспортно-переместительных операций в тарных цехах: Отчет о НИР/УЛТИ N 44/73; N ГР 73021740; Инв. N БЗ88743 / Руководитель Н. В. Лившиц; исполн. В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев и др.; — Свердловск, 1974. — 73 с.
6. Обвинцев, В. В. Применение методов теории массового обслуживания при проектировании раскромочных цехов / Н. В. Лившиц, В. В. Обвинцев, Б. Е. Меньшиков, В. В. Чамеев // Тара деревянная: Научн.-техн. реф. сб. ВНИПИЭИ леспром. — 1974. — N 2. — с. 10–11.

7. Обвинцев, В. В. Некоторые модели транспортно-переместительных операций в лесоперерабатывающих цехах леспромхозов / Н. В. Лившиц, В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев // Межвуз. сб. науч. тр. / Ленингр. лесотехн. акад. — 1976. — Вып. 5. — Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса. — с. 126–129.
8. Чамеев, В. В. Математические модели технологического процесса лесообрабатывающего цеха / В. В. Чамеев, Г. Л. Васильев, Ю. В. Ефимов, С. Б. Якимович — Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. — 38 с. — Деп. в ВИНТИ 24.07.15, № 119-В2015.
9. Дудюк, Д. Л. Оптимальные параметры линий первичной обработки древесины. — Обзор. информ./ Д. Л. Дудюк — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1977. — 26 с. (Лесозэксплуатация)
10. Фергин, В. Р. Методы оптимизации в лесопильно-деревообрабатывающем производстве / В. Р. Фергин — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 216 с.
11. Вентцель, Е. С. Прикладные задачи теории вероятностей / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. — М.: Радио и связь, 1983. — 416 с.
12. Крутиков, Н. С. Механизация транспортных операций лесопиления. — / Н. С. Крутиков. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 168 с.

# НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

## Способы повышения компенсирующей способности сильфонных компенсаторов

Глебович Станислав Александрович, аспирант  
Тульский государственный университет

*В данной работе рассмотрены способы повышения компенсирующей способности сильфонных компенсаторов. Цель работы — проанализировать способы повышения компенсирующей способности сильфонных компенсаторов. Все трубопроводы при изменении температуры транспортируемого продукта и окружающей среды подвергаются температурным деформациям. В прогрессивных трубопроводах с целью компенсации температурных деформаций все больше используются сильфонные компенсаторы. Главное предназначение сильфонного компенсатора — возместить деформации трубопровода, не разрушая его и удерживая герметичность. Для повышения возмещающей способности компенсатора либо снижения величины смещения его устанавливают с предварительной растяжкой.*

**Ключевые слова:** компенсатор, сильфон, трубопровод, система, деформация, давление, стабильность, конструкция, компенсация.

## Ways of increase in compensating abilities of bellows-sealed compensators

Glebovich Stanislav Aleksandrovich, graduate student,  
Tula state university

*In this work ways of increase in the compensating ability of bellows-sealed compensators are considered. The work purpose — to analyse ways of increase in the compensating ability of bellows-sealed compensators. All pipelines at change of temperature of the transported product and the environment are exposed to temperature deformations. In progressive pipelines for the purpose of compensation of temperature deformations bellows-sealed compensators are more and more used. The main mission of the bellows-sealed compensator — to compensate deformations of the pipeline, without destroying it and keeping tightness. For increase in the compensating ability of the compensator or decrease in size of shift he is established with a preliminary extension.*

**Keywords:** compensator, bellow valve, pipeline, system, deformation, pressure, stability, design, compensation.

Как известно, все трубопроводы при изменении температуры транспортируемого продукта и окружающей среды подвергаются температурным деформациям. Вследствие данных деформаций в системе появляются существенные продольные действия, оказывающие влияние на окончательные закреплённые точки. Принимая во внимание значительную протяжённость трубопровода, итоговое растягивание и давление на места крепления может достигать больших величин. [3]

Для предохранения трубопровода от нагрузок, образующихся при изменении температуры, его проектируют и конструктивно осуществляют так, чтобы он имел возможность легко растягиваться при нагревании и укорачиваться при остывании без перенапряжения использованного материала и соединений труб. Способность трубопровода к подобной деформации в границах дозво-

ляемых усилий в материале труб называется компенсацией тепловых удлинений. [3]

Возможность компенсации за счёт гибкости системы участка направления и упругих качеств металла именуется самокомпенсацией. Компенсация осуществляется за счёт присутствия в системе трубопровода поворотов либо изломов. Если при конструировании и монтаже нельзя применять самокомпенсацию либо её мало для защиты трубопровода, ставят особые устройства — компенсаторы.

Компенсаторы — устройства, эластичные и растяжимые в границах собственных гибких деформаций, применяемые в трубопроводах различных технологических систем. Главной функцией компенсаторов считается формирование непроницаемого соединения перемещающихся элементов трубопроводов. [1]



При подборе компенсаторов весьма часто преимущество отдаётся сифонным компенсаторам, однако их использование в некоторых случаях сдерживает относительно незначительная компенсирующая способность. Она зависит от количества гофров в сифоне, их толщины, диаметра и возвышенности, а кроме того принятого ресурса компенсатора и давления в трубопроводе. [2]

Сифонные компенсаторы имеют небольшие размеры, могут вводиться в любом участке трубопровода при каждом методе его прокладки, не призывают строительства специализированных камер и сервиса в течение всего времени эксплуатации. Срок их службы, как правило, отвечает сроку службы трубопроводов. Использование сифонных компенсаторов гарантирует прочную и эффективную охрану трубопроводов от постоянных и динамических нагрузок, образующихся при деформациях, пульсации и гидроударе. Благодаря применению при производстве сифонов качественных нержавеющей сталей, сифонные компенсаторы способны трудиться в самых жёстких обстоятельствах. [3]

Количество гофров в сифоне ограничено его стабильностью. Общеизвестно, что большие сифоны даже от увеличения избыточного давления в полости выпучиваются. То же происходит при сжатии либо изломе. Стабильность сифона понижается при сокращении диаметра.

Если при расчёте стабильности обнаруживается, что количество гофров, определённое с целью предоставления призываемой возмещающей способности, превосходит возможное, используют разнообразные конструктивные решения, увеличивающие стабильность сифонного компенсатора. В первую очередь, у осевых компенсаторов сжатие замещают растяжением сифона. Знакома типовая система такого компенсатора, однако она не приобрела обширного распространения из-за трудности производства и неосуществимости контроля отдельных сварных швов. [2]

В заключительное время изобретены новейшие наиболее элементарные системы. Для компенсаторов с многослойным сифоном применима система с патрубками в виде коленьев с углом  $180^\circ$ . (рис. 1).

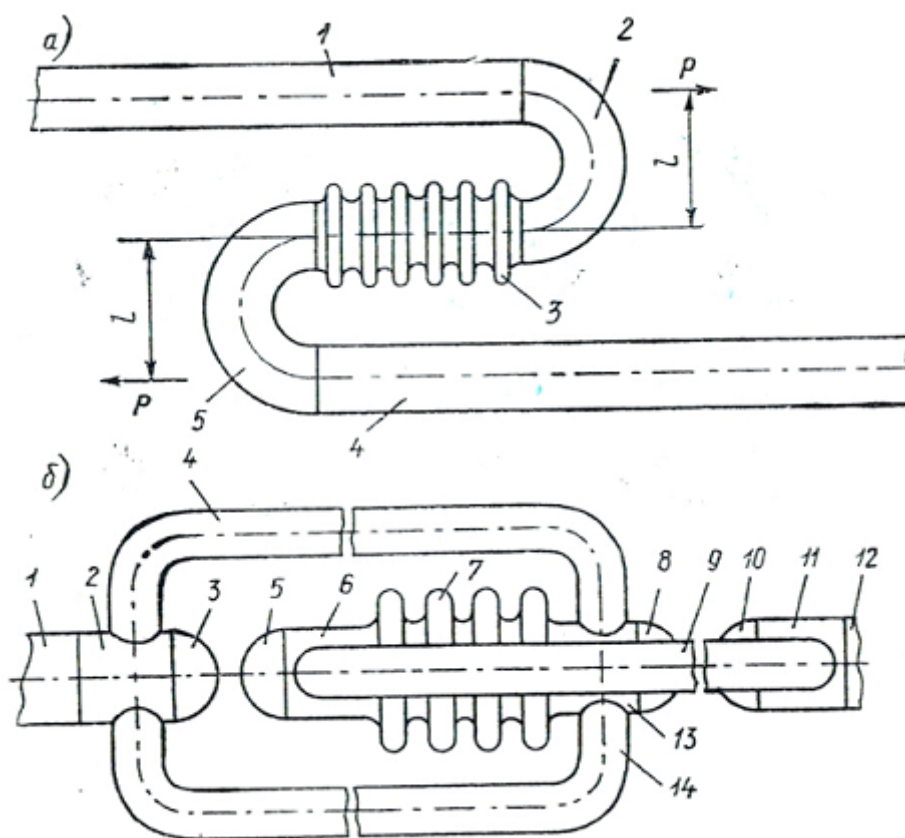


Рис. 1. Конструкция сифонного компенсатора с растягивающими сифонами

Поскольку толщина и уровень гофров объединены с технологией производства и крепостью сифона, а диаметр и влияние — обычные характеристики, и они изменяться не смогут, в таком случае, помимо повышения количества гофров посредством перемены системы, компенсирующую способность можно повысить сокраще-

нием ресурса. На практике весьма часто, не зная практического количества циклов работы конструкции, ресурс завышают.

Например, согласно статистическим сведениям, подземный подающий теплопровод диаметром  $D_u=400$  миллиметров, проведённый от котельной до центрального те-

плого пункта, отключается в год не более 20 раз. При десятилетней эксплуатации сильфонов необходимый источник равен 200 циклам. Для сильфона диаметром 400 миллиметров, произведённого по ТУ 5.551–19702–80, при 1000 циклах компенсирующая способность равна  $\pm 50$  миллиметров. Согласно графику можно установить разрешённую амплитуду напряжений: при 1000 циклах она равна 500 МПа, при 200 циклах – 750 МПа.

Следовательно, для этого трубопровода можно осуществить ресурс 200 циклов, компенсирующая способность будет равна  $\pm 75$  миллиметров, т. е. возрастёт в 1,5 раза.

Эффективным орудием повышения компенсирующей способности считается монтажная растяжка. С помощью её можно повысить компенсирующую способность в 2 раза. [2]

Снизить усиленно-деформированное положение сильфона, а значит, повысить возмещающую способность можно в результате перенесения места сварки дренажных штуцеров с вершины гофров в патрубков. Для любого гофра в патрубке учитывается собственный штуцер, с которого в углубление гофр вводится трубка с открытым окончанием (рис. 2).

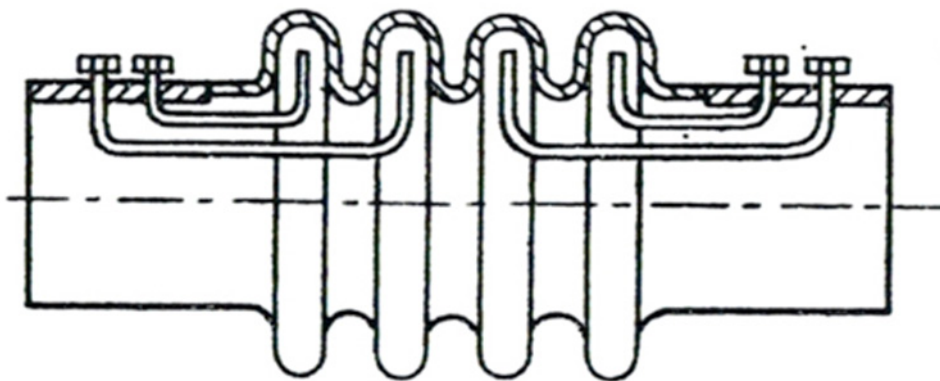


Рис. 2. Дренажный штуцер для осевого сильфонного компенсатора

При пуске трубопровода штуцера открывают, что предотвращает гидравлический удар в паропроводах и формирование лёгких пробок в водопроводах. Трубки устанавливают таким образом, чтобы они не мешали сжатию либо растяжению сильфона. В паропроводах их концы располагают в нижней доли гофр, а в водопроводах — в верхней.

Наряду с компенсирующей возможностью твёрдость также является главным параметром компенсатора, оказывающим большое влияние на результативность применения. Так как распорные действия передаются в спе-

цоборудование, связанное трубопроводами, рационально иметь наименьшую жёсткость.

У мультислойного сильфона главная составляющая распорного действия — это сила, возникающая от давления. По этой причине снижение эффективной площади даст возможность существенно уменьшить единую твёрдость компенсатора. С целью её снижения нужно сократить диаметр сильфона, т. е. в участке конструкции компенсатора рекомендуется предусмотреть переходы с большого диаметра на малый диаметр (рис. 3).

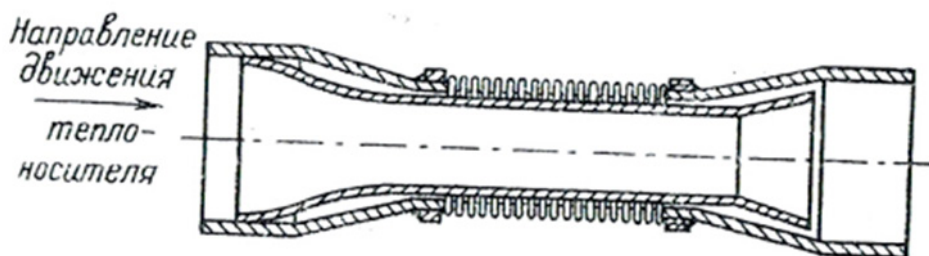


Рис. 3. Осевой компенсатор с защитной обечайкой повышенной обтекаемости

Для того чтобы не усугубить гидродинамические свойства, рекомендуется внутреннюю защитную обечайку выполнять с наиболее обтекаемой конфигурацией, к примеру, такой как представлено на рис. 3. Твёрдость от деформации компенсаторов с однослойным сварным сильфоном соизмерима с жёсткостью от давления. По этой причине тут можно уменьшить твёрдость за счёт увеличения коли-

чества гофров. К примеру, по расчёту требуется сильфон с 4-мя гофрами, каждый с которых будет сужаться на 4 мм. Повысим количество гофров до 8, в то время каждый станет сужаться на 2 мм, отчего твёрдость, стимулированная деформацией, снизится в два раза. [2]

При прокладке трубопроводов с компенсаторами межтонкостенными резервуарами либо на эстакаде для сни-

жения распорных усилий используют стяжки разных систем. Стяжки смогут устанавливаться в креплениях, привариваемых к трубопроводу либо напрямую к резервуару. В резервуарах обширно используются разгруженные компенсаторы с круговым отводом.

Для реализации верной работы трубопровода следует осуществить вычисление и подбор возмещающей способности компенсатора.

Компенсирующая способность осевого компенсатора — это вычисленное значение суммарного прямолинейного расширения сильфона компенсатора. Оно значит, то, что полный рабочий процесс сильфона отвечает данному значению. Как правило, в обозначении компенсатора компенсирующая способность нужно в последнем участке. [8]

Пример:

Сильфонный компенсатор КСО 200–16–80. Здесь компенсирующая способность компенсатора равна 80мм (+/-40мм).

Для вычисления проектного значения линейного удлинения трубопровода можно применить формулу:

$$\Delta L = a \times L \times \Delta t, \text{ где}$$

$a$  — коэффициент термического расширения, мм/(моС);

$L$  — длина трубопровода, мм;

$\Delta t$  — разница значений температуры монтажа и рабочей температуры, оС.

Подбор осевого сильфонного компенсатора производится по компенсирующей способности, что должна с небольшим запасом компенсировать линейные тепловые удлинения участка трубопровода. [6]

В том случае, если компенсирующей способности одного компенсатора мало для компенсации расчётных тепловых удлинений — в участке вводится несколько осевых компенсаторов последовательно. [7]

Таким образом, сильфонные компенсаторы принимают различные виды рабочих нагрузок. Гофрированная оболочка сильфона считается значимым конструктивным компонентом, функционирующим при неустойчивой перегрузке. Компенсирующая способность компенсатора зависит от количества гофров в сильфоне, их толщины, диаметра и возвышенности, а кроме того установленного ресурса компенсатора и давления в трубопроводе. Повысить компенсирующую способность сильфона можно разными способами. Благодаря надёжной конструкции, высококачественным материалам и правильному монтажу сильфонные компенсаторы способны работать продолжительное время.

#### Литература:

1. Говядко, Г. М., Есарев В. В., Дубчак В. Д., Компенсаторы для трубопроводов. Справочник. Энергоатомиздат — 1993.
2. Способы повышения компенсирующей способности и снижение жёсткости сильфонных компенсаторов. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://skurgom.ru>
3. Ковалев, В. И. Сильфонные металлические компенсаторы. Санкт — Петербург. — 2008.
4. Компенсирующая способность. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru>
5. Компенсация тепловых удлинений трубопроводов. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://megalektsii.ru/>
6. Расчёт, подбор компенсирующей способности компенсатора. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ros-pipe.ru>
7. Расчёт и подбор компенсаторов. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://lektsia.com>
8. Компенсация температурных удлинений трубопроводов тепловых сетей. Виды компенсаторов. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://helpiks.org>

## Инновационные элементы в принципе действия и конструкции устройств для мгновенного приготовления эмульсий в динамическом потоке её компонентов

Коробов Валентин Викторович, советник первого вице-президента  
ПАО «Московский кредитный банк»

*Эмульсификация жидкостей и топливных смесей применима в различных видах промышленности. В настоящей статье автор предлагает рассмотреть уникальные свойства эмульсий, созданных на инновационном устройстве*

**Ключевые слова:** эмульсии, устройство для приготовления эмульсий, гомогенизация в динамическом потоке, гидропоника, приготовление топливных смесей

### **Общая характеристика эмульсий, которые могут быть получены при помощи инновационного устройства для динамического смешивания и гидродинамического активирования жидкостей в развитом турбулентном потоке:**

- эмульсии могут быть получены в динамически активном потоке одной из жидкостей, входящих в эмульсию;
- для изготовления эмульсии нет необходимости применять технологические ёмкости, устройство для приготовления эмульсии является частью трубопровода;
- для приготовления эмульсии нет необходимости применять высокое и сверхвысокое давление;
- для изготовления эмульсии нет необходимости в применении ультразвуковых технологий;
- время приготовления эмульсии не превышает долей секунды;
- параметры эмульсии, в том числе и размеры частиц её компонентов определяются геометрией соответствующих секций и деталей устройства для динамического активирования жидкостей в развитом турбулентном потоке;
- процесс приготовления эмульсии происходит в одно и то же время с гомогенизацией не только по размерам частиц компонентов эмульсии, но и по уровню турбулентности потока.

### **Типы эмульсий, производимых при помощи устройства для динамического активирования жидкостей в развитом турбулентном потоке:**

1. Эмульсии, в которых содержание органических компонентов превышает содержание неорганических компонентов.

Такая эмульсия называется эмульсией типа вода в масло. Такие виды эмульсий в основном применяются для топливных смесей и в качестве органического компонента включают в себя различные типы дизельного топлива.

Ввиду того, что в последнее время ученые всё больше пытаются получить дополнительную энергию испарения при сжигании эмульсии, воду перед производством эмульсии смешивают с метанолом в различной пропорции (метанол имеет наивысшую энергию испарения). При

сжигании такой эмульсии получают существенное снижение концентрации загрязнений в выхлопных газах, особенно окислов азота.

Кроме того, примесь метанола снижает концентрацию серы в выхлопных газах пропорционально концентрации метанола в смеси с водой.

2. Эмульсии, в которых содержание органических компонентов меньше чем содержание неорганических компонентов.

Такая эмульсия называется эмульсией типа масло в воду. Такие виды эмульсий в основном применяются в фармацевтике, косметологии, пищевой промышленности и в последнее время, как средство для полива в теплицах, включая и гидропонные системы. Для получения таких эмульсий необходимо применение химических реагентов и стабилизаторов.

3. Эмульсии, в которых содержание органических и биологических компонентов превышает содержание неорганических компонентов. Такая эмульсия также называется эмульсией типа вода в масло. Такие виды эмульсий в основном применяются для топливных смесей и в качестве органического компонента, как правило, включают в себя различные типы дизельного топлива. Таковую эмульсию получают в развитом, динамическом потоке компонентов.

Эмульсия, полученная таким способом, имеет развитые и устойчивые свойства реэмульсификации и имеет развитую трёхмерную капсулированную структуру. Для приготовления эмульсии не требуются химические реагенты и кроме того уровень внутренних свойств и кондиций эмульсии весьма гомогенный.

4. Эмульсии, в которых содержание органических и биологических компонентов меньше чем содержание неорганических компонентов. Такая эмульсия называется эмульсией типа масло в воду. Такие виды эмульсий в основном применяются в фармацевтике, косметологии, пищевой промышленности и в последнее время, как средство для полива в теплицах, включая и гидропонные системы. Для получения таких эмульсий нет необходимости в применении химических реагентов и стабилизаторов.

Таковую эмульсию получают в развитом, динамическом потоке компонентов, причём количество компонентов может быть 4 и более.





Рис. 1. Устройство для приготовления эмульсий в динамическом потоке

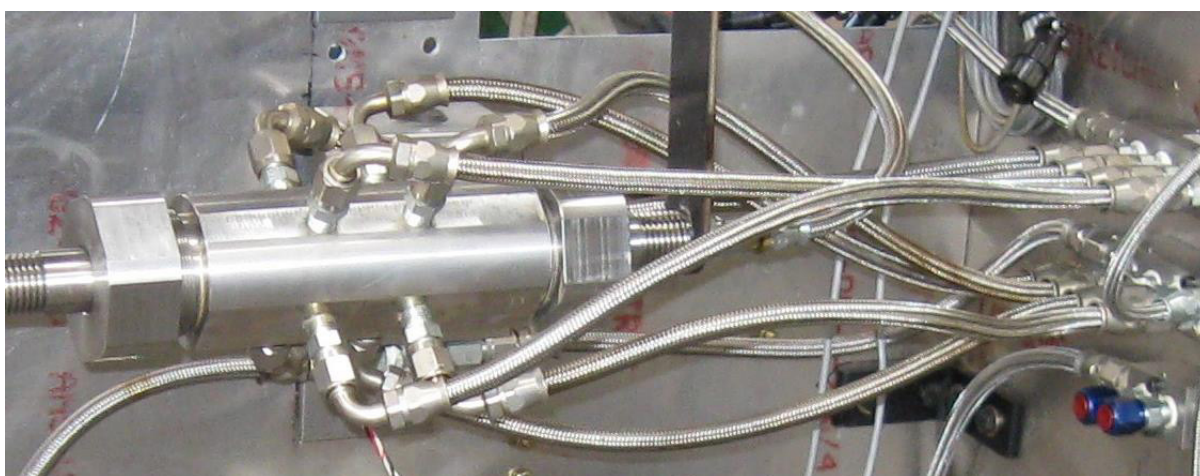


Рис. 2. Устройство для приготовления топливной эмульсии

Эмульсия, полученная таким способом, имеет развитые и устойчивые свойства реэмульсификации и имеет развитую трёхмерную капсулированную структуру.

Новая версия технологии приготовления эмульсий и топливных эмульсий представлена на рисунке 2.

Основное отличие предлагаемой версии получения эмульсии заключается в том, что:

- эмульсия формируется в устройстве для динамического смешивания и активирования жидкостей и газов, в динамичном потоке 60 % одного из компонентов эмульсии в который также в виде динамического потока противоположном направлении, вводятся 40 % этого же компонента эмульсии и после этого в место соединения 60 и 40 процентов одного из компонентов эмульсии вводится

второй компонент эмульсии, также в виде динамического потока;

- потоки 60 и 40 процентов одного из компонентов эмульсии являются коаксиальными и соосными в трёхмерном пространстве, в котором эти фрагменты потоков движутся;

- линейные скорости движения потока из 40 % одного из компонентов эмульсии как минимум в 4 раза превышают линейные скорости потока из 60 % этого же компонента эмульсии;

- физические условия в месте соединения этих потоков, включая концентрические эффекты Бернулли в каждом из потоков обеспечивают гомогенизацию турбулентности объединённого потока (турбулентную гомогенизацию);



— динамический поток второго компонента эмульсии вводится в зону в которой уже осуществлена турбулентная гомогенизация;

— интегрированный поток полученной эмульсии приобретает состояние гомогенизации уровня турбулентности по всему объёму интегрированного потока во всех точках сечения этого потока;

— время этого процесса формирования гомогенизированной по уровню турбулентности эмульсии по расчётам составляет не более 0,1 секунды;

— выход из устройства для динамического смешивания и активирования жидкостей и газов в интегрированном (изобретённом) устройстве напрямую соединён со входом в стандартный насос высокого давления (применяемый на любом современном двигателе внутреннего сгорания как дизельном так и бензиновом);

— интервал времени, необходимого для перехода первичной эмульсии с гомогенизированным уровнем турбулентности в рабочие цилиндры насоса высокого давления не превышает по расчётам также 0,1 секунды;

— в насосе высокого давления эмульсия с гомогенизированным уровнем турбулентности сжимается до давления более 2000 атмосфер, что позволяет предположить, что следуя определению нано-эмульсии, при таком уровне сжатия происходит ещё один цикл гомогенизации эмульсии, возникающей при её сжатии в замкнутом объёме, что может квалифицироваться как процесс получения нано эмульсии со всеми свойствами и преимуществами нано эмульсии;

— ввиду того, что от момента возникновения гомогенизации по уровню турбулентности до момента возникновения гомогенизации от сжатия проходит не более 0,2 секунды, с учётом инертности этих процессов в потоке жидкости, можно считать процесс полной гомогенизации полностью однородным;

— указанный интегральный процесс формирования двойной и трёхмерной гомогенизации в непрерываемом динамическом однородно — турбулентном потоке смешиваемых в эмульсию жидкостей таким образом можно считать последовательным процессом гомогенизации эмульсии и её переходом в конце процесса в категорию нано эмульсий.

По этому методу исследовательской группой с участием автора настоящей публикации была в потоке сформирована эмульсия из дизельного топлива и водопроводной воды, которая при сжигании в камере сгорания дизельного двигателя показала необычные показатели, не встречающиеся в публикациях, и не отмеченные в опубликованных результатах научных экспериментов и исследований. Это позволяет предположить, что во время указанных экспериментов была получена именно нано-эмульсия, что косвенно подтверждается и при анализе фотографий эмульсии под микроскопом.

Интегрированное устройство, состоящее из системы смешивания и гомогенизации уровня турбулентности эмульсии, связанной напрямую с насосом высокого давления как объектом размерной геометрической гомогенизации эмульсии под давлением, за предельно малое

время между этапами гомогенизации, при максимальной однородности распределения частиц одного компонента эмульсии в объёме гомогенизированного по уровню турбулентности второго компонента эмульсии, позволяет квалифицировать последовательный процесс формирования эмульсии как новый и позволяющий получить двойную гомогенизацию эмульсии с переходом этой эмульсии в категорию нано-эмульсий, но с новыми критериями однородности как по трёхмерной геометрии так и по уровню турбулентности потока эмульсии в центре потока и в области внутренней поверхности трубопровода.

Эти факты говорят о том, что описанный процесс и интегральное устройство для его реализации являются новыми и не очевидными.

Что изобретено в этой серии инновационных технических решений:

— новый вид наноэмульсии с двойной трёхмерной гомогенизацией в динамическом потоке, как по уровню турбулентности так и по геометрии частиц в её объёме;

— новый вид и конфигурация аппарата для последовательной гомогенизации в развитом динамическом потоке жидкостей — компонентов эмульсии.

### **Более подробно о свойствах новой эмульсии**

Новая эмульсия представляет собой эмульсию, в которой компоненты органического происхождения смешаны с водой. В таких эмульсиях компоненты органического происхождения введены в воду. Компонентами органического происхождения могут быть углеводородные жидкости, жидкости, содержащие высокие концентрации жиров, масла, ароматических углеводородов, органических удобрений и т. д.

В эмульсиях этого типа содержание органических компонентов в воде не превышает 50 % от веса всей эмульсии, но в большинстве случаев это 10–20 % от веса всей эмульсии.

Наиболее важные параметры таких эмульсий:

— размеры частиц или капель жидкости органического происхождения в воде;

— равномерность распределения частиц органического происхождения в воде;

— устойчивость размеров частиц или капель жидкости органического происхождения, повторяемость этих размеров и период времени, в течении которого сохраняется равномерность распределения этих частиц в объёме воды.

Испытания эмульсий этого типа могут иметь непосредственный характер измерений, при котором эмульсии формируются на устройстве для формирования эмульсий и полученная эмульсия исследуется на предмет измерения:

— размеров частиц или капель жидкого компонента органического происхождения в воде;

— равномерности и однородности распределения частиц органического происхождения в воде;

— длительности периода устойчивости размеров частиц или капель жидкости органического происхождения,

сохранение геометрической повторяемости этих размеров за определённый период времени, и, период времени в течении которого сохраняется равномерность распределения этих частиц в объёме воды.

### **Эмульсии и их отличия в зависимости от размерных факторов**

Размеры частиц жидких компонентов эмульсий определяют основные свойства и характеристики эмульсий. Чем меньше размеры частиц, тем выше качество эмульсии. Производство эмульсий по технологии и на устройстве

для динамического смешивания, гомогенизации и активирования, позволяет получить минимальные значения размеров частиц. Этот параметр является основным при квалификации эмульсии как миниэмульсия, как микроэмульсия и как наноэмульсия.

При первых испытаниях процесса приготовления эмульсии на устройстве для динамического смешивания, гомогенизации и активирования были получены признаки многоуровневого капсулирования частиц компонентов. Этот фактор требует более подробной и детальной проверки при последующих испытаниях.

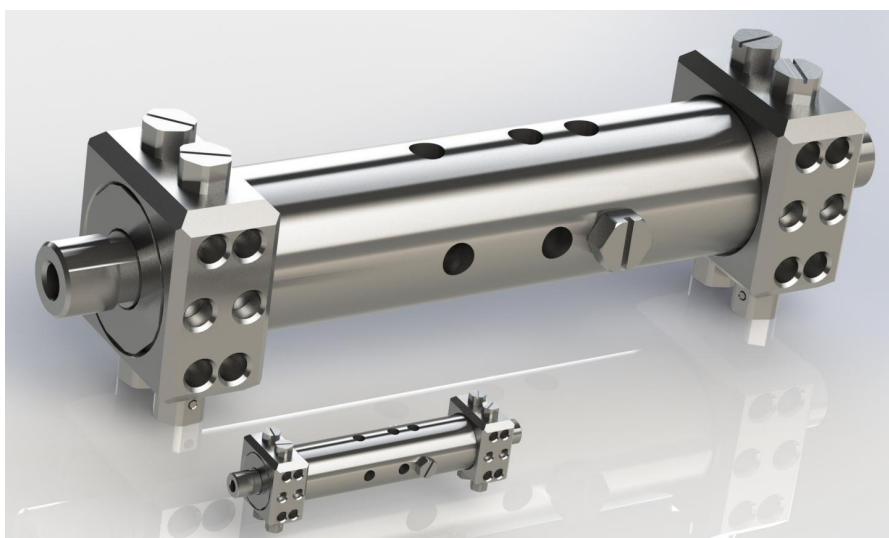


Рис. 3. Устройство для динамического смешивания, гомогенизации и активирования

В классических технологиях приготовления эмульсий для гомогенизации применяются различные химические реагенты. При применении для приготовления эмульсии устройства для динамического смешивания, гомогенизации и активирования оба этапа гомогенизации осуществляются только за счёт геометрии устройства без каких-либо химических реагентов, при улучшении основных свойств и качества эмульсии.

В эмульсиях классического типа отсутствует гомогенизация по уровню турбулентности. В устройстве для динамического смешивания, гомогенизации и активирования как эксклюзивное свойство и преимущество имеется возможность в процессе приготовления эмульсии заодно и осуществить гомогенизацию по уровню турбулентности.

Одним из важнейших свойств в рабочем цикле устройства для динамического смешивания, гомогенизации и активирования является возможность создать в зоне формирования эмульсии однородного фона по турбулентности по всему поперечному сечению потоков компонентов эмульсии.

Кроме того, что однородный фон турбулентности формирует однородный размерный фон частиц, одинаковые гидродинамические условия в зоне приготовления эмульсии позволяют снизить время необходимое для полного при-

готовления эмульсии, что очень важно при формировании эмульсии в динамическом потоке её компонентов.

Возможность последовательной работы устройства для динамического смешивания, гомогенизации и активирования с насосом высокого давления позволяет создать исключительные равномерные условия для гомогенизации под воздействием высокого давления, так как в насос высокого давления поступает эмульсия с однородным фоном турбулентности по всему объёму.

Временная пауза между процессом гомогенизации турбулентности и гомогенизации под давлением, благодаря свойствам устройства для динамического смешивания, гомогенизации и активирования, составляет не более 10 миллисекунд. Такой малый временной интервал позволяет считать последовательный процесс гомогенизации непрерывным и обеспечивает стабильность и качество процесса двойной гомогенизации.

Как показали первые испытания устройства для динамического смешивания, гомогенизации и активирования при формировании эмульсии, ввод в канал, по которому эмульсия выводится из устройства для динамического смешивания, гомогенизации и активирования, стимулятора гидравлического сопротивления позволяет интенсифицировать процесс приготовления эмульсии.

## Приложение 1

**United States Patent Application  
Kind Code****20120085428  
A1  
April 12, 2012**

EMULSION, APPARATUS, SYSTEM AND METHOD FOR DYNAMIC PREPARATION

**Abstract**

The invention relates to a fluid composite, a device for producing the fluid composite, and a system for producing an aerated fluid composite therewith, and more specifically a fluid composite made of a fuel and its oxidant for burning as part of different systems such as fuel burners or combustion chambers and the like. The invention also relates to an emulsion, an apparatus for producing an emulsion, a system for producing an emulsion with the apparatus for producing the emulsion, a method for producing a dynamic preparation with the emulsion, and more specifically to a new type of a stable liquid/liquid emulsion in the field of colloidal chemistry, such as a water/fuel or fuel/fuel emulsion for all spheres of industry.

## Приложение 2

**United States Patent Application  
Kind Code****20100243953  
A1  
September 30, 2010**

Method of Dynamic Mixing of Fluids

**Abstract**

Methods are provided for achieving dynamic mixing of two or more fluid streams using a mixing device. The methods include providing at least two integrated concentric contours that are configured to simultaneously direct fluid flow and transform the kinetic energy level of the first and second fluid streams, and directing fluid flow through the at least two integrated concentric contours such that, in two adjacent contours, the first and second fluid streams are input in opposite directions. As a result, the physical effects acting on each stream of each contour are combined, increasing the kinetic energy of the mix and transforming the mix from a first kinetic energy level to a second kinetic energy level, where the second kinetic energy level is greater than the first kinetic energy level.

## Приложение 3

**United States Patent Application  
Kind Code****20100281766  
A1  
November 11, 2010**

Dynamic Mixing of Fluids

**Abstract**

Methods, systems, and devices for preparation and activation of liquids and gaseous fuels are disclosed. Method of vortex cooling of compressed gas stream and water removing from air are disclosed.

## Приложение 4

**United States Patent Application  
Kind Code****20110030827  
A1  
February 10, 2011**

FLUID COMPOSITE, DEVICE FOR PRODUCING THEREOF AND SYSTEM OF USE

**Abstract**

The current disclosure relates to a new fluid composite, a device for producing the fluid composite, and a method of production therewith, and more specifically a fluid composite made of a fuel and its oxidant for burning as part of different systems such as fuel burners, where the fluid composite after a stage of intense molecular between a controlled flow of a liquid such as fuel and a faster flow of compressed highly directional gas such as air results in the creation of a three dimensional matrix of small hallow spheres each made of a layer of fuel around a volume of pressurized gas. In an alternate embodiment, external conditions such as inline pressure warps the spherical cells into a network of oblong shape cells where pressurized air

is used as part of the combustion process. In yet another embodiment, additional gas such as air is added via a second inlet to increase the proportion of oxidant to carburant as part of the mixture.

Приложение 5

**United States Patent Application  
Kind Code**

**20140232021  
A1  
August 21, 2014**

FLUID COMPOSITE, DEVICE FOR PRODUCING THEREOF AND SYSTEM OF USE

**Abstract**

The current disclosure relates to a new fluid composite, a device for producing the fluid composite, and a method of production therewith, and more specifically a fluid composite made of a fuel and its oxidant for burning as part of different systems such as fuel burners, where the fluid composite after a stage of intense molecular between a controlled flow of a liquid such as fuel and a faster flow of compressed highly directional gas such as air results in the creation of a three dimensional matrix of small hollow spheres each made of a layer of fuel around a volume of pressurized gas. In an alternate embodiment, external conditions such as inline pressure warps the spherical cells into a network of oblong shape cells where pressurized air is used as part of the combustion process. In yet another embodiment, additional gas such as air is added via a second inlet to increase the proportion of oxidant to carburant as part of the mixture.

*Литература:*

1. Заявка на патент США 20120085428;
2. Заявка на патент США 20100243953;
3. Заявка на патент США 20100281766;
4. Заявка на патент США 20110030827;
5. Заявка на патент США 20140232021.

## **Технология работы Установки раннего предварительного сброса воды (УРПСВ-5000) на примере Барсуковского месторождения**

Пасечник Виолетта Сергеевна, студент  
Тюменский индустриальный университет

*Данная работа посвящена повышению экономической эффективности эксплуатации малодебитных скважин за счет оптимизации установки УРПСВ-5000 на Барсуковском месторождении ООО «РН-Пурнефтегаз».*

*В работе приводится краткое описание используемого на скважинах ООО «РН-Пурнефтегаз» оборудования, выделен фонд малодебитных скважин. УРПСВ-5000 позволит сократить энергозатраты, это наиболее экономически выгодная технология по раннему сбросу воды, обеспечивающая работу всего оборудования в оптимальном режиме.*

**П**редлагаемое техническое решение отличается от эксплуатируемых технологий оптимизированным узлом сепарации пластовой воды и выделенным блоком ее подготовки, использующим коалесцирующие элементы (рисунки 1), позволяющие, за счет применения олеофильных материалов и переменного профиля, эффективно укрупнять капли нефти и осажать механические примеси, не создавая сопротивления движению основного потока.

Ограничений по минимальной нагрузке аппарата продукцией скважин, влияющей на его работоспособность, при этом нет.

Принцип работы:

— Поток через пакет гофрированных пластин разбивается на слои;

— Пластины собраны таким образом, что расстояние между ними на гребне шире, чем на желобах. В итоге происходит ускорение и пульсация потока, что ускоряет сепарацию, особенно крайне малых частиц нефти и твердых веществ;

— Мельчайшие частицы сталкиваются и коагулируют. Частицы больших размеров отделяются быстрее;

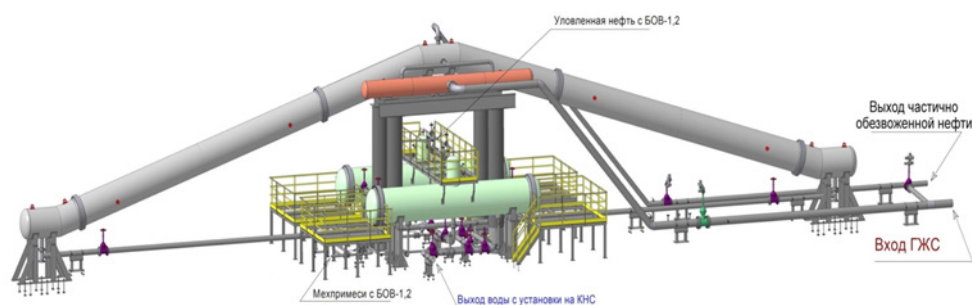


Рис. 1. Конструкция УРПСВ-5000

— Укрупненные капли уловленной нефти всплывают вверх и отводятся с блока.

Проанализировав существующие системы сбора по Обществу «РН-Пурнефтегаз», выявлен ряд участков с перегруженной инфраструктурой и проблемой утилизации попутно добываемой воды. Одно из максимально перегруженных участков является группа кустовых площадок Барсуковского месторождения (44, 44а, 47, 47б, 50, 50а), где предлагается установка УРПСВ-5000.

При анализе экономического эффекта, эффект достигается за счет относительно низких эксплуатационных затрат, при средних по величине начальных инвестициях. Расчет экономической эффективности построен на получении дохода от реализации дополнительно добытой нефти после запуска УРПСВ-5000 за счет разгрузки трубопроводной системы и сброса подготовленной воды на УРПСВ-5000 непосредственно на кустах месторождений.

На сегодняшний день проходят опытно-промышленные испытания УРПСВ-5000, где уже были достигнуты положительные результаты по критериям эффективности, отказ оборудования за период ОПИ не зафиксирован. Так же дополнительно проведен анализ фонда на

другом участке Барсуковского месторождения малодебитных скважин и существующих схем нефтесборных сетей Барсуковского месторождения. Выявлены наиболее перспективные кустовые площадки для организации предварительного сброса воды, которые позволят разгрузить существующую ДНС. Подобранные кустовые площадки удовлетворяют требования по внедрению еще одной УРПСВ-5000: по суммарным сводным показателям и расположению существующей инфраструктуры.

Масштабы применения данного метода по подбору экономически выгодной технологии по предварительному раннему сбросу воды, обеспечивающую работу всего оборудования в оптимальном режиме, обусловлены не только на Барсуковском месторождении, но и на других месторождениях ООО «РН-Пурнефтегаз».

Данный расчетный метод следует применять для выбора наиболее экономически выгодного оборудования по раннему сбросу воды. Многие месторождения ООО «РН-Пурнефтегаз» находятся на поздней стадии развития, поэтому вопрос о предварительном сбросе воды, актуален в рамках любой нефтяной Компании.

#### Литература:

1. Абрютин, М. С., Грачев А. В. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия: Учебно-практическое пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство «Дело и Сервис», 2012.
2. Баканов, М. И., Шеремет А. Д. Теория экономического анализа. — М.: Финансы и статистика, 2008.
3. Бригхэм, Ю., Эрхардт М. Анализ финансовой отчетности // Финансовый менеджмент = Financial management. Theory and Practice.
4. Новые технологии модернизации обустройства старых нефтяных месторождений / В. Ф. Шаякберов, Р. Р. Исмагилов, И. А. Латыпов // Вестник ОАО НК «Роснефть». М.: Нефтяное хозяйство. 2010. № 1. с. 8–11.
5. ОАО «ТомскНИПИнефть», Технологический регламент на эксплуатацию УРПСВ-5000. — 2016.
6. ООО «РН-Пурнефтегаз», Программа и методика опытно-промышленных испытаний УРПСВ-5000. — 2017.
7. Шаякберов, В. Ф. О сравнении узлов сброса воды для кустов скважин. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. — М., 2011. — № 3. — с. 22–25.
8. Шаякберов, В. Ф., Латыпов И. А. и др. Технология предварительного кустового сброса воды с использованием выведенных из эксплуатации скважин // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». — 2011. — № 3. — с. 36–37.
9. Шаякберов, В. Ф., Мирошниченко Р. В. [и др.] Технология кустового сброса и утилизации попутно добываемых вод // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. — 2013. — № 1. — с. 55–58.
10. Шаякберов, В. Ф. О сравнении узлов сброса воды для кустов скважин. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. — М., 2011. — № 3. — с. 22–25.



*Научное издание*

ПЕДАГОГИКА СЕГОДНЯ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

III Международная научная конференция

Самара, март 2018 г.

Сборник статей

*Материалы печатаются в авторской редакции*

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *П.Я. Бурьянов*

Подписано в печать 24.03.2018. Формат 60x90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 4,75. Уч.-изд. л. 3,36. Тираж 300 экз.

Издательство «Молодой ученый», г. Казань

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»

420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.